

**HORIZONTES CIENTÍFICOS DA UFT:**  
**REFLEXÕES DO XX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO**  
**CIENTÍFICA (PIBIC)**  
**Ciências Biológicas e da Saúde**  
**Volume 1**

**THIAGO NILTON ALVES PEREIRA**  
**RUHENA KELBER ABRÃO**  
**JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO**  
**VÂNIA DE PAULA NEVES**  
**LÚCIA MORAES E SILVA**  
**ANA JÚLIA CAMPOS VIEIRA**  
**(ORG)**



**HORIZONTES CIENTÍFICOS DA UFT:  
REFLEXÕES DO XX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO  
CIENTÍFICA (PIBIC)  
Ciências Biológicas e da Saúde  
Volume 1**

**THIAGO NILTON ALVES PEREIRA  
RUHENA KELBER ABRÃO  
JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO  
VÂNIA DE PAULA NEVES  
LÚCIA MORAES E SILVA  
ANA JÚLIA CAMPOS VIEIRA  
(ORG)**

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

THIAGO NILTON ALVES PEREIRA  
RUHENA KELBER ABRÃO  
JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO  
VÂNIA DE PAULA NEVES  
LÚCIA MORAES E SILVA  
ANA JÚLIA CAMPOS VIEIRA

# HORIZONTES CIENTÍFICOS DA UFT: REFLEXÕES DO XX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC)

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
VOLUME 1

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

THIAGO NILTON ALVES PEREIRA  
RUHENA KELBER ABRÃO  
JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO  
VÂNIA DE PAULA NEVES  
LÚCIA MORAES E SILVA  
ANA JÚLIA CAMPOS VIEIRA

# HORIZONTES CIENTÍFICOS DA UFT: REFLEXÕES DO XX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC)

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
VOLUME 1

1ª Edição  
Volume 1  
PALMAS  
2025



## Universidade Federal do Tocantins

Editora da Universidade Federal do Tocantins - EDUFT

Reitor  
Luís Eduardo Bovolato

Vice-reitora  
Marcelo Leineker Costa

Pró-Reitor de Administração e  
Finanças (PROAD)  
Carlos Alberto Moreira de Araújo

Pró-Reitor de Avaliação e  
Planejamento  
(PROAP)  
Eduardo Andrea Lemus Erasmo

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis  
(PROEST)  
Kherlley Caxias Batista Barbosa

Pró-Reitora de Extensão, Cultura e  
Assuntos Comunitários (PROEX)  
Maria Santana Ferreira dos Santos

Pró-Reitora de Gestão e  
Desenvolvimento de Pessoas  
(PROGEDEP)  
Michelle Matilde Semiguel Lima  
Trombini Duarte

Pró-Reitor de Graduação (PROGRAD)  
Eduardo José Cezari

Pró-Reitor de Pesquisa e  
Pós-Graduação (PROPESQ)  
Karylleila dos Santos Andrade

Pró-Reitor de Tecnologia e  
Comunicação (PROTIC)  
Werley Teixeira Reinaldo

Conselho Editorial  
Presidente

Ruhena Kelber Abrão Ferreira

Membros do Conselho por Área

*Ciências Biológicas e da Saúde*  
Ruhena Kelber Abrão Ferreira

*Ciências Humanas, Letras e Artes*  
Fernando José Ludwig

*Ciências Sociais Aplicadas*  
Ingrid Pereira de Assis

*Interdisciplinar*  
Wilson Rogério dos Santos

---

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.



<http://www.abecbrasil.org.br>



Associação Brasileira  
das Editoras Universitárias

<http://www.abeu.org.br>

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Capa: Ruhena Kelber Abrão

Diagramação: Ruhena Kelber Abrão

Revisão Linguística: os autores

Revisão Técnica: Diego Ebling do Nascimento

DOI 10.20873/\_eduft\_2025\_5

Ficha catalográfica

---

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins (SISBIB)**

---

I58                      Horizontes Científicos da UFT: Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (PIBIC)  
- Ciências Biológicas e da Saúde (volume 1). / Thiago Nilton Alves Pereira. Ruhena Kelber  
Abrão. José de Oliveira Melo Neto. Vânia de Paula Neves. Lúcia Moraes e Silva. Ana Júlia  
Campos Vieira – Palmas, TO: EdUFT, 2025.  
394p.

ISBN: 978-65-5390-145-2.

1. Iniciação Científica. 2. PIBIC. 3. Universidade. 4. Ciência. 5. Educação. I. Pereira, Thiago  
Nilton Alves. II. Abrão, Ruhena Kelber. III. Neto, José de Oliveira Melo. IV. Neves, Vânia de  
Paula Neves. V. Silva, Lúcia Moraes. IV. Viera, Ana Júlia Campos. Título.

**CDD 371.3**

---

**TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por  
qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte**



## **Apresentação**

É com imenso entusiasmo que apresentamos esta coletânea comemorativa, criada para celebrar as duas décadas de história, impacto e realizações do Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Estes livros simbolizam muito mais do que uma simples marca temporal; eles representam a consolidação de uma trajetória dedicada ao fortalecimento da pesquisa científica, da formação de talentos e do compromisso inabalável da UFT com a excelência acadêmica e a transformação social por meio do conhecimento.

Desde sua criação, o PIBIC vem desempenhando um papel central no estímulo à pesquisa científica e na formação de novas gerações de pesquisadores em diferentes áreas do conhecimento. Ao longo desses 20 anos, o Programa proporcionou a centenas de estudantes a oportunidade de vivenciar de perto a ciência em sua essência, despertando a curiosidade investigativa, incentivando o pensamento crítico e promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades profícuas ao enfrentamento dos desafios acadêmicos e profissionais.

As contribuições do PIBIC para a sociedade vão além das publicações científicas, dos projetos inovadores e das apresentações em eventos acadêmicos. Elas se traduzem em impactos reais na qualidade de vida da população, no fortalecimento das políticas públicas e no desenvolvimento sustentável da região, principalmente em um território como o estado do Tocantins. Por meio de suas pesquisas, os estudantes e orientadores associados ao Programa não apenas geraram conhecimento, mas também construíram elos entre a Universidade e a Sociedade, reafirmando o papel indubitável da ciência como vetor de transformação.

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Esta coletânea de livros, é, portanto, uma homenagem a todos aqueles que contribuíram para a construção dessa história de sucesso na Universidade Federal do Tocantins: os professores orientadores, que, com dedicação e expertise, guiaram jovens pesquisadores em seus primeiros passos no universo científico; os estudantes, que, movidos pela curiosidade e determinação, desafiaram os limites do conhecimento; os gestores, que acreditaram na relevância do programa e garantiram seu fortalecimento ao longo dessas duas décadas; e as instituições parceiras, cujo apoio sempre foram fundamentais para a concretização de inúmeras iniciativas.

Ademais, o registro de momentos marcantes, os desafios superados e as conquistas alcançadas, esta obra pretende ser uma fonte de inspiração para as gerações futuras. O PIBIC/UFT não é apenas um Programa Acadêmico; é uma demonstração viva de como a ciência pode mudar vidas e transformar realidades.

Assim, reafirmamos nosso compromisso com a continuidade desse legado e com a ampliação das oportunidades de formação científica para os jovens pesquisadores. Esperamos que as histórias contadas e os resultados registrados sirvam como um convite para a reflexão e o engajamento, mostrando que investir em ciência e educação é, sem dúvidas, investir em um futuro mais justo, sustentável e próspero para todos.

Parabenizamos a Universidade Federal do Tocantins, o Programa Institucional de Iniciação Científica e todas (os) os envolvidos ao longo desses 20 anos. Que esta obra celebre as conquistas do passado, inspire as ações do presente e oriente as ações futuras. Viva a ciência, viva o conhecimento, viva o PIBIC/UFT!

Prof. Dr. Thiago Nilton Alves Pereira

Prof. Dr. José de Oliveira Melo Neto



## Prefácio

Charles Darwin (1809-1882), naturalista, biólogo e geólogo britânico, célebre por seus estudos e avanços sobre a evolução biológica, em comunicação por carta ao botânico e explorador Joseph Hooker, em 1879 escreveu: “O rápido desenvolvimento, tanto quanto podemos julgar de todas as plantas superiores nos tempos geológicos recentes, é um mistério abominável”. Esse mistério gira em torno das plantas com flores ou angiospermas, grupo de plantas que se caracteriza pela produção de flores e frutos.

Como a diversificação das angiospermas ocorreu em escala geológica recente, rapidamente se diversificaram em uma explosão de formas, tamanhos e cores. Seu incômodo se deu justamente como as angiospermas conquistaram o ambiente em um piscar de olhos, em comparação com outros grupos de organismos, que evoluíram gradualmente. Ele não conseguia entender a falta de registros de plantas com flores em fósseis mais antigos, e temia que esse enigma pudesse comprometer suas teorias da evolução. Somente em 2021, passados 142 anos de sua carta, um grupo de pesquisadores da Suíça, Suécia, Reino Unido e China disseram ter, finalmente, resolvido o mistério. A citação acima ilustra o papel e o tempo da ciência para compreensão do mundo que nos cerca.

A ciência desempenha um papel essencial na transformação de sociedades e na busca por soluções para os desafios globais, como por exemplo, em relação ao negacionismo científico e climático. Ela nos permite compreender o mundo ao nosso redor, desenvolver tecnologias e criar estratégias para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Dentro desse vasto universo de produção científica, está a Universidade e os eventos de Iniciação Científica, se destacando como momentos marcantes de aprendizado, troca de experiências e

amadurecimento acadêmico. É nesse contexto que o XX Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal do Tocantins (UFT) ganha relevância, consolidando-se como um espaço de excelência para o desenvolvimento de novas ideias e a formação de futuros profissionais e pesquisadores.

Esta coletânea é o resultado direto de um evento muito significativo. Focada nos trabalhos desenvolvidos nas áreas de Ciências Biológicas e da Saúde, ela reflete o vigor intelectual e o compromisso ético dos estudantes, orientadores e organizadores com a pesquisa, extensão e certeza de estar contribuindo com um mundo melhor. Aqui, apresentamos uma rica diversidade de temas, abordados com rigor científico e criatividade, que destacam tanto a relevância quanto a interdisciplinaridade dessas áreas do conhecimento. A organização desta obra tem como objetivo principal não apenas registrar, mas disseminar essas contribuições, inspirando a continuidade dos estudos e fomentando debates produtivos.

Ao explorar os trabalhos reunidos nesta coletânea, o leitor encontrará pesquisas que transcendem os limites das disciplinas tradicionais, unindo saberes e práticas para responder a questões fundamentais, ampliando o entendimento da Universidade para Multiversidade. O impacto ambiental das ações humanas, a preservação da biodiversidade, a saúde pública e individual, e a inovação biotecnológica são apenas alguns dos temas abordados. Essa (Multi)diversidade reflete a capacidade da Iniciação Científica de integrar diferentes áreas do saber em busca de soluções para os desafios contemporâneos.

As Ciências Biológicas e da Saúde têm um papel estratégico na construção de um futuro mais sustentável e equitativo. Em um mundo cada vez mais consciente das crises climáticas, do impacto das doenças emergentes e da necessidade de sistemas de saúde resilientes, a pesquisa nessas áreas torna-se essencial.



A Universidade Federal do Tocantins, situada em uma região rica em biodiversidade, a qual está inserida em um ecótono entre Caatinga e Floresta Amazônica, e, culturalmente diversa, retratando um Brasil evidente, contempla povos indígenas e comunidades quilombolas, que possuem um profundo entendimento das florestas, rios e solos. Ocupa uma posição privilegiada para abordar essas questões. O Cerrado, Domínio que circunscreve grande parte da região, é uma fonte inesgotável de estudos e também um alerta constante para a preservação dos recursos naturais e dos saberes tradicionais associados a eles.

A Iniciação Científica não se limita à formação técnica; ela é também uma jornada de transformação pessoal, profissional e coletiva. Os estudantes que participaram do XX Seminário de Iniciação Científica vivenciaram experiências que vão além do campo acadêmico. Eles aprenderam a trabalhar em equipe, a enfrentar desafios metodológicos e a comunicar seus achados de maneira clara e objetiva. Esses aprendizados os tornam mais preparados para contribuir com a sociedade, não apenas como cientistas, mas como cidadãos engajados e conscientes de seu papel no mundo. Os orientadores, por sua vez, desempenharam um papel crucial neste processo. Eles não apenas transmitiram conhecimento técnico, mas também estimularam a autonomia, o pensamento crítico e a paixão pela ciência. Cada trabalho apresentado nesta coletânea é um reflexo desse diálogo construtivo entre orientadores e orientandos, evidenciando que o conhecimento se constrói coletivamente e que a ciência é, antes de tudo, uma prática colaborativa.

Além disso, é importante ressaltar o papel do XX Seminário de Iniciação Científica da UFT no fortalecimento do vínculo entre a academia e a comunidade. Os trabalhos aqui apresentados demonstram que a pesquisa científica pode e deve ter um impacto direto na vida das pessoas, contribuindo para a melhoria da saúde, a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável. Assim, esta

coletânea não é apenas um registro acadêmico, mas também um testemunho do poder transformador da ciência. Ao leitor, esta coletânea oferece uma oportunidade ímpar de imergir em temas relevantes e de impacto. Seja você um estudante, um pesquisador ou um profissional da área, as páginas que seguem são uma fonte de aprendizado e inspiração. Elas convidam a uma reflexão profunda sobre o papel da ciência na sociedade e sobre como podemos contribuir para um mundo cada vez mais socialmente justo, ambientalmente sustentável e saudável. Que cada capítulo seja uma fagulha para novas ideias, debates enriquecedores e ações transformadoras.

Por fim, é imprescindível reconhecer os esforços que tornaram possível esta publicação. A organização do evento, o empenho dos estudantes, o compromisso dos orientadores e o apoio institucional da Universidade Federal do Tocantins e da Diretoria de Pesquisa da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação são elementos que demonstram o poder da união de esforços em prol do avanço do conhecimento.

Que esta obra seja não apenas um registro, mas uma celebração do trabalho conjunto e do compromisso com a sociedade, uma vez que ensinar é um ato de coragem, estudar e produzir ciência, a maior rebeldia que alguém pode fazer, sendo então um ato de resistência. Dessa forma, a educação e a Universidade têm seu papel fundamental por esses rebeldes no nosso sistema de ensino!

Boa leitura!

Professor Amilcar Walter Saporetti Junior  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas  
Gerais

## Sumário

Capítulo 1	15
IMOBILIZAÇÃO DE PECTINASE EM SUPORTES ORGÂNICOS E SINTÉTICOS	
Suzana Ramos Brito	
Alex Fernando de Almeida	
Capítulo 2	26
ESTABILIZAÇÃO DE LIPASE MICROBIANA IMOBILIZADA EM SUPORTES SINTÉTICOS E ORGÂNICOS	
Raynne Oliveira Alves	
Alex Fernando de Almeida	
Capítulo 3	45
UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE CÉLULAS COMBUSTÍVEIS MICROBIANAS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS COADUNADO À GERAÇÃO DE BIOENERGIA	
João Vitor Aires Teixeira	
Elki Cristina de Souza	
Capítulo 4	65
IMOBILIZAÇÃO DE $\beta$ -GALACTOSIDASE EM SUPORTES ORGÂNICOS E SINTÉTICOS	
Jessica Ferreira de Almeida	
Alex Fernando de Almeida	
Capítulo 5	84
ESTUDO COMPARATIVO DE PROTOCOLOS DE EXTRAÇÃO DE DNA VEGETAL E INFORMATIVIDADE ACESSADA PELOS MARCADORES SSR EM SOJA	
Geovanna Alves Lima	
Eláiny Cristina A. M. Oliveira	
Capítulo 6	100
PRODUÇÃO DE BIOINSETICIDAS COM BASE EM <i>Bacillus thuringiensis</i> (BT).	
Roberto Santos Melo Filho	
Raimundo Wagner de Souza Aguiar	
Capítulo 7	114
AVALIAÇÃO DAS QUEIMADAS E INCÊNDIOS FLORESTAIS NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS	
Emilly Pereira Teixeira	
Marcos Giongo	
Capítulo 8	128
MICROPROPAGAÇÃO DE <i>CLITORIA GUIANENSIS</i>	
Cleyton Santos Rodrigues	
Susana Cristine Siebeneichler	

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Capítulo 9	144
BIOPROSPECÇÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATOS EM ÁREA DE VÁRZEA TROPICAL CULTIVADAS COM ARROZ ( <i>Oryza sativa</i> L.)	
Clarisse da Cruz Cirqueira	
Raimundo Wagner de Souza Aguiar	
Capítulo 10	166
MEDICAMENTOS E FITOTERÁPICOS E SEU USO EM IDOSOS: UM OLHAR DA NUTRIÇÃO	
Gabriela de Sá	
Guilherme Nobre L. do Nascimento	
Capítulo 11	180
Levantamento dos principais fitoterápicos comercializado em Palmas - Tocantins	
Erika Camilla Guimarães Souza e Silva	
Guilherme Nobre Lima do Nascimento	
Capítulo 12	205
ASSOCIAÇÃO DE COMORBIDADES PRÉ-EXISTENTES E FATORES DE RISCO COM INCIDÊNCIA DE LESÃO POR PRESSÃO	
Ednair Paolla Ferreira Anet	
Giselle Pinheiro Lima Aires Gomes	
Araída Dias Pereira	
Capítulo 13	220
CARACTERIZAÇÃO DA GUILDA DE LEVEDURAS EM CHÁ DE AYAHUASCA PRODUZIDOS POR COMUNIDADES RELIGIOSAS DE PALMAS - TO	
Danilo Gonçalves da Silva	
Paula Benevides de Moraes	
Capítulo 14	239
DOENÇA FALCIFORME: IMPACTO SUBJETIVO EM CUIDADORES DE CRIANÇAS	
Catherine Marie de Campos Menezes Rosa	
Leila Rute Oliveira Gurgel do Amaral	
Capítulo 15	254
RESULTADOS DE HISTEROSCOPIA REALIZADAS EM UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO: PAPEL DA ATENÇÃO PRIMÁRIA NA PREVENÇÃO E MANEJO DE PATOLOGIAS MALIGNAS DO TRATO REPRODUTIVO FEMININO	
Taís Rodrigues Barros <sup>1</sup>	
Valdir Francisco Odorizzi	
Eliane Patrícia Lino Pereira Franchi	
Capítulo 16	275



Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Perfil clínico e os Graus de Incapacidade em hanseníase em Tocantins

Samia Salim Leocadio

Marcela Antunes Paschoal Popolin

Capítulo 17 296

ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO PARA PRÉ-ECLÂMPsia / ECLÂMPsia COMO ESTRATÉGIA  
DA SISTEMATIZAÇÃO DA ASSISTÊNCIA NA ATENÇÃO BÁSICA DE PALMAS-TO

Pedro Henrique Batista da Silva

Valdir Francisco Odorozzi

Eliane Patricia Lino Pereira Franchi

Capítulo 18 312

PERFIL DAS MULHERES VÍTIMAS DE VIOLÊNCIA NO ESTADO DO TOCANTINS NO  
PERÍODO PANDÊMICO

Niágela Miroscá Nonato Maia

Marcela Antunes Paschoal Popolin

Capítulo 19 334

Prospecção dos bioativos com potencial inibitório para a enzima acetilcolinesterase  
dos extratos da planta Combretum rupicola no contexto da  
doença de Alzheimer

Andreson Patrício da Silva

Sérgio Donizeti Ascêncio

Samara Kelly Amaral Barros

Capítulo 20 350

COMÉRCIO AMBULANTES DE ALIMENTOS NA VIZINHANÇA DE ESCOLAS PRIVADAS  
DE PALMAS(TO)

Maria Júlia Alves de Araújo

Kellen Cristine Silva

Capítulo 21 362

PRESENÇA E CONCENTRAÇÃO DE METAIS NO SANGUE DE  
TARTARUGAS-DA-AMAZÔNIA (Podocnemis expansa; TESTUDINES: PODOCNEMIDIDAE)  
NA BACIA DO RIO ARAGUAIA, BRASIL

Maria Fernanda Oliveira Barbosa

Thiago Costa Gonçalves Portelinha

Sobre os organizadores 396

## Capítulo 1

# IMOBILIZAÇÃO DE PECTINASE EM SUPORTES ORGÂNICOS E SINTÉTICOS

Suzana Ramos Brito<sup>1</sup>  
Alex Fernando de Almeida<sup>2</sup>

### RESUMO

As enzimas são catalisadores biológicos de grande relevância por serem altamente específicas ao converter substrato em produto. As enzimas pectinases degradam a pectina, polissacarídeo presente nas paredes celulares das plantas, por meio da quebra das ligações  $\alpha$ -1,4-glicosídicas do ácido galacturônico. As pectinases são aplicadas na indústria em âmbitos como a produção de sucos de frutas (aumentam a claridade e diminuem a viscosidade), vinhos, recuperação de óleos essenciais, extração de óleos vegetais, alimentos funcionais, aprimoramento na extração de amido de mandioca, fermentação de chá e café, indústria têxtil, indústria de papel e celulose, bem como na produção de ração animal. Um problema que acompanha o uso das enzimas, é sua instabilidade e difícil recuperação. Como método utilizado para reduzir a problemática tem-se a imobilização. Neste trabalho realizou-se a imobilização da enzima, comercial, pectinase, utilizando o suporte orgânico PHB (polihidroxibutirato), ocorrida por ligação covalente, e ativado com glutaraldeído.

Palavras-chave: pectinase; imobilização; bioprocessos.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, [suzana.ramos@mail.uft.edu.br](mailto:suzana.ramos@mail.uft.edu.br)

<sup>2</sup> Doutor em Microbiologia Aplicada, Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins, [alexfernando@mail.uft.edu.br](mailto:alexfernando@mail.uft.edu.br)

## INTRODUÇÃO

As enzimas são conhecidas como catalisadores biológicos. Isso significa que seu papel abrange acelerar reações em organismos vivos. Desde 1920 teve-se o entendimento para associar atividades catalíticas com moléculas protéicas. Essas proteínas são requeridas em baixa concentração e não são consumidas durante a reação. Aceleram a conversão do substrato em produto. Geralmente catalisam especificamente um único substrato (Robinson, 2015).

O grupo de enzimas denominado de pectinases têm a capacidade de degradar a pectina, um polissacarídeo presente nas paredes celulares das plantas, por meio da quebra das ligações  $\alpha$ -1,4-glicosídicas do ácido galacturônicos (Uenojo e Pastore, 2007; Ganeshprasad *et al.*, 2022). Essas enzimas ocorrem naturalmente em microrganismos, como fungos e bactérias, plantas, insetos, nematóides e protozoários e também são produzidas comercialmente para diversas aplicações industriais (Rehman *et al.*, 2021).

As pectinases têm vastas aplicações na indústria, abrangendo setores como a produção de sucos de frutas, vinhos, recuperação de óleos essenciais, extração de óleos vegetais, alimentos funcionais, aprimoramento na extração de amido de mandioca, fermentação de chá e café, indústria têxtil, indústria de papel e celulose, bem como na produção de ração animal. Essas enzimas desempenham um papel fundamental em processos industriais, contribuindo para a melhoria da qualidade e eficiência de várias atividades produtivas (Uenojo & Pastore, 2007).

Apesar de serem úteis, as enzimas livres apresentam instabilidade e dificuldade de recuperação, o que resulta em altos custos. Para superar esses desafios, a imobilização enzimática é amplamente utilizada (Navarro-López *et al.*, 2023). Imobilização de enzimas é uma técnica que prolonga a atividade e estabilidade das enzimas,

melhora sua eficácia, facilita a recuperação e separação; reutilização; alta estabilidade e operação contínua no biorreator (Kuo *et al.*, 2022). A sensibilidade das enzimas afetadas pelas condições dos processos, prejudica a utilização das enzimas livres, por isso, a imobilização melhora as características desejáveis e torna possível a recuperação e fácil reuso (Bashir, 2020).

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo avaliar uma técnica de imobilização, por ligação covalente, da enzima pectinase, utilizando o suporte orgânico polihidroxibutirato (PHB).

## 2. MÉTODO E MATERIAIS

### 2.1 Curva de calibração ácido galacturônico

Pesou-se 0,100g de ácido galacturônico, dissolveu-se em um béquer e transferiu-se para um balão volumétrico (100 mL), completou-se o menisco com água. Foram pipetadas as seguintes quantidades de reagentes em seis tubos de ensaio.

Tabela 1 - Concentração de ácido galacturônico.

Tubos	Ac. galac. (vol. - mL)	H <sub>2</sub> O (vol. - mL)	DNS (vol. - mL)
1	0,000	0,200	0,200
2	0,025	0,175	0,200
3	0,050	0,150	0,200
4	0,100	0,100	0,200
5	0,150	0,050	0,200
6	0,200	0,000	0,200

Fonte: Autoria própria, 2024.

As amostras foram fervidas em água por um período de 5 minutos. Após o resfriamento dos tubos, adicionou-se 2,0 mL de água destilada. Por fim, realizou-se a leitura em espectrofotômetro, comprimento de onda foi ajustado para 540nm. O procedimento ocorreu em duplicata.

## 2.2 Preparação do suporte orgânico (polihidroxibutirato - PHB)

Para preparar o suporte, lavou-se com álcool etílico P.A. (1:10), sob agitação de 100 rpm por 6 horas, a 24°C. Em seguida, filtrou-se, lavou-se com água destilada e ativou-se o suporte, com solução de glutaraldeído 2,5% (1:10), agitando-o por 22 horas a 150 rpm e 24°C. Após lavagem com tampão fosfato de sódio pH 5,0, foram secos a 60°C por 5 horas.

## 2.3 Imobilização enzimática

A pectinase comercial Prodooze PECT L1 foi diluída 10x em tampão McIlvaine pH 4,5. Para 3 mL de extrato enzimático, foram adicionados 12 mL de tampão, e chegou-se a um volume final de 15 mL. Fracionou-se 4,5 mL do extrato para três frascos de Erlenmeyer. Os frascos foram levados ao mesa agitadora orbital e mantidos por agitação durante um período de 6 horas, 100 rpm, a 25 °C. A imobilização ocorreu por ligação covalente. Após o período de agitação, as amostras foram filtradas e o derivado da imobilização e o filtrado foram utilizados para analisar o rendimento da imobilização.



## 2.4 Atividade enzimática

### 2.4.1 Extrato enzimático

Preparou-se o meio reacional com pectina cítrica 1% (m/v) em tampão McIlvaine, pH 5,0. Pesou-se 0,5 g de pectina cítrica e dissolveu-se em tampão. Armazenou-se a solução em geladeira até o momento do uso. Distribuiu-se 0,2 mL da solução de DNS em tubos de ensaio. Adicionou-se 0,4 mL do meio reacional em tubos de ensaio. Levaram-se os tubos ao banho maria a 50 °C, por 5 minutos. Pipetou-se 0,4 mL do extrato enzimático diluído para iniciar a reação. Retirou-se alíquotas de 0,2 mL nos intervalos de tempo 0 minutos e 5 minutos. Estas alíquotas foram adicionadas imediatamente na solução de DNS. Em seguida, aqueceu-se a solução em banho fervente (100°C), por 5 minutos. No preparo do branco, utilizou-se água destilada ao invés do extrato enzimático. Após esfriar, adicionou-se 2,0 mL de água destilada. As medições da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a 540 nm.

### 2.4.2 Atividade da enzima imobilizada

Pesou-se 100 mg da enzima imobilizada em PHB, em tubos de ensaio. O meio reacional foi levado ao banho maria a 50 °C, por 5 minutos. Transferiu-se 0,9 mL de meio reacional para os tubos de ensaio contendo o PHB, que imediatamente foram levados ao banho maria 50 °C, por 5 minutos. Em seguida, coletou-se 0,2 mL da solução e transferiu-a para tubos de ensaio contendo DNS. Levaram-se os tubos para banho em água fervente e após o resfriamento, adicionou-se 2,0 mL de água destilada. As medições da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a 540 nm. O procedimento foi realizado em triplicata.

### 2.4.3 Rendimento da imobilização

O rendimento de imobilização (RI) foi calculado por meio da Equação:

$$RI (\%) = \left( \frac{Ati - Atf}{Ati} \right) * 100$$

Onde: Ati = atividade inicial no extrato bruto; Atf = atividade final no sobrenadante.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar a eficiência da pectinase e sua atividade enzimática, técnicas de espectrofotometria frequentemente utilizam o coeficiente de absorvidade molar, um parâmetro fundamental na quantificação de substratos e produtos de reações enzimáticas.

O coeficiente de absorvidade molar, denotado por  $\epsilon$ , é uma constante que descreve como um determinado composto absorve luz em uma dada concentração e comprimento de onda. Em espectrofotometria,  $\epsilon$  é utilizado para calcular a concentração de substâncias com base na intensidade da luz absorvida. No contexto da atividade enzimática da pectinase, essa constante é crucial para determinar a quantidade de substrato (pectina) ou produto (por exemplo, ácidos poligacturônico resultantes da hidrólise da pectina) presente em uma amostra. Assim sendo, uma curva de calibração foi construída para determinar as condições para quantificar a atividade enzimática de pectinase (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração de ácido galacturônico e medida da absorbância a 540 nm.

<u>Ácido galacturônico</u>	<u>A 540</u>
<u>(mg/mL)</u>	

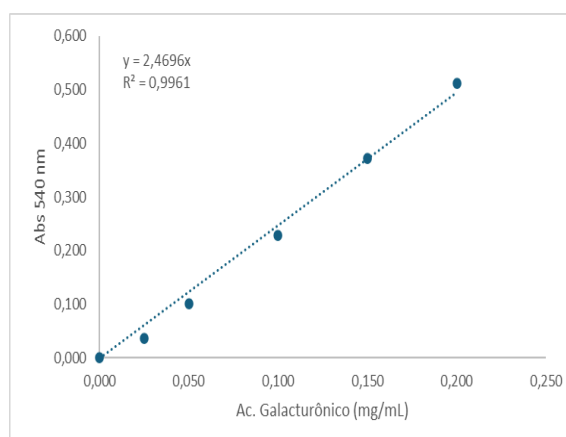
Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

0,000	0,000
0,025	0,037
0,050	0,101
0,100	0,229
0,150	0,371
0,200	0,512

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com base na absorbância medida e no coeficiente de absortividade molar do produto ou substrato, a concentração da substância é calculada usando a Lei de Beer-Lambert, que é expressa pela fórmula  $A = \epsilon \cdot c \cdot l$ , onde  $A$  é a absorbância,  $\epsilon$  é o coeficiente de absortividade molar,  $c$  é a concentração do ácido galacturônico e  $l$  é o caminho óptico da célula de amostra.

Figura 1 – Absorbância a 540 nm e concentração de ácido galacturônico.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Cálculo do coeficiente de extinção molar:  $\epsilon = a \cdot b \cdot c$

Onde "a" representa o coeficiente angular da reta; "b" o caminho óptico e "c" a concentração molar do ácido galacturônico.

$$\epsilon = 2,47 \cdot 1 \cdot 194,14 = 479,53 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$$

Dessa forma, para calcular a atividade enzimática utiliza-se a seguinte equação:

$$\text{Atividade enzimática } (\mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{mL}^{-1}) = \frac{A_{\text{final}} - A_{\text{inicial}}}{\epsilon} \frac{1}{V_{\text{amostra}} (\text{mL})} * \frac{1}{\text{tempo}_{\text{min}}} * 10^3 * V_{\text{reação}} (\text{mL}) * \text{diluição}$$

Assim sendo, a definição da atividade enzimática foi dada da seguinte forma: uma unidade de enzima é definida como a quantidade de enzima que libera 1  $\mu\text{mol}$  de produto por minuto de reação por mililitro.

#### *Imobilização da pectinase*

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de imobilização da pectinase comercial Prodooze PECT L1 em suporte polihidroxibutirato (PHB) funcionalizado com glutaraldeído. Após vários experimentos de imobilização para avaliar diferentes protocolos de imobilização em suportes inorgânicos e orgânicos, a enzima não apresentou rendimentos que justificasse dar continuidade nos estudos para imobilização. Portanto, o uso do suporte PHB funcionalizado com glutaraldeído chamou a atenção para a atividade recuperada em que foi obtido 12% para apenas 8% de rendimento da imobilização. Zhou et al. (2021) imobilizaram uma pectinase em óxido de grafeno tratado com PEG-  $\text{NH}_2$  e obtiveram uma atividade recuperada de 113%. A recuperação da atividade representa o desempenho catalítico relativo do imobilizado em consideração ao desempenho da enzima livre. A recuperação da atividade é uma razão percentual entre a atividade enzimática recém-imobilizada e a atividade enzimática livre nas mesmas condições de ensaio (PATEL et al., 2022).

Tabela 3. Imobilização de pectinase comercial Prodooze PECT L1 PHB funcionalizado com glutaraldeído.

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Amostra	Atividade Enzimática (U/mL)	Rendimento da Imobilização (%)	Atividade Recuperada (%)
Atividade inicial	5,1	*	*
Atividade final	4,6	*	*
Enzima imobilizada	0,6	8,0	12,2

Fonte: Autoria própria, 2024

Uma CGTase mostrou 45% de recuperação da atividade após a imobilização (SULAIMAN et al., 2017). Da mesma forma, a imobilização da lipase na membrana amarrada à quitosana resultou em 44,5% de recuperação da atividade (YE et al., 2005). A baixa atividade de recuperação pode ser o resultado de má carga ou desnaturação da enzima na membrana. O carregamento do biocatalisador depende de fatores como técnica de ligação, concentração enzimática na solução e parâmetros como tempo, temperatura e pH mantidos durante o processo de imobilização (PATEL et al., 2022).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a pectinase comercial não tenha apresentado bons resultados referentes ao rendimento da imobilização, pode-se considerar um resultado promissor para investigação futura a otimização da imobilização da enzima, uma vez que, a atividade recuperada foi relativamente alta (12%) para o rendimento obtido neste trabalho (8%). Assim, sugere-se que para trabalhos futuros sejam otimizadas as condições de imobilização da enzimas, como pH, temperatura, carga enzimática, carga de suporte, tempo de equilíbrio, aditivos objetivando aumentar o rendimento da imobilização e sua atividade recuperada.



## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Tocantins pela bolsa de estudos para a primeira autora por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS

- BASHIR, N.; SOOD, M.; BANDRAL, J. D. Enzyme immobilization and its applications in food processing: A review. *International Journal of Chemical Studies*, v. 8, n. 2, p. 254– 261, 1 mar. 2020.
- GANESHPRASAD, D.N. et al. Purification and characterization of pectinase from gut- associated *Klebsiella oxytoca* af-G4 of dwarf honey bee, *Apis florea*. *Journal of King Saud University - Science*, v. 34, n. 8, p. 102301–102301, 1 nov. 2022.
- KUO, C.-H. et al. Enzymes and Biocatalysis. *Catalysts*, v. 12, n. 9, p. 993, 2 set. 2022.
- NAVARRO-LÓPEZ, D. E. et al. Nanocatalytic performance of pectinase immobilized over in situ prepared magnetic nanoparticles. *Heliyon*, v. 9, n. 8, p. e19021–e19021, 1 ago. 2023.
- REHMAN, H.; BALOCH, A. H.; NAWAZ, M. A. Pectinase: Immobilization and Applications. A review: *Trends in Peptide and Protein Sciences*, v. 6, p. 1–16 (e1), 24 fev. 2021.
- ROBINSON, P. Enzymes: Principles and Biotechnological Applications. *Essays in Biochemistry*, v. 59, p. 1–41, 15 nov. 2015.
- UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 388–394, abr. 2007.
- ZHOU, W. Improved enzymatic activity by oriented immobilization on graphene oxide with tunable surface heterogeneity. *Composites Part B: Engineering*, v. 216, 2021.
- PATEL, V.B.; CHATERJEE, S.; DHOBLE, A.S. A review on pectinase properties, application in juice clarification, and membranes as

immobilization support. Journal of Food Science, v. 87, 2022.

SULAIMAN, S.; CIEH, N. L.; MOKHTAR, M. N.; NAIM, M. N. Covalent immobilization of cyclodextrin gluconotransferase on kenaf cellulose nanofiber and its application in ultrafiltration membrane system. Process Biochemistry, 55, 2017.

YE, P.; XU, Z. K.; CHE, A. F.; WU, J.; SETA, P. Chitosan-tethered poly(acrylonitrile-co- maleic acid) hollow fiber membrane for lipase immobilization. Biomaterials, 26, 2005.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins.

## Capítulo 2

### ESTABILIZAÇÃO DE LIPASE MICROBIANA IMOBILIZADA EM SUPORTES SINTÉTICOS E ORGÂNICOS

Raynne Oliveira Alves<sup>1</sup>  
Alex Fernando de Almeida<sup>2</sup>

#### RESUMO

A pesquisa visa o desenvolvimento de biocatalisadores enzimáticos utilizando lipase de *Candida viswanathii*, imobilizada em biocarvão de coco verde, funcionalizado com glutaraldeído, com aplicações nas indústrias de alimentos e biocombustíveis. Também foi realizado em suportes de sílica e PHB, funcionalizado com glutaraldeído através da ligação covalente. A imobilização enzimática é uma técnica amplamente utilizada para aumentar a estabilidade e a reutilização das enzimas. O estudo envolveu a preparação dos suportes e a imobilização por adsorção física e ligação covalente, com foco na otimização de variáveis como temperatura e carga enzimática. Resultados preliminares indicam um bom rendimento de imobilização através do biocarvão para temperaturas mais altas. Contudo, o reuso da enzima imobilizada apresentou uma queda acentuada de atividade após o segundo ciclo de utilização, demandando ajustes futuros para garantir a viabilidade do processo.

Palavras-chave: Enzima imobilizada; Bioprocessos; Estabilidade.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Pibic/CNPQ, Universidade Federal do Tocantins, raynne.oliveira@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Doutor em Microbiologia Aplicada, Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins, alexfernando@mail.uft.edu.br

## INTRODUÇÃO

As enzimas despertam considerável interesse na indústria devido à sua capacidade como biocatalisadores e às vantagens que oferecem em diversos setores. Sua habilidade intrínseca de proporcionar uma rota de reação mais rápida tem sido destacada por HE *et al.* (2022). Kumar, *et al.*, (2023) ressalta que a distinção fundamental das enzimas em relação aos catalisadores convencionais é sua rapidez de reação, aliada à operação em condições mais suaves.

Na indústria, enzimas como lipases, amilases, celulasas e outras despertam grande interesse, não apenas pela possibilidade de comercialização em larga escala, mas também pelo crescimento contínuo da demanda, como indicado pelo marco significativo de U\$ 6.3 bilhões em receita industrial atribuída às enzimas (ALI *et al.*, 2023).

O gênero da levedura *Candida* é derivado do reino Fungi, onde um dos seus produtos intermediários são a produção de enzimas que despertam interesse comercial, como as lipases. Além disso, é usualmente utilizada no processo de biorremediação, já que seu gênero possui a capacidade de biodegradação de hidrocarbonetos presentes no petróleo e óleo diesel (SOUZA *et al.*, 2021).

Um método amplamente aplicado para fixar as enzimas e preservar sua atividade é a imobilização enzimática. Além disso, a prática da imobilização reflete um interesse específico na reutilização e na estabilidade das enzimas, conforme observado por ALI *et al.* (2023). Ademais, há diversas maneiras em que se pode imobilizar uma enzima, sendo as amplamente utilizadas: adsorção física e ligação covalente.

Os objetivos do projeto foi avaliar a imobilização de lipase de *Candida viswanathii* em suporte orgânico e sintético por ligação covalente e avaliar atividade enzimática, proteínas, rendimento de

imobilização, termoestabilidade e tempo de meia vida da enzima solúvel e imobilizada.

## MÉTODO E MATERIAIS

Nesta etapa, serão descritos os materiais e métodos utilizados durante as atividades realizadas. Foram empregados reagentes de grau analítico, e todas as vidrarias foram esterilizadas em autoclave para assegurar a qualidade e minimizar possíveis erros.

### Repique

A cepa de *Candida viswanathii* é de domínio do banco de cepas do Grupo de Pesquisa Enzimas Microbianas e Bioprocessos (GPEMB). O meio nutritivo BDA (batata, dextrose e ágar), foi utilizado para repique da cepa.

O repique foi realizado em um intervalo de 15 dias, selecionando uma colônia isolada da cultura da bactéria e da levedura, anteriormente preparada para placas e tubos com o meio nutritivo, realizando o método de esgotamento por estrias. Após a realização do procedimento, com as placas e os tubos devidamente separados e etiquetados, foram colocadas na incubadora BOD por 48h na temperatura de 28°C.

### Cultivo Submerso para *Candida viswanathii*

O meio de cultura utilizado foi adaptado e descrito por Dalmau et al., 2000, os experimentos foram conduzidos para 130 mL, onde foi composto por 0,71g de fosfato de potássio bibásico; 1,9g de fosfato de potássio monobásico; 0,065g de sulfato de magnésio; 0,2g de azeite de oliva e 0,26g de extrato de levedura. Após a pesagem o cultivo submerso, foi estabilizado para o pH 6,0 e levado para autoclavagem. Após a autoclavagem por 15 minutos, o experimento foi realizado em

duplicata. Para isso, foram utilizados frascos de Erlenmeyer de 125 mL, cada um contendo 20 mL do meio de cultura. Em seguida, cada frasco foi inoculado com 1 mL de uma suspensão previamente preparada na concentração de  $10^7$  células/mL, com auxílio da câmara de Neubauer conforme descrito por Oliveira (2020).

As duplicatas foram incubadas em um agitador do tipo Shaker a 100 rpm e 28 °C por 72 horas. Após o término da incubação, o conteúdo dos frascos erlenmeyer foi transferido para tubos falcons e submetido à centrifugação a 3500 rpm por 20 minutos, separando o sobrenadante da biomassa. O extrato bruto obtido foi armazenado e submetido a atividade enzimática e dosagem de proteína pelo método de Lowry logo em seguida. Após obter os resultados das absorbâncias, o extrato bruto foi conservado e armazenado no freezer.

### Imobilização

A preparação dos suportes para imobilização da *Candida viswanathii* foram produzidas testando dois tipos de suporte separadamente: PHB e Sílica, lavando-os com ácido clorídrico (0,1M) na proporção 1:10 e álcool etílico na mesma proporção. Posteriormente, foram lavados com água destilada e levados à estufa a 50°C.

Adicionalmente, foi também realizado testes de imobilização com o suporte biocarvão proveniente da casca de coco verde, adquirido por meio da parceria com o programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Para a análise do rendimento de imobilização, foi realizado um delineamento composto central para a imobilização de lipase de *C. viswanathii* em biochar de côco verde funcionalizado com glutaraldeído (descrito abaixo) variando a temperatura (20, 30 e 40 °C) e a carga enzimática (0,5, 1,0 e 1,5 mL).

Diante disso, para adsorção física foram adicionados 1 g de suporte e 20 mL de tampão McILVANE em pH 4,0, anteriormente preparado, em Erlenmeyers de 125 mL, os quais foram levados ao shaker na rotação de 80 rpm a 28°C por 15 minutos. Logo, foram agitados 20g de extrato enzimático, na rotação de 80 rpm a 25°C durante 20 horas, posteriormente foi feita a atividade enzimática e dosagem de proteína pelo método de Lowry.

Para a imobilização por ligação covalente com os suportes preparados com a adição de glutaraldeído 2,5% (v/v) em ácido clorídrico (0,1M), na proporção 1:10. Foi colocado em erlenmeyers de 125 ml 1 g de suporte com 10 ml de glutaraldeído (20 ml de solução 2,5% (v/v) em 180 ml de água destilada), e deixados sob agitação no shaker em 100 rpm a 25 °C por 20 horas.

A lavagem com água destilada e a filtração foram realizadas utilizando uma bomba de vácuo para coletar o sobrenadante. Por fim, ambos os produtos finais foram armazenados em frascos devidamente identificados, o sobrenadante foi mantido no freezer, enquanto o biocatalisador foi guardado na geladeira (4° C) para a realização da atividade enzimática e dosagem de proteínas.

#### Atividade enzimática e Rendimento de imobilização

A atividade enzimática, que foi calculada pela equação a seguir, a partir do palmitato de p- nitrofenila (p-NPP) determinado por ALMEIDA *et al.* (2012) é feito o preparo de 20 mL de meio reacional, que consiste em 3,8 mg de p-NPP que solubiliza em 0,5 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) e diluiu-se a 19,5 mL em tampão McILVANE em pH 4,0, contendo 0,5% (v/v) de Triton X-100. O cálculo foi realizado conforme a Eq.1.

$$\text{Atividade enzimática } \left( \frac{U}{ml} \right) = \frac{Abs \text{ final} - Abs \text{ Inicial}}{\varepsilon} \times \frac{l}{Vl} \times 10^3 \times Vf \times \frac{1}{t \text{ (min)}} \times \text{diluição} \quad \text{Eq. (1)}$$



Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Onde:  $\epsilon$  = coeficiente de extinção molar ( $M^{-1} \cdot cm^{-1}$ ); Abs = absorbância;  $V_i$  = volume inicial (volume de enzima adicionado para iniciar a reação);  $V_f$  = volume final da reação (de acordo com o cálculo da concentração de pNP na curva de calibração); t (min) = tempo da reação em minutos.

Foi feita a pré-incubação de 900  $\mu$ l do meio reacional por 5 minutos em banho-maria a 40°C, iniciando a reação com 0,1 mL de sobrenadantes coletados anteriormente. A reação foi interrompida pelo choque térmico após 1 minuto a aproximadamente 100°C, logo, adicionando 1 mL de solução saturada de tetraborato de sódio previamente produzida.

O rendimento de imobilização (RI) foi calculado por meio da Eq. 2:  
Eq.(2)

$$RI (\%) = \left( \frac{Ati - Atf}{Ati} \right) * 100$$

Onde: Ati = atividade inicial no extrato bruto; Atf = atividade final no sobrenadante.

### Dosagem de Proteínas

Segundo Lowry *et al.* (1995), a albumina do soro bovino (BSA) tem sido amplamente aplicada como padrão de referência para a quantificação de proteínas. Para construir a curva-padrão de proteínas, foram realizadas 6 medidas de absorbância a 660 nm para diferentes diluições.

### Estabilidade Térmica

A estabilidade térmica foi determinada pela incubação do biocatalisador de PHB em tampão McIlvaine pH 4 nas temperaturas 30, 40, 50 e 60 °C, num intervalo de tempo de 0-1200 min. As atividades enzimáticas foram determinadas como descrito anteriormente.

Tempo de meia vida

As meias vidas foram calculadas levando em consideração a razão entre  $\ln 2/K_d$ . A constante de inativação ( $K_d$ ) foi determinada pela Eq. 3

$$\ln A = \ln A_0 - K_d * t \quad \text{Eq (3)}$$

Onde:  $A_0$  = Atividade inicial A = Atividade após intervalo de tempo t = Tempo (h)

## DADOS E DISCUSSÃO

### Atividade enzimática e Rendimento de Imobilização

Para determinar o rendimento de imobilização dos biocatalisadores, inicialmente foi realizada a quantificação da atividade enzimática tanto para o extrato bruto quanto para o biocatalisador imobilizado. O rendimento de imobilização permitiu avaliar a eficiência da imobilização e a capacidade dos suportes utilizados em preservar a atividade enzimática da lipase imobilizada, o que pode influenciar positivamente na reutilização e estabilidade em processos industriais futuros.

Tabela 1: Absorbâncias das duplicatas da atividade enzimática.

Amostra	ABS 1	ABS 2	Desvio Padrã o	ABS MÉDIA	Atividade Enzimática (U/ml)
Extrato Bruto (A)	1,138	1,038	0,071	1,088	23,514
Extrato Bruto (B)	1,038	1,034	0,003	1,036	22,390
Extrato Bruto (C)	0,711	0,702	0,006	0,707	15,269

Fonte: Autoria própria, 2024.

A ausência de atividade enzimática observada nos biocatalisadores imobilizados por adsorção física, pode ser justificada por diversos fatores. Primeiramente, a adsorção física depende de interações fracas, como forças de Van der Waals, ligações de hidrogênio ou interações hidrofóbicas, que podem ser insuficientes para fixar a enzima de maneira estável ao suporte. Além da baixa afinidade entre a superfície do suporte utilizado e a enzima ou o pH e a força iônica do tampão utilizado podem ter interferido na adsorção devido a carga superficial. Por fim, a possível conformação da enzima pode ter dificultado a exposição de regiões adequadas para interação com o suporte. Esses fatores combinados explicam a ineficiência da imobilização por adsorção física nos experimentos conduzidos.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados da atividade enzimática e o rendimento da imobilização por ligação covalente do suporte de PHB ativado com glutaraldeído e adsorção física.

Tabela 2: Resultados de atividade enzimática e rendimento de imobilização do suporte de PHB.

Tabela 2

Amostras	PHB lavado com Ácido Clorídrico	PHB lavado com Álcool Etílico	PHB por método de adsorção física
Atividade Enzimática inicial do Extrato Bruto Imobilizado (U/mL)	1,138	1,138	1,138
Atividade Enzimática inicial do Extrato Bruto Imobilizado (Uo)	5,69	5,69	5,69
ABS 1	1,206	1,174	1,312
ABS 2	1,135	1,212	1,262
Rendimento da Imobilização	95,679	88,463	57,934

Fonte: Autoria própria, 2024.

Para imobilização em biocarvão em diferentes condições de imobilização foram obtidos os resultados de rendimento de imobilização apresentados abaixo. Os melhores resultados de rendimento de imobilização obtidos para análise da influência das variáveis da imobilização foram para o teste 2 (T2) com 96,23%, seguido do T4 com 95,31% e os testes centrais (T5, T6 e T7) entre aproximadamente 89 e 91%. É possível observar uma influência positiva das maiores temperaturas do planejamento (30 e 40 °C), onde o aumento desta variável implicou em uma maior atividade da lipase e conseqüentemente no rendimento de imobilização, favorecendo a imobilização da lipase (Tabela 3).

Tabela 3: Delineamento composto central para a imobilização de lipase de *C.*

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

*viswanathii*.

Teste	Temperatura (°C)	Carga Enzimática (mL)	Rendimento (%)
1	20	0,50	89,10
2	40	0,50	96,23
3	20	1,50	89,00
4	40	1,50	95,31
5	30	1,00	91,81
6	30	1,00	91,81
7	30	1,00	89,26

Fonte: Autoria própria, 2024.

### Dosagem de Proteínas

Para a quantificação de proteínas no extrato de *Candida viswanathii*, foi empregada a técnica de dosagem proposta por Lowry *et al.* (1995), utilizando a albumina de soro bovino (BSA) como padrão de referência. Os resultados obtidos, representados na Tabela 4, mostram os valores de absorbância em função da concentração de BSA, permitindo a construção da curva de calibração e posterior análise das amostras.

Tabela 4: Resultados encontrados através do método de Lowry.

Tubo s	Padrã o SAB (mL)	Águ a (mL)	Mistur a Reativa (mL)	Reativ o Folin Diluíd o (mL)	SAB (mg/m L)	ABS 1	ABS 2	ABS Médi a

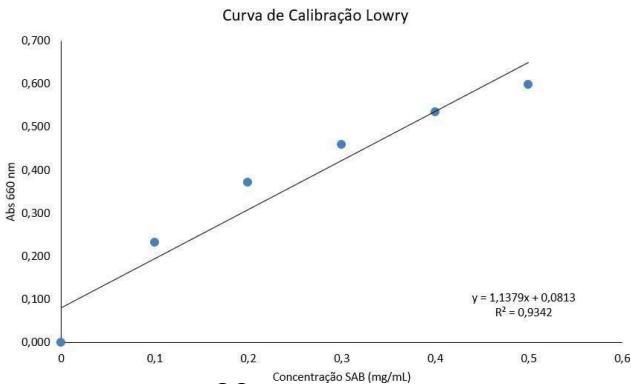
Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

1	0	0,5	5	0,5	0	0	0	0
2	0,1	0,4	5	0,5	0,1	0,234	0,231	0,233
3	0,2	0,3	5	0,5	0,2	0,368	0,373	0,371
4	0,3	0,2	5	0,5	0,3	0,449	0,47	0,460
5	0,4	0,1	5	0,5	0,4	0,525	0,544	0,35
6	0,5	0	5	0,5	0,5	0,598	0,597	0,598

Fonte: Autoria própria, 2024.

A equação da reta gerada pela regressão linear é expressa pela equação apresentada na imagem, com um coeficiente de determinação  $R^2= 0,9342$ , indicando um bom ajuste da curva. Este valor sugere que cerca de 93,42% da variabilidade dos dados pode ser explicada pela relação linear entre a concentração de SAB e a absorbância. A inclinação positiva da reta reflete o aumento proporcional da absorbância à medida que a concentração de SAB aumenta, confirmando que o método de Lowry é adequado para quantificar proteínas nas amostras analisadas. A boa correlação e o comportamento linear validam o uso dessa curva de calibração para determinar as concentrações desconhecidas de proteína nas amostras testadas.

Figura 1: Curva de calibração da albumina de soro bovino (BSA).



Fonte: Autoria própria, 2024.

As Tabelas 5 e 6 apresentam a dosagem de proteínas para o extrato bruto de *Candida viswanathii* e para os biocatalisadores imobilizados em diferentes suportes, demonstrando a eficiência da imobilização e os respectivos teores de proteínas associados a cada uma das condições testadas. Os resultados da dosagem de proteínas para o extrato bruto variaram entre 1,006 mg/mL e 1,316 mg/mL, com destaque para o Extrato Bruto (B), que apresentou a maior concentração de proteínas (1,316 mg/mL). Essa variação pode ser explicada por possíveis flutuações nas condições de cultivo e na extração das enzimas, como a concentração celular, o tempo de incubação e a eficácia da separação do sobrenadante da biomassa (Tabela 5).

Tabela 5: Absorbâncias dos extratos brutos de *Candida viswanathii*.

Extrato Bruto	ABS 1	ABS 2	Desvio Padrão	ABS Média	Proteína (mg/ml)
Extrato Bruto (A)	0,111	0,176	0,046	0,144	1,006
Extrato Bruto (B)	0,147	0,236	0,063	0,192	1,316
Extrato Bruto (C)	0,123	0,189	0,047	0,156	1,087

Fonte: Autoria própria, 2024.

Os resultados indicam uma diferença considerável na quantidade de proteínas retidas nos suportes após o processo de imobilização (Tabela 6). Os suportes de PHB, tanto hidratados com ácido clorídrico quanto com álcool etílico, apresentaram uma eficiência de imobilização superior em comparação com a sílica, o que pode ser



atribuído à natureza do PHB, um polímero orgânico que pode oferecer melhores interações com enzimas. No entanto, em todos os casos, as concentrações de proteína no sobrenadante foram relativamente elevadas, sugerindo que o processo de imobilização precisa ser otimizado, seja ajustando a concentração de enzima ou o tempo de reação.

Tabela 6: Absorbâncias dos biocatalisadores imobilizados.

Biocatalisadores	ABS 1	ABS 2	Desvio Padrão	ABS Média	Proteína (mg/ml)
Sílica hidratada com ácido clorídrico (A)	0,070	0,085	0,011	0,078	0,505
Sobrenadante A	0,097	0,111	0,010	0,104	0,675
Sílica hidratada com álcool etílico (B)	0,005	0,093	0,062	0,049	0,321
Sobrenadante B	0,248	0,185	0,045	0,217	1,401
PHB hidratado com ácido clorídrico (C)	0,012	0,182	0,120	0,097	0,630
Sobrenadante C	0,046	0,045	0,001	0,046	0,298
PHB hidratado com álcool etílico	0,004	0,132	0,091	0,068	0,443
<hr/>					
(D)					
Sobrenadante D	0,288	0,289	0,001	0,289	1,865

Fonte: Autoria própria.

### Estabilidade Térmica

Observando a Figura 2, que representa a estabilidade térmica do

extrato bruto em temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C, pode-se constatar que a 40°C o extrato bruto no tempo de 0 a 100 minutos a atividade relativa se mantém em torno de 100%, o que é esperado, pois a enzima está em sua condição inicial, não tendo sofrido ainda degradação térmica significativa. Em 120 minutos a atividade começa a diminuir gradualmente, caindo para aproximadamente 70% até. Após esse tempo continua a perder atividade, mas de forma mais lenta. Em 300 minutos, a atividade cai para cerca de 40% e em 1200 minutos se aproxima de 20%.

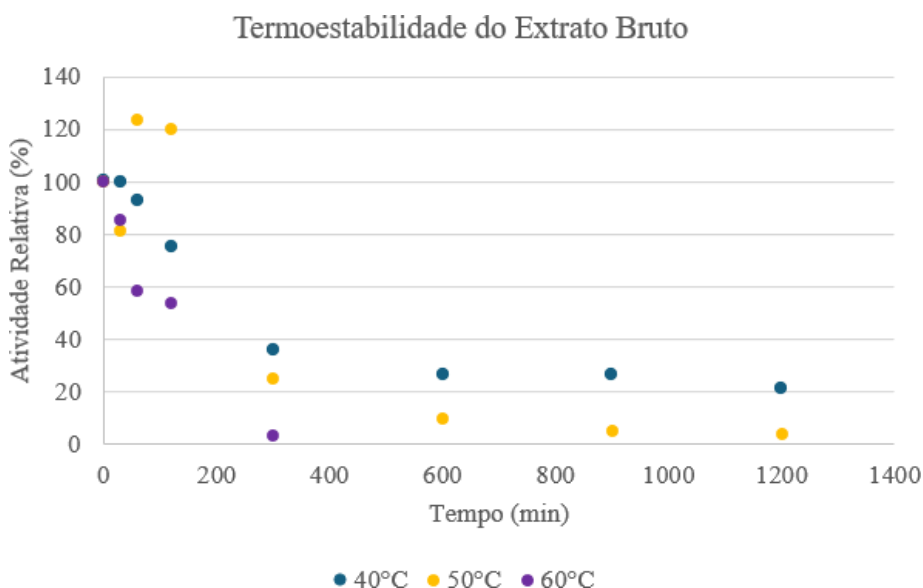
Já a 50°C a atividade enzimática inicial é mais baixa em comparação a 40°C ocorrendo uma redução de 20% comparada ao tempo 0, em 60 e 120 min há um aumento da atividade e se mantém em níveis relativamente elevados e após 300 min ocorre uma redução. De 300 a 1200 minutos continua a declinar rapidamente, chegando a menos de 10% em torno de 600 minutos. Ao final do experimento a atividade foi inexistente. Esses dados indicam que a 50°C, a enzima é instável e perde rapidamente sua funcionalidade e não consegue manter sua estabilidade térmica por períodos longos.

Vale ressaltar que o aumento da temperatura aumento da atividade enzimática após o tempo zero em estudos de termoestabilidade pode ocorrer por diversos fatores. O primeiro é devido a algumas enzimas apresentarem uma fase inicial de ativação quando expostas a certas condições de temperatura. Inicialmente a enzima pode não estar completamente ativada, e à medida que permanece em uma temperatura ideal ou ligeiramente superior, sua conformação pode se ajustar, resultando em um aumento temporário de sua atividade enzimática. A temperatura de 50 °C pode ter induzido mudanças na estrutura tridimensional da enzima e posicionar os resíduos do sítio ativo de maneira mais favorável para a ligação com o substrato, aumentando a eficiência catalítica. Esse ajuste estrutural pode resultar em um pico de atividade logo após a exposição inicial à temperatura, antes que ocorra qualquer

desnaturação térmica.

Por fim, a 60°C a estabilidade foi a mais baixa entre as temperaturas analisadas. A atividade enzimática inicial chega a aproximadamente 60% nas primeiras horas. Essa queda inicial mais acentuada sugere que, a 60°C, a enzima sofre maiores danos térmicos desde os primeiros momentos do experimento. Após 300 minutos, a atividade é praticamente inexistente. A enzima não mantém atividade significativa após 300 minutos. A partir de 300 minutos, a atividade é nula. Isso mostra que, a 60°C, a enzima é rapidamente desnaturada, tornando-se inativa em um curto período de tempo.

Figura 2: Estabilidade térmica do extrato bruto.



Fonte: Autoria própria, 2024.

O gráfico na Figura 3 retrata a estabilidade térmica do biocatalisador imobilizado em PHB, onde observa-se um comportamento distinto em comparação com o extrato bruto. A 40°C o biocatalisador imobilizado apresentou atividade relativa de 140 min até cerca de 120 minutos. Mantendo-se ativa por até 1200 minutos, com uma atividade de aproximadamente 30%, o que indica uma

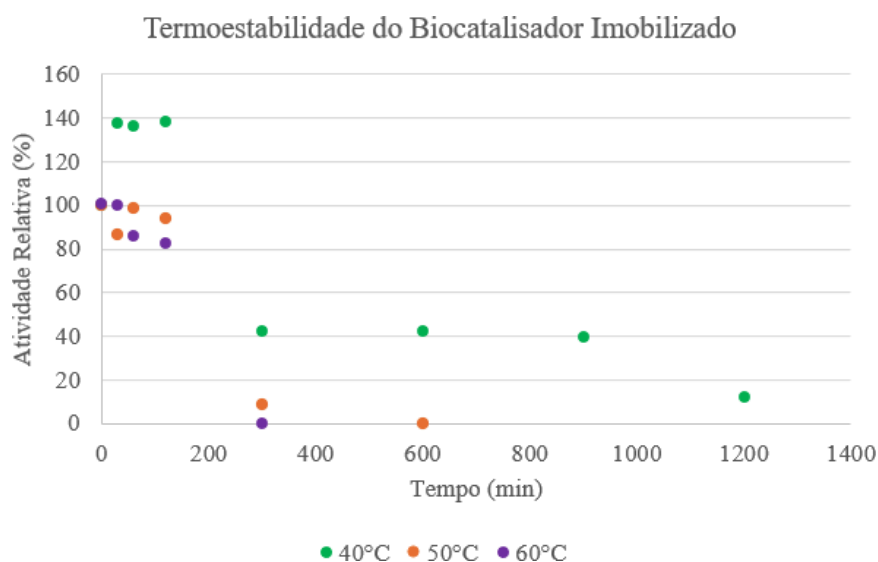
preservação durante os testes de estabilidade enzimática.

A 50°C nota-se a mesma instabilidade inicial apresentada pelo extrato bruto, mas atividade enzimática do biocatalisador a 50°C manteve-se relativamente estável por cerca de 120 minutos, com atividade próxima de 90%, mas houve uma diminuição mais rápida após esse período, chegando a 10%.

Embora o mesmo fato do aumento da atividade na temperatura ocorrer nos tempos entre 30 e 120 min, para 40 e 50%, fato ocorrido para o extrato bruto, pode ser explicado pela mesma justificativa dada anteriormente, deve-se considerar a precisão dos experimentos e assegurar que fatores experimentais (como o controle da temperatura e o tempo de leitura) estejam padronizados para evitar variações não intencionais. Se o aumento da atividade for consistente e reproduzível, é provável que ele esteja relacionado a um dos fatores mencionados acima.

Por fim, a 60°C, a atividade enzimática do biocatalisador sofreu o maior declínio até 120 min. A atividade inicial manteve-se relativamente alta (cerca de 80%), mas reduziu significativamente após 300 minutos e a atividade cai para valores próximos de zero já em 300 min.

Figura 3: Estabilidade térmica do biocatalisador imobilizado.



Fonte: Autoria própria, 2024.

De maneira geral, o biocatalisador imobilizado apresentou maior estabilidade térmica a 40°C, onde a enzima manteve uma alta atividade por um longo período. A imobilização em PHB parece ter conferido uma proteção adicional contra a desativação térmica, em comparação com o extrato bruto, o biocatalisador imobilizado apresenta uma estabilidade térmica muito superior, especialmente a 40°C, onde a atividade enzimática permanece em níveis elevados. A desativação da enzima ainda ocorre de forma gradual ao longo do tempo, sendo assim o suporte de PHB mostra-se eficiente em temperaturas mais baixas, como 40°C, conferindo uma estabilidade prolongada à enzima.

#### Tempo de Meia Vida

Analizando o extrato bruto, para 40 °C após 600 min a atividade permanece aproximadamente constante, logo o tempo de meia-vida a 40°C foi de 537 minutos. Contudo, é importante refazer os cálculos considerando o tempo final de 300 min, onde obteve-se o tempo de meia vida de 202, 6 min, que é o tempo onde a enzima atinge a atividade de 50%.

O tempo de meia-vida a 50°C foi de 262.5 minutos, que significa que a atividade enzimática decai pela metade nesse tempo. Já para 60 °C, a enzima foi completamente desativada em 600 min. Refazendo os cálculos, o tempo de meia-vida a 60°C, considerando o intervalo de 300 minutos, é de aproximadamente 162.3 minutos.

Já para os biocatalisadores imobilizados, o tempo de meia-vida considerando o estudo de temperatura a 40°C, onde houve um aumento inicial da temperatura após o tempo zero, foi de aproximadamente 557,6 minutos, indicando que, a essa temperatura, a enzima mantém sua atividade por um longo período antes de

perder metade de sua eficiência catalítica. Já para a temperatura de 50°C, o tempo de meia-vida estimado é de aproximadamente 294,4 minutos, o que significa que a atividade enzimática decai pela metade em um intervalo muito mais curto. Por fim, para a temperatura de 60°C, o tempo de meia-vida não pôde ser calculado, pois a atividade enzimática perde drasticamente atividade em 300 minutos. Isso sugere que a enzima foi completamente inativada antes de alcançar a meia-vida, resultando em um tempo de meia-vida teórico infinito.

Tais resultados comprovam que de acordo com os gráficos acima, de que a maior estabilidade foi observada a 40°C para o extrato bruto e para o biocatalisador imobilizado, onde a enzima mantém sua atividade por um período maior antes de atingir a meia-vida.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, este estudo reforça o potencial da imobilização enzimática como uma ferramenta eficaz para aumentar a eficiência e a vida útil de biocatalisadores em processos industriais, desde que parâmetros como a escolha do suporte e as condições de operação sejam adequadamente otimizados.

## REFERÊNCIAS

- ALI, S. *et al.* The Recent Advances in the Utility of Microbial Lipases: A Review. *Microorganisms*, v. 11, n. 2, p. 510, 2023.
- ATTIQUE, Syed Awais *et al.* Enzyme immobilization approaches. Academic Press: Foundations and Frontiers in Enzymology, 2023. cap. 3, p. 37-54. ISBN 9780323913171.
- DARIFF, A. P. *et al.* Produção e funcionalização de suporte de parafina

para imobilização enzimática. Revista Perspectiva, v. 45, n. 171, p. 73–83, 13 out. 2021.

DE SOUZA, M. R. *et al.* Comparative assessment of three RNA extraction methods for obtaining high-quality RNA from *Candida viswanathii* biomass. Journal of Microbiological Methods, v. 184, p. 106200, 2021.

HE, L. *et al.* Immobilization of *Candida antarctica* Lipase A onto Macroporous Resin NKA-9: Esterification and Glycerolysis Performance Study. Journal of oleo science, v. 71, n. 9, p. 1337–1348, 2022.

KUMAR, A. *et al.* Aplicações industriais de lipases fúngicas: uma revisão. Frente.

Microbiol. 14:1142536. doi: 10.3389/fmicb.2023.1142536, 2023.

## FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

## Capítulo 3

# UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE CÉLULAS COMBUSTÍVEIS MICROBIANAS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS COADUNADO À GERAÇÃO DE BIOENERGIA

João Vitor Aires Teixeira<sup>1</sup>  
Elki Cristina de Souza<sup>2</sup>

## RESUMO

Este estudo investigou a diversidade microbiana e as capacidades funcionais de comunidades em células combustíveis microbianas (CCMs) utilizando dados de sequenciamento de amplicon RNAr 16S de 267 amostras, distribuídas entre 35 estudos. A análise focou na co-ocorrência e abundância de microrganismos em diferentes fontes de efluentes, como lodo ativado, efluentes industriais e sedimentos de água doce. A classificação taxonômica revelou a predominância de filos como *Proteobacteria*, *Bacteroidota* e *Firmicutes*, com gêneros como *Geobacter* e *Shewanella* desempenhando papéis cruciais na transferência extracelular de elétrons. A inferência funcional, realizada via PICRUSt2, destacou rotas metabólicas associadas à respiração aeróbica, degradação de tolueno e redução de nitrato, essenciais para a degradação de poluentes e a geração de bioenergia. A análise de componentes principais (PCoA) e gráficos de Krona evidenciaram diferenças significativas nas comunidades microbianas entre as categorias de fontes de efluentes, influenciadas por fatores como salinidade e condições operacionais. Os resultados indicam que a eficiência das CCMs está fortemente ligada à composição microbiana e às condições ambientais, com implicações para a otimização de tecnologias bioeletroquímicas. Este estudo fornece uma base para o desenvolvimento de estratégias de engenharia de consórcios microbianos e a melhoria das condições operacionais das CCMs, contribuindo para o avanço de soluções sustentáveis no tratamento de efluentes e geração de energia renovável.

Palavras-chave: bioeletricidade, amplicon, QIIME 2, células combustíveis microbianas, metagenômica, biofilmes, transferência de elétrons, MetaCyc, PICRUSt2, bioenergia.

---

<sup>1</sup> Curso de Graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia,  
Universidade Federal do Tocantins, joao.aires1@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Doutora em Físico-Química, Curso de Química Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, elkicsouza@mail.uft.edu.br.



## INTRODUÇÃO

A crescente demanda por soluções sustentáveis para o tratamento de águas residuais e a geração de energia renovável tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias inovadoras, como as células combustíveis microbianas (CCMs). As CCMs são dispositivos bioeletroquímicos que utilizam microrganismos para converter matéria orgânica presente em águas residuais em energia elétrica, oferecendo uma abordagem dupla de tratamento de efluentes e produção de bioenergia. Este processo não apenas contribui para a mitigação de impactos ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos, mas também promove a geração de energia limpa, alinhando-se aos objetivos globais de sustentabilidade (JADHAV et al., 2021).

As CCMs são compostas por duas câmaras principais: a câmara anódica e a câmara catódica, separadas por uma membrana de troca iônica. Na câmara anódica, microrganismos decompõem a matéria orgânica, liberando elétrons e prótons, assim, elétrons são transferidos para o ânodo, um eletrodo condutor que coleta os elétrons gerados pelos microrganismos. Este fluxo de elétrons através de um circuito externo gera corrente elétrica de modo que, o cátodo, localizado na câmara catódica, recebe os elétrons que fluem pelo circuito e participa de reações de redução, geralmente envolvendo oxigênio ou outros aceptadores de elétrons. Especialmente, a câmara anódica é crucial para o funcionamento das CCMs, uma vez que abriga as comunidades microbianas responsáveis pela oxidação da matéria orgânica (LI, 2018).

Nos últimos anos, avanços significativos têm sido alcançados na compreensão das comunidades microbianas que habitam os efluentes das CCMs, as quais desempenham um papel crucial na eficiência do sistema. Estudos focados na caracterização dessas

comunidades, por meio de técnicas de sequenciamento de amplicon do RNAr 16S, têm revelado a diversidade e complexidade dos microbiomas procarióticos envolvidos, bem como suas capacidades metabólicas. No entanto, a variabilidade nas fontes de efluentes e nas condições operacionais ainda representa um desafio para a padronização e otimização das CCMs (BOLYEN et al., 2019).

A eficiência das CCMs está fortemente ligada à composição microbiana e à capacidade dos microrganismos de transferir elétrons para o ânodo, um processo frequentemente mediado por citocromos extracelulares e outras proteínas de transferência de elétrons, além de enzimas associadas a processos de redução de aceptadores de elétrons como nitratos e sulfatos.

A formação de biofilmes proporciona um ambiente estável e protegido para as comunidades microbianas, permitindo interações sinérgicas que potencializam a degradação de compostos orgânicos e a geração de corrente elétrica. A estrutura tridimensional dos biofilmes favorece a retenção de nutrientes e a resistência a condições adversas, assegurando a continuidade dos processos bioeletroquímicos mesmo em ambientes desafiadores.

No entanto, a complexidade dos consórcios microbianos e a diversidade de condições operacionais tornam desafiadora a otimização desses sistemas (BOLYEN et al., 2019).

Este estudo tem como objetivo realizar um levantamento detalhado da abundância de microrganismos em diferentes níveis taxonômicos em dados públicos de sequenciamento amplicon RNAr 16s de experimentos com CCMs, propondo-se a realizar uma meta-análise aliada a análises bioinformáticas para explorar a diversidade microbiana e suas inferências funcionais.

Ainda, o uso de ferramentas para inferência funcional em microbiomas a partir de genes marcadores, como o PICRUSt2, é capaz de fornecer informações valiosas para a modelagem de condições ideais de operação para os sistemas, definindo rotas

metabólicas representativas com base na distribuição taxonômica, em especial aquelas associadas a degradação de poluentes, transferência extracelular de elétrons e formação de biofilmes. A abordagem comparativa em relação às fontes de obtenção dos efluentes é fundamental para entender a sensibilidade e as mudanças nas classificações taxonômicas de acordo com essa categorização. Utilizando dados de sequenciamento disponíveis em bancos de dados públicos, buscamos identificar padrões que possam informar a otimização das condições operacionais das CCMs.

## MÉTODO E MATERIAIS

A busca por dados públicos foi centrada ao redor de registros de sequenciamento (runs.fastq.gz) amplicon RNAr 16s em amostras obtidas de estudos com células combustíveis microbianas registradas como "bioanode" ou "anode", de modo a capturar apenas informações acerca das comunidades microbianas associadas aos efluentes dos experimentos, sendo filtrada ao redor desses registros no NCBI Sequence Read Archive (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra>). Após cada pesquisa, o SRA Run Selector foi utilizado para obtenção dos metadados de cada amostra e os IDs de estudo únicos foram agrupados, de modo a definir as amostras válidas associadas a cada um, totalizando 267 amostras, distribuídas entre 35 estudos.

Os dados de tipos de efluentes aplicados foram as principais condições escolhidas a serem comparadas entre todas as amostras, de modo que os estudos foram identificados de acordo com suas autorias principais ou instituições e ano de publicação. A partir disso, a Tabela 1, com as divisões dos estudos por categorias distribuídas foi construída.

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Tabela 1 - Divisão dos estudos por categorias distribuídas entre tipos de efluentes.

Fonte da câmara anódica (IDENTIFICADOR)	Biofilmes iniciadores (BIOFILME)	Solo (SOLO)	Efluentes de usina de extração de óleo de palma (OLEO)	Efluentes de indústrias de conservas de peixe (PEIXE)	Lodo ativado/lodo anaeróbico de ETE/ETA (LODO)	Sedimentos de água doce (SEDIMENTO)	Chorume suíno (CHORUME)
Estudos (número de amostras)	SCHMIDT_2018 (4)	ALAGAPPA_2017 (2)	ALBARRACIN-ARIAS_2021 (2)	CASTELLANO-HINOJOSA_2024 (48)	DIA_2017 (4), ZHANG_2018 (1), LIU_2019 (4), BAEK_2021 (3), LI_2022 (3), PENN_2017 (3), PARK_2017 (1), WANG_2021 (5), SRINIVASAN_BUTLER_2017 (15), GUO_2020 (1), SHANDONG_2023 (10), DONGHUA_2023 (5), IRENA_2017 (10), CASR_2022 (4), ZHEJIANG_2020 (7), ZAKARIA_2018 (2), GUALTIERI_2023 (1), BEIHANG_2022 (4), LASCU_2022 (10), CUOG_2023 (20), FIHES_2023 (2), ZAKARIA_2023 (1), SCUT_2023 (2), SPIESS_2023 (1), DONGHUA_2022 (4), ZHANG_2020 (15), SPIESS_2021 (4), QI_2024 (2), CAO_2019 (4)	ZHAO_2017 (26)	CERILLO_2016 (40)
Total de amostras por categoria	4	2	2	48	145	26	40
Total geral	267						

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

As runs de sequenciamento de extremidades únicas (single-end) e pareadas (paired-end) foram importadas, separadamente, à pipeline de QIIME2 (distribuição Amplicon 2024.5), junto aos metadados associadas a cada amostra. Os dados foram processados pela extensão de redução de ruídos (denoising) com dada2, onde foram removidas leituras de baixa qualidade com base na escala PhredScore33 inerente aos arquivos de sequenciamento obtidos, com correção de erros de sequenciamento, identificação de variantes de sequência únicas (ASVs) e remoção de sequências quiméricas. Assim, foi produzida uma tabela de ASVs (também registradas como “features”), contendo a contagem de cada variante de sequência única em cada amostra e uma lista de sequências representativas, além de um sumário estatístico que inclui o número de leituras

filtradas, corrigidas e retidas, bem como a quantidade de quimeras detectadas e removidas.

As tabelas de ASVs para os grupos de amostras de ambas as extremidades foram agrupadas e analisadas de modo a estudar a profundidade de sequenciamento entre elas. A partir disso, de modo a comparar classificações e abundâncias taxonômicas de forma justa e considerando a alta variabilidade dos dados, foi realizada rarefação ao redor da profundidade de sequenciamento de 900, gerando uma tabela rarefeita com 29082 ASVs (como foram definidos 54367 ASVs totais nas tabelas originais, houve perda de 46,57% após rarefação).

#### Classificação taxonômica e visualizações de dados

Com a tabela rarefeita e as sequências representativas, a classificação taxonômica foi performada com a extensão classify utilizando o classificador Naive Bayes do banco de dados Greengenes2 2022.10, com sequências de comprimento total, treinado em 15 de maio de 2024, com confiança de  $10^{-2}$ .

A partir da taxonomia, foi gerado um gráfico de Krona via Krona-Tools para análise de abundâncias relativas entre todas as amostras, além do cálculo da dissimilaridade de Brayer-Curtis, utilizado para geração de um gráfico de PCoA (Análise de Coordenadas Principais) visualizado e anotado com Emperor, para comparação das similaridades das amostras entre as diferentes categorias. As ocorrências de filos e gêneros, bem como suas abundâncias e as sequências representativas foram exportadas para o formato tabular e .biom (formato HDF5) e .fasta, respectivamente, de modo que as contagens passaram por transformação de Hellinger executada via biblioteca numpy do Python. Após isso, com auxílio das bibliotecas pandas, seaborn e matplotlib, foram geradas redes de filos, famílias e gêneros com base nas contagens transformadas entre

todas as amostras.

### Inferência de abundâncias funcionais

Utilizando os dados de abundância em formato .biom e as sequências representativas em formato .fasta, a ferramenta PICRUSt2 (Investigação Filogenética de Comunidades por Reconstrução de Estados Não Observados) foi empregada para inferir as abundâncias funcionais com base em genes marcadores, permitindo a análise das capacidades metabólicas potenciais das comunidades microbianas presentes nas amostras. Além disso, os dados de rotas metabólicas foram extraídos considerando os registros no banco de dados MetaCyc (registros PWY), sendo filtrados para identificar caminhos metabólicos de interesse, especificamente aqueles relacionados à produção de corrente elétrica, formação de biofilmes e degradação de diversos poluentes. As abundâncias das rotas metabólicas mais abundantes e das rotas de interesse foram visualizadas via matplotlib do Python. Todos os scripts customizados, gráficos e arquivos .qzv de visualização em QIIME2 com suas respectivas proveniências foram registrados no seguinte repositório do GitHub: <https://github.com/jvtarss/ccm-2024>.

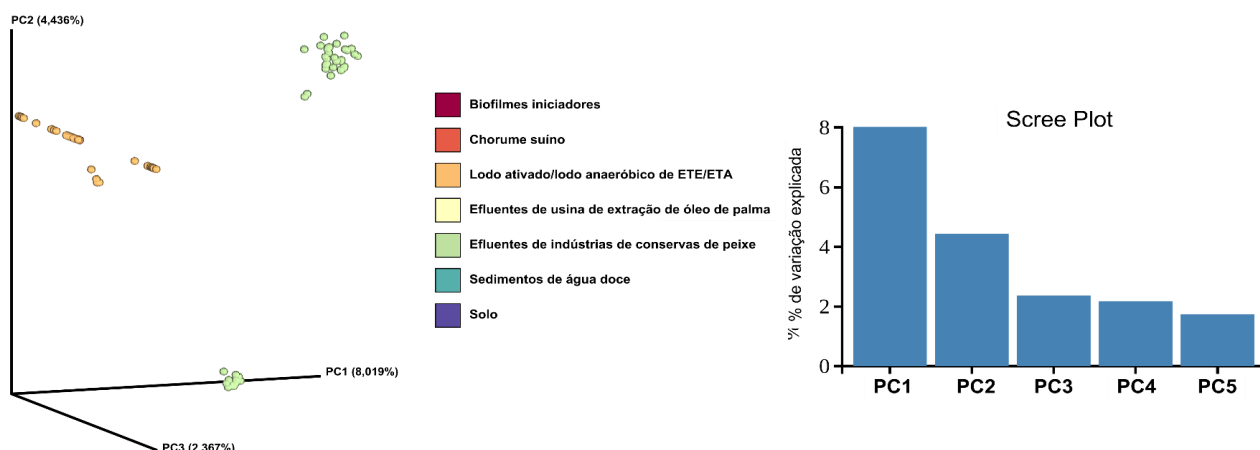
### DADOS E DISCUSSÃO

A Imagem 1 apresenta o gráfico de PCoA com três componentes principais, à esquerda, cada um representando uma porção da variância nas amostras enquanto, à direita, o scree plot exibe a porcentagem de variância explicada por cada eixo, auxiliando na identificação dos eixos que melhor representam as diferenças entre as amostras. Os eixos principais selecionados para representar a semelhança entre as amostras foram: PC1 (8,019%), PC2 (4,436%) e PC3 (2,367%).

## Horizontes Científicos da UFT: Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Imagem 1 - Gráfico de PCoA com três componentes principais, à esquerda. À direita, scree plot com a porcentagem de variância explicada por cada eixo.



Fonte: Elaborada pelos autores via QIIME2 (extensão de dissimilaridade Bray-Curtis), visualizada e editada via Emperor (2024).

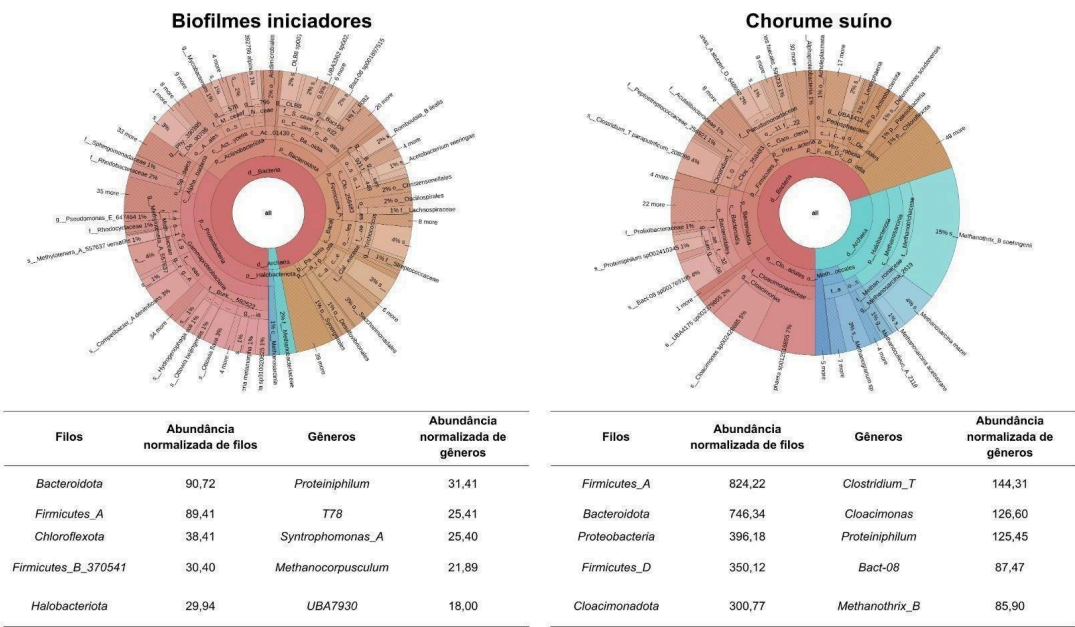
Em especial, é possível destacar o comportamento distinto dos grupos de amostras associados aos efluentes de indústrias de conservas de peixes, principalmente devido ao fato de que, para o estudo associado a essa categoria, foram comparados os desempenhos de células combustíveis microbianas sob diferentes condições de salinidade.

Nessa visualização, as amostras associadas a níveis nulos e baixos de salinidade se distanciaram significativamente daquelas a níveis intermediários e altos. Embora haja uma convergência relativa, foram observadas divergências no agrupamento das amostras relacionadas a lodo ativado/lodo anaeróbico de ETE/ETA. Isso se deve, em especial, às diferentes abordagens de três estudos: LASCU\_2022 utilizou regimes de batelada alimentada, que alteram significativamente a distribuição de nutrientes e, conseqüentemente, o levantamento de ASVs, além de modificadores de ânodos de

carbono com nanoestruturas derivadas de polianilina contendo nitrogênio. Por outro lado, PARK\_2017 aplicou a metodologia de pirosequenciamento, que pode influenciar a profundidade geral de sequenciamento e consequente detecção de ASVs.

Em contraste, as demais amostras associadas a lodo ativado/lodo anaeróbico de ETE/ETA, biofilmes iniciadores, chorume suíno, efluentes de usina de extração de óleo de palma, sedimentos de água doce e solo mostraram uma convergência semelhante entre si. A Imagem 2 inclui os gráficos de Krona montados a partir das classificações taxonômicas entre todas as amostras, bem como as tabelas com filos e gêneros proeminentes entre as categorias selecionadas.

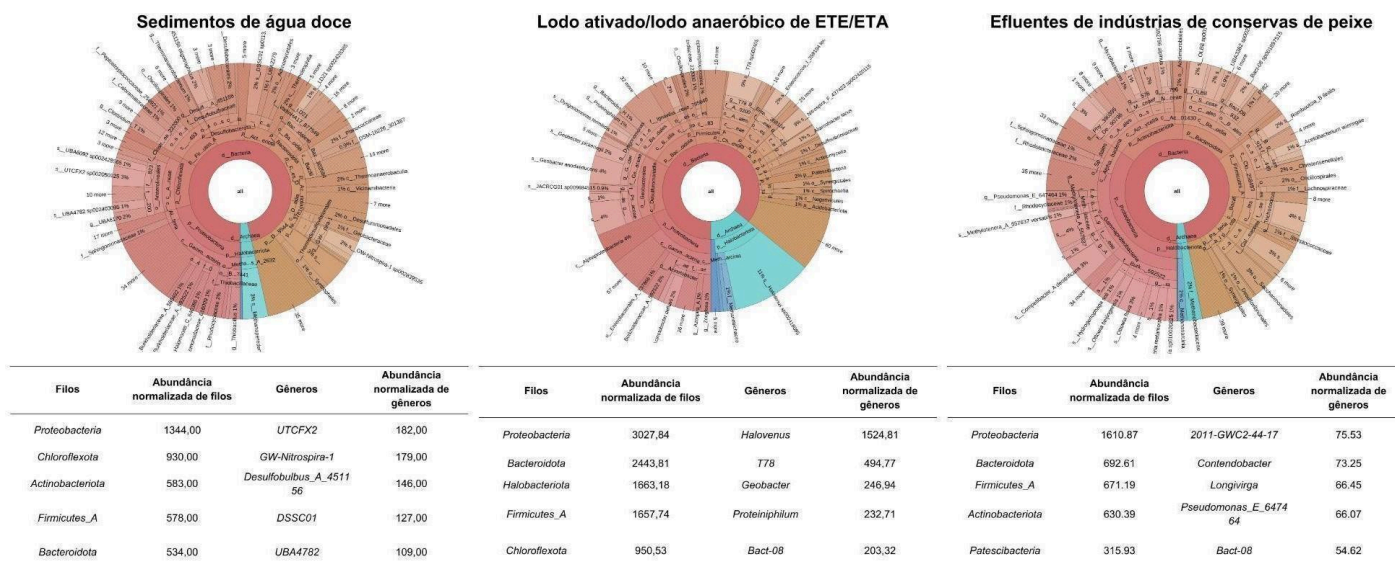
Imagem 2 - Gráficos de Krona e tabelas com os cinco filos e gêneros mais abundantes para cada categoria.



Fonte: Elaborada pelos autores via Krona-Tools (2024).



## Horizontes Científicos da UFT: Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)



Nos efluentes de usina de extração de óleo de palma, a predominância de *Proteobacteria* (82,00) e *Shewanella* (18,00) sugere um ambiente rico em matéria orgânica e metais pesados, onde a respiração anaeróbica e a redução de metais são cruciais. A presença de *Firmicutes\_A* (62,00) e *Anaerocolumna* (11,00) indica condições anaeróbicas, comuns em efluentes industriais. Comparativamente, no solo, a alta abundância de *Proteobacteria* (178,32) e *Chryseolinea* (14,00) reflete a versatilidade metabólica necessária para a degradação de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, essenciais para a saúde do solo.

Os biofilmes iniciadores apresentam uma composição dominada por *Bacteroidota* (90,72) e *Proteiniphilum* (31,41), indicando um ambiente propício para a fermentação e degradação anaeróbica. A presença de *Syntrophomonas\_A* (25,40) sugere interações sintrofias, importantes para a degradação de compostos complexos. Em contraste, o chorume suíno é caracterizado por uma alta abundância de *Firmicutes\_A* (824,22) e *Clostridium\_T* (144,31), refletindo um ambiente anaeróbico rico em matéria orgânica, onde a fermentação é predominante.

Nos sedimentos de água doce, a dominância de *Proteobacteria* (1344,00) e *UTCFX2* (182,00) destaca a importância da ciclagem de nutrientes e degradação de matéria orgânica em ambientes aquáticos. A presença de *Desulfobulbus\_A\_451156* (146,00) sugere processos de redução de sulfato, comuns em ambientes anóxicos. Já no lodo ativado/lodo anaeróbico de ETE/ETA, a alta abundância de *Proteobacteria* (3027,84) e *Geobacter* (246,94) indica a degradação de matéria orgânica e redução de metais, essenciais em lodos de tratamento de águas residuais.

Nos efluentes de indústrias de conservas de peixe, a alta abundância de *Proteobacteria* (1610,87) é frequentemente associada a ambientes aquáticos e salinos devido à sua versatilidade metabólica e capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. *Proteobacteria* são conhecidos por sua capacidade de degradar uma ampla gama de compostos orgânicos, o que é relevante em efluentes industriais que contêm matéria orgânica complexa. O gênero *2011-GWC2-44-17* (75,53), embora menos conhecido, pode estar relacionado a grupos microbianos que prosperam em condições específicas, como alta salinidade, que é uma característica comum em efluentes de indústrias de conservas de peixe. A presença de *Bacteroidota* (692,61) e *Contendobacter* (73,25) também sugere a capacidade de degradação de compostos orgânicos complexos, uma vez que esses grupos são frequentemente encontrados em ambientes ricos em matéria orgânica.

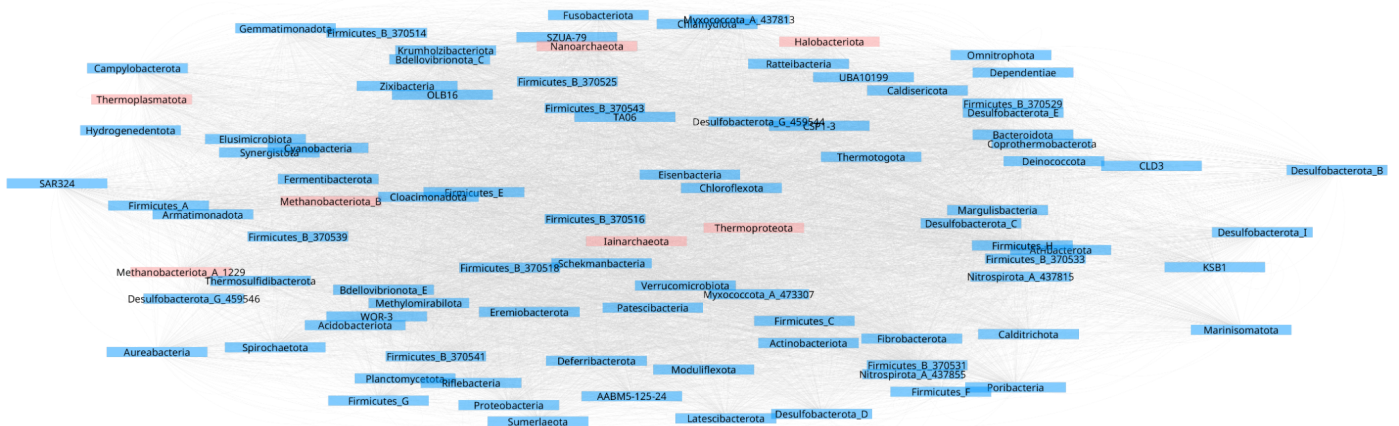
Com base nessas análises, algumas condições operacionais ideais para células combustíveis microbianas podem ser definidas, como ambientes ricos em matéria orgânica e condições anaeróbicas favorecem a presença de *Firmicutes* e *Clostridium*, que são eficazes na fermentação e degradação de compostos complexos especialmente considerando que presença de *Proteobacteria* é crucial para a degradação de matéria orgânica e ciclagem de

## Horizontes Científicos da UFT: Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

nutrientes, especialmente em ambientes aquáticos e solos. Além disso, a adaptação a condições salinas, como observado nos efluentes de conservas de peixe, pode ser vantajosa para aplicações em ambientes industriais específicos.

A Imagem 3 traz uma rede de filotaxas entre todas as amostras gerada com base em abundâncias e correlações dos filotaxas entre todas as amostras, após transformação de Hellinger:

Imagem 3 - Rede de filotaxas com base na análise de correlação com base em abundâncias taxonômicas entre todas as amostras após transformação de Hellinger.



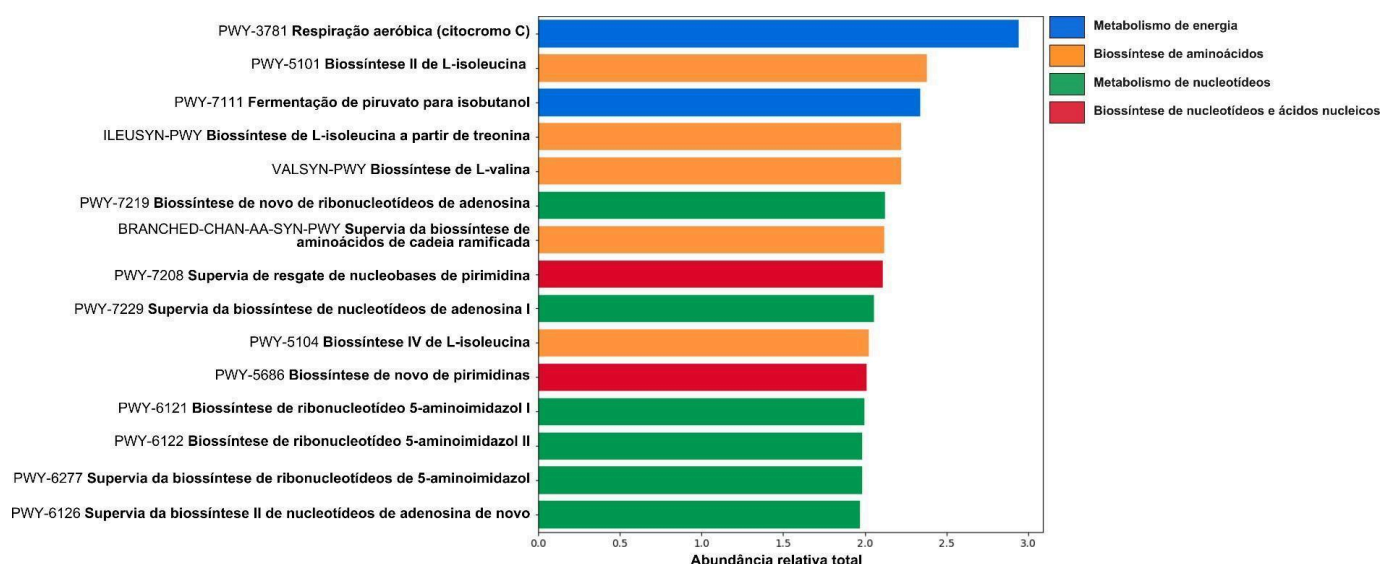
Fonte: Elaborada pelos autores via bibliotecas matplotlib, numpy, pandas e seaborn do Python (2024).

A rede de filotaxas mostra que *Proteobacteriota*, *Firmicutes*, *Planctomycetota*, *Riflibacteriota*, *Sumarileota* e *Deferribacteriota* compartilham similaridades em suas ocorrências, sugerindo uma interação sinérgica entre esses grupos. *Proteobacteriota*, conhecidos por gêneros como *Geobacter* e *Shewanella*, são fundamentais na transferência extracelular de elétrons, essencial para a produção de corrente elétrica. Nesse contexto, representantes de *Firmicutes*

contribuem para a formação de biofilmes robustos, que são cruciais para a estabilidade das comunidades microbianas no ânodo. Sobretudo, *Planctomycetota*, embora menos estudados, podem participar na degradação de compostos orgânicos complexos, auxiliando na degradação de poluentes complexos. Ademais, *Riflebacteria* e *Sumarleota*, ainda que menos caracterizados, podem desempenhar papéis complementares na manutenção do biofilme e na ciclagem de nutrientes. *Deferribacterota* são conhecidos por sua capacidade de reduzir compostos de ferro, influenciando na transferência extracelular de elétrons e produção de corrente elétrica.

O gráfico com as 20 rotas metabólicas inferidas via PICRUST2 com maiores abundâncias relativas totais encontra-se representado pela Imagem 4.

Imagem 4 - 20 rotas metabólicas inferidas via PICRUST2 com maior abundância relativa total.



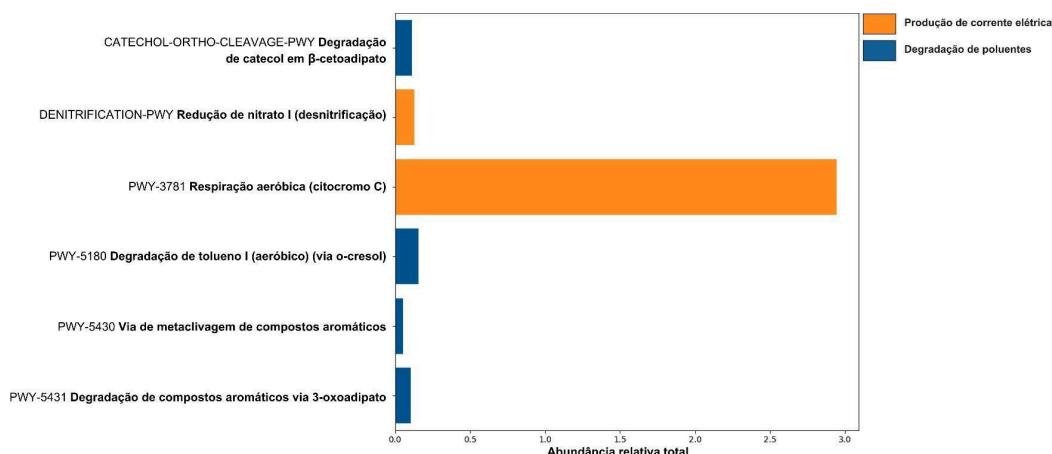
Fonte: Elaborada pelos autores via pandas, matplotlib e seaborn (2024).

A partir da Imagem 4 é possível avaliar a prevalência de rotas metabólicas associadas a processos vitais como o metabolismo de

energia, a biossíntese de aminoácidos e o metabolismo e biossíntese de nucleotídeos e ácidos nucleicos, o que é plausível considerando a análise de um microbioma global extremamente diverso.

Contudo, o gráfico com 6 rotas metabólicas de interesse à operação e aplicação de células combustíveis microbianas via PICRUST2 encontra-se representado pela Imagem 5.

Imagem 5 - 6 rotas metabólicas de interesse a tecnologia de células combustíveis microbianas inferidas via PICRUST2 e respectivas abundâncias relativas totais.



Fonte: Elaborada pelos autores via pandas, matplotlib e seaborn (2024).

A partir da Imagem 5 torna-se evidente a prevalência da rota associada à respiração aeróbica (PWY-3781), não somente essencial e associada ao metabolismo de energia, como também uma representante de enzimas como os citocromos C extramembrana (omC). Em especial, destaca-se a abundância relativa total semelhante entre três rotas de grande importância para a degradação de diferentes poluentes: as de degradação do tolueno (CATECHOL-ORTHO-CLEAVAGE-PWY e PWY-5180), que cumprem

papel-chave na assimilação de compostos aromáticos complexos, além da de redução de nitrato (DENITRIFICATION-PWY), que não apenas atua no ciclo do nitrogênio, mas também está associada à transferência extracelular de elétrons pelo uso de nitrato como um aceitador sob condições anaeróbicas. Cabe ressaltar que, para a visualização, foram selecionadas rotas metabólicas conhecidas já estudadas em trabalhos com células combustíveis microbianas e que puderam ser inferidas pela ferramenta aplicada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou a complexidade e diversidade dos microbiomas em células combustíveis microbianas (CCMs), revelando a importância de filos como *Proteobacteria*, *Bacteroidota* e *Firmicutes* para a configuração de experimentos com CCMs. A análise funcional indicou a prevalência de rotas metabólicas associadas à respiração aeróbica, degradação de compostos aromáticos e redução de nitrato, destacando o potencial das CCMs para o tratamento de efluentes e a produção de energia limpa.

A análise permitiu identificar padrões de co-ocorrência e abundância de microrganismos, com destaque para a alta abundância de *Proteobacteria* em diversas fontes de efluentes, como de indústrias de conservas de peixe e lodo ativado/lodo anaeróbico de ETE/ETA. A presença de gêneros como *Geobacter* e *Shewanella*, fundamentais na transferência extracelular de elétrons, foi observada em ambientes ricos em matéria orgânica e condições anaeróbicas.

Os resultados deste estudo fornecem uma base sólida para o desenvolvimento de tecnologias bioeletroquímicas mais eficientes e sustentáveis. Futuras pesquisas devem explorar a influência de diferentes fatores operacionais e a engenharia de consórcios microbianos para otimizar o desempenho das CCMs.

## REFERÊNCIAS

- ALBARRACIN-ARIAS J. A. et al. Microbial community dynamics and electricity generation in MFCs inoculated with POME sludges and pure electrogenic culture. *International Journal of Hydrogen Energy* v. 46 n. 74 p. 36903–36916 26 out. 2021.
- BAEK G.; SAIKALY P. E.; LOGAN B. E. Addition of a carbon fiber brush improves anaerobic digestion compared to external voltage application. v. 188 p. 116575–116575 1 jan. 2021.
- BOLYEN, Evan *et al.* Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2. *Nature Biotechnology*, v. 37, n. 8, p. 852-857, 2019.
- CALLAHAN, Benjamin J.; MCMURDIE, Paul J.; ROSEN, Michael J.; et al. DADA2: high-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nature methods*, v. 13, n. 7, p. 581, 2016.
- CAO Y. et al. Electricigens in the anode of microbial fuel cells: pure cultures versus mixed communities. *Microbial Cell Factories* v. 18 n. 1 19 fev. 2019.
- CASTELLANO-HINOJOSA A. et al. Hydraulic retention time drives changes in energy production and the anodic microbiome of a microbial fuel cell (MFC). *Journal of Water Process Engineering* v. 59 p. 104966–104966 1 mar. 2024.
- Cerrillo M. Oliveras J. Viñas M. Bonmatí A. 2016. Comparative assessment of raw and digested pig slurry treatment in bioelectrochemical systems. *Bioelectrochemistry* 110 69-78. doi: 10.1016/j.bioelechem.2016.03.004
- DAI K. et al. Electricity production and microbial characterization of thermophilic microbial fuel cells. *Bioresource Technology* v. 243 p. 512–519 1 nov. 2017.
- DOUGLAS, G. M. et al. PICRUSt2 for prediction of metagenome functions. *Nature Biotechnology*, v. 38, n. 6, p. 685–688, jun. 2020.
- GUALTIERI M. et al. The importance of the electron acceptor:

- Comparison between flooded and tidal bioelectrochemical systems for wastewater treatment and nutrients enriched solution production. *Bioresource Technology Reports* v. 24 p. 101617-101617 1 dez. 2023.
- GUO H. et al. The oil removal and the characteristics of changes in the composition of bacteria based on the oily sludge bioelectrochemical system. *Scientific Reports* v. 10 n. 1 p. 15474 23 set. 2020.
- HALKO, Nathan; MARTINSSON, Per-Gunnar; SHKOLNISKY, Yoel; TYGERT, Mark. An Algorithm for the Principal Component Analysis of Large Data Sets. *SIAM Journal on Scientific Computing*, 2011. Disponível em: <https://epubs.siam.org/doi/abs/10.1137/100804139>. Acesso em: 22 fev. 2022.
- JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution floral. *Bull. Soc. Vard. Sci. Nat*, v. 44, p. 223-270, 1908.
- JADHAV, D. A. et al. Modeling and optimization strategies towards performance enhancement of microbial fuel cells. *Bioresource Technology*, v. 320, p. 124256, jan. 2021.
- KATOH, Kazutaka; STANDLEY, Daron M. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular biology and evolution*, v. 30, n. 4, p. 772-780, 2013.
- LANE, DJ. 16S/23S rRNA sequencing. In: STACKEBRANDT, E.; GOODFELLOW, M. (Ed.). *Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematics*. New York: John Wiley and Sons, 1991. p. 115-175.
- LASCU I. et al. Polyaniline-Derived Nitrogen-Containing Carbon Nanostructures with Different Morphologies as Anode Modifier in Microbial Fuel Cells. *International Journal of Molecular Sciences* v. 23 n. 19 p. 11230-11230 23 set. 2022.
- LI, M. et al. Microbial fuel cell (MFC) power performance improvement through enhanced microbial electrogenicity. *Biotechnology Advances*, v. 36, n. 4, p. 1316-1327, jul. 2018.
- LEGENDRE, Pierre; LEGENDRE, Louis. *Numerical Ecology*. 3. ed. Elsevier, 2012. p. 499.



- LI J. et al. Enrichment of sulfur-oxidizing bacteria using S-doped NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanosheets as the anode in microbial fuel cell enhances power production and sulfur recovery. *Science of the total environment* v. 844 p. 156973–156973 1 out. 2022.
- LIU C. et al. Methanotrix enhances biogas upgrading in microbial electrolysis cell via direct electron transfer. *Bioresource Technology* v. 291 p. 121877–121877 1 nov. 2019.
- MCDONALD, Daniel; CLEMENTE, Jose C.; KUCZYNSKI, Justin; et al. The Biological Observation Matrix (BIOM) format or: how I learned to stop worrying and love the ome-ome. *GigaScience*, v. 1, n. 1, p. 7, 2012.
- OBILEKE, K. et al. Microbial fuel cells, a renewable energy technology for bio-electricity generation: A mini-review. *Electrochemistry Communications*, v. 125, p. 107003, abr. 2021.
- PARK Y. et al. Response of microbial community structure to pre-acclimation strategies in microbial fuel cells for domestic wastewater treatment. *Bioresource Technology* v. 233 p. 176–183 jun. 2017.
- PARKS, D. H. et al. GTDB: an ongoing census of bacterial and archaeal diversity through a phylogenetically consistent, rank normalized and complete genome-based taxonomy. *Nucleic Acids Research*, 14 set. 2021.
- PRICE, Morgan N.; DEHAL, Paramvir S.; ARKIN, Adam P. FastTree 2--approximately maximum-likelihood trees for large alignments. *PloS one*, v. 5, n. 3, p. e9490, 2010.
- SCHMIDT A.-M. et al. Development of a production chain from vegetable biowaste to platform chemicals. v. 17 n. 1 13 jun. 2018.
- SPIESS S. et al. Impact of Carbon Felt Electrode Pretreatment on Anodic Biofilm Composition in Microbial Electrolysis Cells. *Biosensors* v. 11 n. 6 p. 170–170 26 maio 2021.
- SPIESS S. et al. Zinc recovery from bioleachate using a microbial electrolysis cell and comparison with selective precipitation. *Frontiers in Microbiology* v. 14 17 ago. 2023.
- SRINIVASAN V. N.; BUTLER C. S. Ecological and Transcriptional

Responses of Anode-Respiring Communities to Nitrate in a Microbial Fuel Cell. *Environmental Science & Technology* v. 51 n. 9 p. 5334–5342 18 abr. 2017.

URIA, N. et al. Electrochemical performance and microbial community profiles in microbial fuel cells in relation to electron transfer mechanisms. *BMC Microbiology*, v. 17, n. 1, 18 out. 2017.

VÁZQUEZ-BAEZA, Yoshiki et al. Bringing the dynamic microbiome to life with animations. *Cell host & microbe*, v. 21, n. 1, p. 7-10, 2017.

VÁZQUEZ-BAEZA, Yoshiki; PIRRUNG, Meg; GONZALEZ, Antonio; KNIGHT, Rob. EMPeror: a tool for visualizing high-throughput microbial community data. *Gigascience*, v. 2, n. 1, p. 16, 2013.

WANG X.-T. et al. Microbial electrolysis cells (MEC) accelerated methane production from the enhanced hydrolysis and acidogenesis of raw waste activated sludge. *Chemical Engineering Journal* v. 413 p. 127472 jun. 2021.

WEISS, Sophie; XU, Zhenjiang Zech; PEDDADA, Shyamal; et al. Normalization and microbial differential abundance strategies depend upon data characteristics. *Microbiome*, v. 5, n. 1, p. 27, mar. 2017.

ZAKARIA B. S. et al. Impact of antimicrobial silver nanoparticles on anode respiring bacteria in a microbial electrolysis cell. *Chemosphere* v. 213 p. 259–267 1 dez. 2018.

ZAKARIA B. S. et al. Responses of Syntrophic Microbial Communities and Their Interactions with Polystyrene Nanoplastics in a Microbial Electrolysis Cell. 1 jan. 2023.

ZHANG L. et al. Degradation of p-nitrophenol by coupled cathodic reduction and anodic oxidation in a self-powered bioelectrochemical system and analysis of microbial community. *Desalination and Water Treatment* v. 132 p. 179–187 1 jan. 2018.

ZHANG Y. et al. In-situ mineral CO<sub>2</sub> sequestration in a methane producing microbial electrolysis cell treating sludge hydrolysate. *Journal of Hazardous Materials* v. 394 p. 122519 jul.2020.

ZHAO Q. et al. Long-term performance of sediment microbial fuel cells

with multiple anodes.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Tocantins (FAPT).

## Capítulo 4

# IMOBILIZAÇÃO DE $\beta$ -GALACTOSIDASE EM SUPPORTES ORGÂNICOS E SINTÉTICOS

Jessica Ferreira de Almeida<sup>1</sup>  
Alex Fernando de Almeida<sup>2</sup>

### RESUMO

A  $\beta$ -galactosidase, conhecida também como lactase, é uma importante enzima no processo de hidrólise da lactose, convertendo em glicose e galactose. Amplamente utilizada na indústria de laticínios. No entanto, uma dificuldade comum no uso industrial da enzima é sua baixa estabilidade e dificuldade de reutilização. Para resolver esses problemas, uma solução promissora é a imobilização enzimática, que permite não só a reutilização da enzima, mas também um maior controle sobre as reações. Neste trabalho, foi realizado um estudo para imobilizar a  $\beta$ -galactosidase por ligação covalente, utilizando dois tipos de suportes: o PHB (polihidroxibutirato), um material orgânico, e a sílica gel, um suporte sintético, ambos ativados com glutaraldeído. Após o processo de imobilização, foram analisados parâmetros cruciais como a atividade enzimática, concentração de proteínas, rendimento de imobilização, termoestabilidade e tempo de meia-vida da enzima. Esses testes foram essenciais para avaliar a viabilidade do método, visando melhorar a eficiência do uso da  $\beta$ -galactosidase em processos de forma sustentável e econômica.

Palavras-chave: B-Galactosidase; Imobilização;  
Termodinâmica; Bioprocessos.

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Pibic/CNPQ, Universidade Federal do Tocantins, jessica.ferreira@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup>Doutor em Microbiologia Aplicada, Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins, alexfernando@mail.uft.edu.br

## INTRODUÇÃO

A lactase industrial pode ser produzida por diversos microrganismos, comumente por via fúngica, utilizando leveduras ou fungos filamentosos. A seleção do método de produção varia de acordo com a aplicação da enzima. Para a indústria, a imobilização da  $\beta$ -galactosidase tem sido objeto de interesse especial há vários anos e foi investigada para diversos materiais (SASS & JÖRDENING, 2020).

A absorção da lactose pelo organismo requer a presença da enzima  $\beta$ -galactosidase, também conhecida como lactase, que realiza a hidrólise desse dissacarídeo, liberando dois monossacarídeos, a glicose e a galactose. A  $\beta$ -galactosidase é empregada pelas indústrias de laticínios no desenvolvimento de produtos lácteos com baixos teores de lactose e com características sensoriais. Estas podem ser superadas através da imobilização enzimática, pois permite a reutilização da enzima e um maior controle reacional (DAMIN *et al.*, 2021)

O objetivo do presente trabalho foi imobilizar por ligação covalente a enzima  $\beta$ -Galactosidase em suporte orgânico, PHB, e sintético, sílica gel, ativados com glutaraldeído. Posteriormente, avaliar a atividade enzimática, proteínas, o rendimento de imobilização, a atividade recuperada, termo estabilidade e tempo de meia vida.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta etapa, foram descritos os materiais e métodos utilizados durante as atividades realizadas. Foram empregados reagentes de grau analítico, e todas as vidrarias foram esterilizadas em autoclave para assegurar a qualidade e minimizar possíveis erros.

## 2.1 Preparo da enzima comercial

Utilizou-se a enzima  $\beta$ -galactosidase (10.000 U.FCC) da linhagem *Aspergillus oryzae*. Gentilmente cedida pela empresa Deslac, apresenta-se encapsulada em forma de pó branco, levemente amarelado.

De acordo com as definições do fabricante, as condições ótimas para a enzima na forma livre são faixa de pH entre 2,5 e 5,0 e temperatura entre 30 e 40°C. Foi diluída uma drágea da Lactase em 30 ml, testada a diluição com água destilada e tampão McIlvaine pH 4,5 e centrifugada a 3.000 rpm por 15 minutos.

## 2.2 Curva de calibração God Pap

Inicialmente foi preparado uma Solução de Glicose 5 mg/mL utilizando a Dextrose anidra

P.A. onde cada concentração foi diluída e transferido para um béquer. Em tubos de ensaio, adicionou-se 2 mL do kit Glicose PAP Liquiform e levado ao banho maria a 37°C por 5 minutos, em seguida foi acrescentado 20  $\mu$ l de cada diluição e deixou-se por mais 5 minutos em banho maria, em seguida foi levado para o banho de ebulição (100°C) por 1 minuto. Após resfriado foi realizada a medida no espectrofotômetro a 505 nm. Sendo assim obtido o valor de  $\mathcal{E}$  através da Eq.1. necessária para o cálculo da atividade enzimática.

$\mathcal{E} = \text{Coeficiente angular} * \text{Massa molar (glicose)} * \text{Caminho Óptico}$

Eq.(1)

## 2.3 Curva de calibração SAB pelo método de Bradford

O preparo foi realizado utilizando-se o padrão SAB nas concentrações de 0,1 mg/mL e 0,2 mg/mL, e em tubos de ensaio foi

adicionado o padrão SAB, água destilada e 600 µl de Bradford, em seguida, aguardou-se 5 minutos antes de realizar a medida no espectrofotômetro a 595 nm.

#### 2.4 Atividade enzimática da Lactase

O meio reacional foi preparado utilizando tampão McIlvaine pH 4,5 com 2% de lactose. Na primeira reação, 900 µl do meio foi incubado a 37°C por 5 minutos, seguido da adição de 100 µl da amostra contendo a enzima (ou 0,1 g do derivado) e reincubado por mais 5 minutos, sendo a reação interrompida após 1 minuto por choque térmico a 90°C. Na segunda reação, 2 mL do reagente Glicose PAP foi incubado a 37°C por 5 minutos, seguido da adição de 20 µl da amostra da primeira reação, também incubada por 5 minutos e interrompida com choque térmico. A absorbância foi medida a 505 nm, e o cálculo da atividade foi realizado conforme a equação 2.

$$\text{Atividade enzimática } \left( \frac{U}{ml} \right) = \frac{Abs \text{ final} - Abs \text{ Inicial}}{\epsilon} \times \frac{1}{V_i} \times 10^3 \times V_f \times \frac{1}{t \text{ (min)}} \times \text{diluição} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:  $\epsilon$  = coeficiente de extinção molar ( $M^{-1} \cdot cm^{-1}$ ); Abs = absorbância;  $V_i$  = volume inicial (volume de enzima adicionado para iniciar a reação);  $V_f$  = volume final da reação (de acordo com o cálculo da concentração de pNP na curva de calibração);  $t$  (min) = tempo da reação em minutos.

#### 2.5 Dosagem de proteína Lactase

As proteínas totais foram determinadas utilizando método de Bradford, utilizando soroalbumina bovina como padrão (BRADFORD, 1976).

Para a realização do cálculo de proteína foi utilizada a seguinte equação:

$$X \text{ Proteína } \left( \frac{\mu g}{ml} \right) = \frac{Abs - b}{a} * \text{diluição} \quad \text{Eq (3)}$$

Onde: Abs = absorbância; b e a = resultado presente na equação da reta gerada na curva de calibração SAB; diluição = utilizada para quantificação da proteína.

## 2.6 Imobilização

A imobilização da  $\beta$ -galactosidase foi realizada por ligação covalente, utilizando os suportes orgânico (PHB) e sintético (sílica gel). O preparo dos suportes envolveu lavagem com dois reagentes: álcool etílico P.A. (1:10) e ácido HCl 0,1 M (1:5), sob agitação de 100 rpm por 6 horas a 24°C. Em seguida, os suportes foram filtrados, lavados com água destilada e ativados com solução de glutaraldeído 2,5% (1:10), agitados por 22 horas a 150 rpm e 24°C. Após lavagem com tampão fosfato de sódio pH 5,0, foram secos a 60°C por 5 horas. Para a imobilização, 0,5 g de cada suporte foi incubado com 4,5 mL de enzima em shaker a 110 rpm e 25°C por 24 horas. Após a imobilização, os suportes foram lavados, filtrados e armazenados, enquanto o rendimento de imobilização (RI) foi calculado com base na Eq. 4. E a atividade recuperada (RA) através da Eq.5

Eq.(4)

Onde:  $A_i$  = atividade hidrolítica da enzima livre;  $A_f$  = atividade hidrolítica do sobrenadante.

$$RA (\%) = \left( \frac{U_{\text{imobilizado}}}{U_o} \right) * 100 \quad \text{Eq.(5)}$$

Onde:  $U_{\text{imobilizado}}$  = atividade do derivado imobilizado;  $U_o$  = atividade oferecida no início da imobilização.

## 2.7 Termoestabilidade

Para se avaliar a estabilidade térmica da enzima  $\beta$ -galactosidase solúvel e imobilizada, amostras foram testadas em banhos termostáticos que estavam calibrados nas temperaturas de 40,50 e 60 °C. Periodicamente, as alíquotas foram retiradas e suas atividades residuais foram determinadas sendo o intervalo do tempo 0 a 1440



minutos (24 horas). Após o cálculo de todas as atividades iniciais e residuais, calculou-se a atividade relativa que foi definida como a razão entre a atividade enzimática do estado final e a atividade enzimática do estado inicial.

#### Tempo de Meia Vida

As meias vidas foram calculadas levando em consideração a razão entre  $\ln 2/K_d$ . A constante de inativação ( $K_d$ ) foi determinada pela Eq.5.

$$\ln A = \ln A_0 - K_d * t \quad \text{Eq (6)}$$

Onde:  $A_0$  = Atividade inicial  $A$  = Atividade após intervalo de tempo  $t$  = Tempo (h)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Curva de calibração God-Pap

Os resultados apresentados na Tabela 1 correspondem à curva de calibração obtida utilizando o método God-Pap para quantificação de glicose em solução. Observa-se que, conforme a concentração de glicose aumenta, a absorbância medida também aumenta, seguindo um padrão linear, como esperado para curvas de calibração.

Tabela 1. Curva de calibração God-Pap, solução de glicose 5 mg/mL.

Tubo	Sol. Glicose (mL)	Água (mL)	Glicose (mg/mL)	ABS 505 nm	ABS 505 nm	ABS média
1	0	10	0	0	0	0,000
2	0,2	9,8	0,1	0,025	0,039	0,032
3	0,4	9,6	0,2	0,061	0,068	0,065
4	0,8	9,2	0,4	0,128	0,130	0,129

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

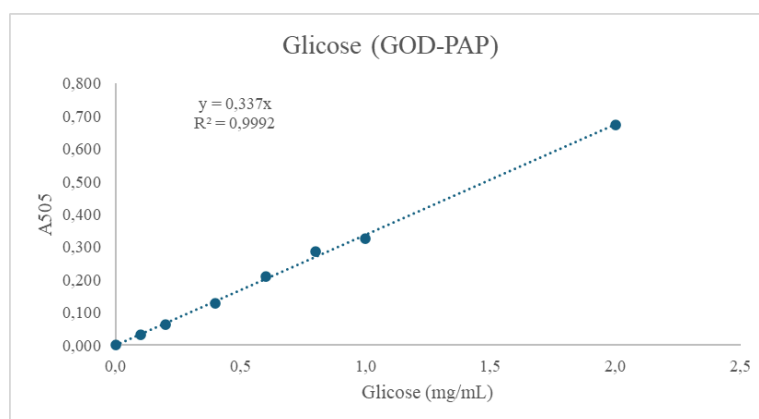
5	1,2	8,8	0,6	0,207	0,212	0,210
6	1,6	8,4	0,8	0,247	0,300	0,287
7	2	8	1,0	0,333	0,317	0,325
8	4	6	2,0	0,673	0,672	0,673

Fonte: Autoria própria, 2024

Observa-se que a relação entre a concentração de glicose e a absorbância a 505 nm segue uma tendência linear clara, o que é evidenciado pela equação da reta ( $y=0,337x$ ) e pelo coeficiente de determinação ( $R^2=0,9992$ ). Um  $R^2$  próximo de 1 indica uma excelente correlação linear entre as variáveis, o que significa que praticamente toda a variação nas medidas de absorbância pode ser explicada pela variação na concentração de glicose.

Esse resultado reforça a precisão do método utilizado para quantificação da glicose, tornando esta curva de calibração confiável para determinar concentrações desconhecidas de glicose nas amostras posteriormente analisadas.

Figura 1. Curva da solução de glicose 5 mg/mL medidas por espectrofotometria a 505 nm.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Com base nos dados obtidos na curva de calibração, foi possível calcular o valor do coeficiente de absorvidade molar ( $\epsilon$ ), utilizando a

Equação 1. O coeficiente angular da curva de calibração, a massa molar da glicose (180,16 g/mol) e o caminho óptico de 1 cm foram aplicados na equação para obter o valor de  $\mathcal{E}$ , conforme mostrado abaixo. Esse valor será utilizado no cálculo da atividade enzimática, permitindo uma quantificação precisa da concentração de glicose com base nas leituras de absorbância.

$$\mathcal{E} = 0,337 * 180,16 * 1\text{cm} = 60,70\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$$

### 3.2 Curva de calibração SAB pelo método de Bradford

A Tabela 2 apresenta os resultados da curva de calibração do método de Bradford para quantificação de proteínas, utilizando concentrações de SAB (Solução de Albumina Bovina) de 0,1 mg/mL e 0,2 mg/mL. Conforme esperado, à medida que o volume de SAB aumenta, a absorbância também aumenta, refletindo a maior concentração de proteínas nas amostras. Os valores de absorbância seguem uma tendência linear crescente, com o maior valor de absorbância (0,672) registrado para a maior concentração de SAB.

Tabela 2. Curva calibração SAB 0,1 mg/mL e 0,2 mg/mL

Tubo	Vol. SAB (μl)	Agua (μl)	Bradford (μl)	ABS 505 nm	ABS 505 nm
1 (0,1)	0	0,100	0,600	0	0
2 (0,1)	0,010	0,090	0,600	0,022	0,039
3 (0,1)	0,020	0,080	0,600	0,030	0,068
4 (0,1)	0,045	0,055	0,600	0,093	0,130
5 (0,1)	0,065	0,035	0,600	0,149	0,212
6 (0,1)	0,085	0,025	0,600	0,200	0,300
7 (0,2)	0,065	0,035	0,600	0,257	0,317
8 (0,2)	0,075	0,025	0,600	0,290	0,672
9 (0,2)	0,090	0,010	0,600	0,339	0,331

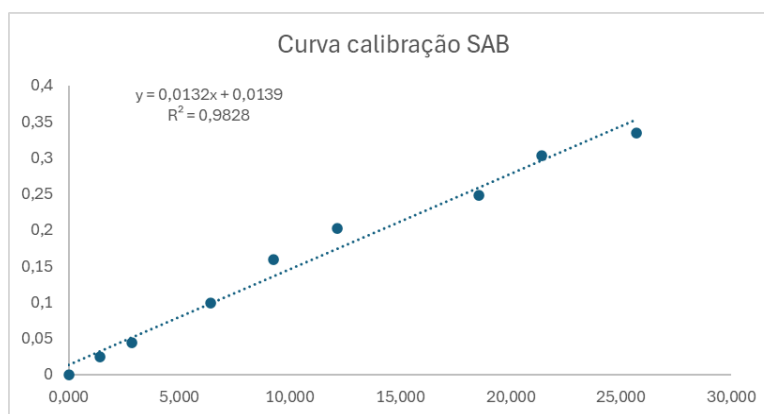
Fonte: Autoria própria, 2024.

O gráfico apresentado na Figura 2 corresponde à curva de

calibração do método de Bradford, onde a relação entre a concentração de proteínas (SAB) e a absorbância é confirmado pela equação da reta  $y = 0,0132x + 0,0139$  e pelo coeficiente de determinação  $R^2 = 0,9828$ . Esse alto coeficiente de determinação reflete a precisão do método de Bradford, uma vez que quase toda a variação nas leituras de absorbância pode ser explicada pela variação nas concentrações de proteínas.

Essa equação foi utilizada para calcular a concentração de proteínas em amostras desconhecidas com base nas leituras de absorbância, ou seja, o quanto a absorbância aumenta para cada aumento de unidade na concentração de proteínas, garantindo que os resultados obtidos são confiáveis para a quantificação de proteínas dentro do intervalo de concentrações utilizado.

Figura 2. Curva da solução SAB 0,1 e 0,2 mg/mL medidas por espectrofotometria a 595 nm.



Fonte: Autoria própria, 2024.

### 3.3 Atividade enzimática da Lactase

Para a determinação da atividade foi realizada uma primeira diluição de uma drágea para 10 mL de água destilada, com isso, foi realizada a atividade enzimática dessa diluição. E outra diluição de 1:1 (1 mL enzima solúvel:1 mL água destilada) obtendo-se os seguintes resultados da Tabela 3.

A determinação da atividade enzimática foi realizada a partir de diferentes diluições do extrato bruto da enzima, conforme descrito na

Tabela 3. A primeira diluição foi preparada dissolvendo-se uma drácea em 10 mL de água destilada, e subsequentemente, foram feitas diluições adicionais de 1:1 e por fim a diluição em 30 mL, para comparar a atividade enzimática.

A diluição inicial de 10 mL apresentou uma atividade enzimática de 24,46 u/mL, com uma absorbância média de 0,7425 a 505 nm. A diluição 1:1 resultou em uma atividade enzimática mais elevada, de 44,98 u/mL, com uma absorbância média de 0,6825 a 505 nm. A diluição de 30 mL apresentou uma atividade de 43,94 u/mL, com uma absorbância média de 0,4445 a 505 nm.

Tabela 3. Atividade enzimática do extrato bruto em diferentes diluições.

Diluição	ABS 505 nm	ABS 505 nm	ABS média	Desvio padrão	Atividade (u/mL)
10 mL	0,75	0,735	0,7425	0,011	24,46
10 mL 1:1	0,635	0,73	0,6825	0,067	44,98
30 mL	0,425	0,464	0,4445	0,028	43,94
30 mL (tampão)	0,815	0,915	0,865	0,070	85,50

Fonte: Autoria própria, 2024.

Os resultados encontrados sugerem que a diluição 1:1 foi a mais eficiente em termos de atividade enzimática, com o valor mais alto registrado de 44,98 u/mL. Esse aumento na atividade enzimática pode ser explicado pela otimização da concentração da enzima, que permitiu uma interação mais eficaz entre a enzima e o substrato. Já a diluição de 30 mL, embora tenha mantido uma alta atividade enzimática (43,94 u/mL), apresentou um leve decréscimo em relação à diluição 1:1, possivelmente devido à menor concentração relativa da enzima na solução, o que pode ter limitado a quantidade de substrato convertido por unidade de tempo.

### 3.4 Dosagem de proteína Lactase

A dosagem de proteínas permite quantificar a quantidade de proteína presente em uma amostra para a avaliação de atividades enzimáticas, purificação de proteínas, e caracterização de biomoléculas. No método de Bradford, utilizado com frequência devido à sua rapidez e simplicidade, a quantificação baseia-se na mudança de cor do corante, que se liga às proteínas, resultando em um aumento da absorbância. Ao analisar os resultados de dosagem de proteínas, observou-se os seguintes resultados presentes na tabela 4.

Tabela 4. Medida da absorbância na dosagem de proteínas pelo método de Bradford

Diluição	ABS 595 nm	ABS 595 nm	ABS média	Desvio padrão	Proteína (µg/mL)
Não diluído	1,296	1,278	1,287	0,019	—
10x	0,230	0,202	0,216	0,016	153,1
15x	0,157	0,134	0,145	0,013	149,0

Fonte: Autoria própria, 2024.

### 3.7 Imobilização

A primeira imobilização foi realizada para determinar qual o melhor suporte, sílica gel (sintético) ou PHB (orgânico), e qual o melhor tratamento, HCl ou álcool etílico. Na Tabela 4 é indicado os valores de atividade enzimática obtidos no experimento. Nesse caso, a enzima foi diluída com água destilada e em ambos os suportes foram ativados com glutaraldeído 2,5% (v/v). Também foi realizada uma imobilização com a enzima diluída em tampão McIlvaine de pH 4,5, no suporte que obteve melhor resultado, o PHB com álcool etílico, este sendo utilizado para realização da termoestabilidade.

Tabela 4. Atividade enzimática dos derivados e sobrenadantes.

Suporte	ABS Média	Desvio Padrão	Atividade de (U/g)	Rendimento de imobilização	Atividade recuperada (RA%)
---------	-----------	---------------	--------------------	----------------------------	----------------------------

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

	o		o (RI%)		
Derivado					
Síl. HCl	0,0016	0,0015	0,16	ND	0,37
Síl. Álcool	0,008	0,0007	0,86	10,11	1,95
	6				
PHB HCl	0,148	0,0130	14,63	47,73	33,30
PHB Álcool	0,175	0,0066	17,33	48,04	39,45
PHB Álcool	0,366	0,0121	36,24	47,65	42,39
c/ tampão					

Sobrenada			Atividade		
n			(U/mL)		
Síl. HCl	0,4016	0,0090	44,84	—	—
Síl. Álcool	0,399	0,076	39,50	—	—
PHB HCl	0,232	0,014	22,96	—	—
PHB Álcool	0,231	0,028	22,86	—	—
PHB Álcool	0,454	0,055	44,84	—	—
c/ tampão					

Fonte: Autoria própria, 2024.

Através dos resultados, é possível observar que suporte orgânico PHB tratado com álcool apresentou melhores resultados em termos de atividade enzimática e rendimento de imobilização, uma possível explicação seria devido às modificações na superfície do suporte que aumentam as interações favoráveis com a enzima. Diferente da sílica gel, que mesmo sendo um suporte sintético comum, apresentou baixa eficiência, reforçando a importância da compatibilidade entre o suporte e a enzima para uma imobilização eficaz. Além disso, através do estudo realizado por QUEISSADA; SILVA, 2020, os suportes orgânicos se destacam em comparação aos sintéticos devido ao seu custo reduzido e à facilidade de decomposição após o uso, o que resulta em menor impacto ambiental.

A sílica gel, embora seja comum a sua utilização em imobilização por suas propriedades de alta área de superfície e porosidade, pode não ter sido ideal para esta aplicação específica devido a fatores como a lavagem inadequada da sílica que pode ter deixado resíduos ou impurezas afetando a interação eficiente com o substrato. Futuros estudos podem investigar métodos alternativos de purificação e ativação desse suporte para aumentar o rendimento da imobilização e melhorar a atividade enzimática.

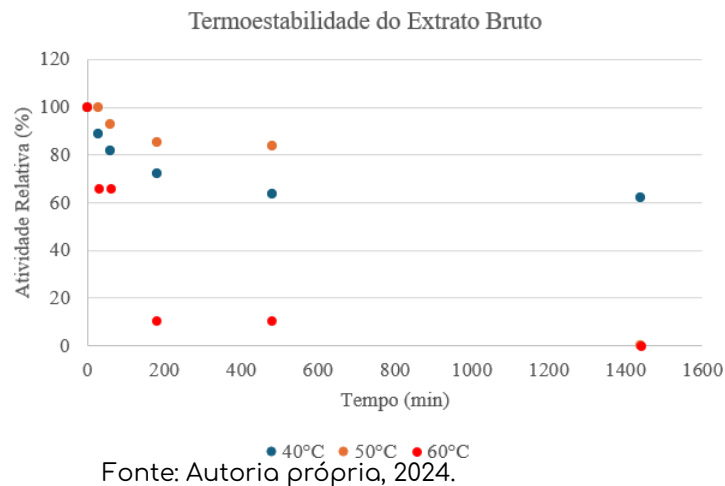
### 3.8 Termoestabilidade

A estabilidade térmica de enzimas é um estudo importante para a aplicação em processos biotecnológicos, onde as condições operacionais frequentemente envolvem variações significativas de temperatura. A da  $\beta$ -galactosidase, enzima responsável pela hidrólise da lactose em glicose e galactose, sua termoestabilidade influencia em processos industriais de hidrólise da lactose, como na produção de leite sem lactose. Além disso, uma maior estabilidade térmica pode melhorar a eficiência do bioprocessamento e reduzir custos operacionais, já que a enzima poderá operar em condições adversas sem sofrer desnaturação rápida.

Nesse contexto, o estudo de termoestabilidade fornece informações sobre a resistência da enzima a diferentes temperaturas ao longo do tempo, permitindo a identificação de condições ótimas de operação. Além disso, pode revelar eventuais melhorias na estabilidade térmica decorrentes da imobilização da enzima em suportes orgânicos ou inorgânicos, uma vez que a imobilização pode conferir uma maior proteção contra desnaturação térmica (Figura 3).



Figura 3. Gráfico termoestabilidade da enzima diluída



Observa-se que para o extrato bruto a 40°C nos primeiros 60 minutos, a atividade permanece relativamente alta, ainda acima de 80%. Após 180 min a enzima apresenta uma queda gradativa na atividade, mas ainda assim se mantém estável por períodos mais longos. Mesmo após 1400 minutos, ainda há uma atividade residual significativa (cerca de 60%), o que indica uma boa termoestabilidade a 40°C.

Esse comportamento sugere que 40°C é uma temperatura adequada para a  $\beta$ -galactosidase operar sem perda significativa de atividade enzimática ao longo do tempo, permitindo uma maior estabilidade e desempenho em processos que envolvem longos períodos de operação.

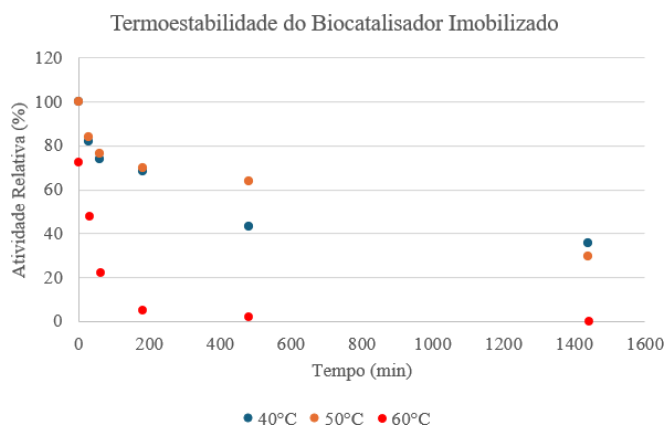
Na análise para 50°C a atividade enzimática inicial também é alta, mantendo-se superior a atividade de 40 °C até 180 min. Em 120 min há uma leve redução, e a enzima mantém cerca de 80% de sua atividade. Após 480 min a atividade relativa sofre uma perda total da sua atividade. Esse comportamento indica uma desativação mais rápida da enzima a 50°C, com significativa perda de atividade após períodos prolongados, o que sugere que a enzima sofre alterações

conformacionais ou desnaturação com o tempo.

Para 60°C em 30 e 60 min a atividade relativa a 60°C fica um pouco superior a 60%, indicando que, desde o início, a enzima já está sofrendo efeitos negativos da alta temperatura. Em 180 min, há uma queda acentuada na atividade enzimática e após esse tempo a atividade cai rapidamente para quase zero. Não há recuperação ou estabilização, e a enzima perde completamente sua funcionalidade. Concluindo-se assim que a 60°C, a enzima é instável, perdendo sua atividade muito rapidamente. Isso sugere que a  $\beta$ -galactosidase não é adequada para processos em temperaturas tão elevadas, já que a desativação térmica ocorre de maneira acelerada.

O gráfico de termoestabilidade do biocatalisador (Figura 4) imobilizado revela o comportamento da atividade relativa da  $\beta$ -galactosidase imobilizada e a eficiência da imobilização em preservar a atividade enzimática e sua resistência térmica.

Figura 4. Gráfico termoestabilidade do biocatalisador imobilizado



Em 40°C a atividade relativa é próxima de 80% até 60 min. Em 180 min observa-se uma leve queda na atividade, com a enzima mantendo cerca de 60% de sua atividade original. Após 480 min a atividade relativa se mantém próxima a 40%.

A atividade relativa a 50°C se mantém em torno de 80% até 60 min, comportamento equivalente a 40 °C. Em 480 minutos a atividade

relativa ainda é superior a 60%. Nos primeiros 200 minutos, há uma redução moderada na atividade enzimática, que decresce para cerca de 40%. A partir deste ponto, a atividade continua a diminuir progressivamente, mas a enzima ainda retém atividade após 1000 minutos. Isso sugere que, embora a imobilização tenha conferido uma resistência térmica adicional, a temperatura de 50°C ainda provoca uma redução gradual da atividade.

Um ponto a ser destacado é a diminuição mais acentuada da atividade enzimática após 1000 minutos a 50°C, comparada à atividade a 40°C, apesar de a atividade inicial em 50°C ser superior, pode ser explicada pela taxa de desnaturação térmica. Embora, em tempos iniciais, a temperatura de 50°C possa ter aumentado a mobilidade molecular e facilitado o contato entre a enzima e o substrato, resultando em uma atividade inicial mais alta, o calor prolongado pode ter causado uma desnaturação mais rápida e irreversível da enzima.

De acordo com o estudo realizado por TAHER; ALIZADEH; ASLAN, 2024, a  $\beta$ -galactosidase, como muitas enzimas, possui uma janela térmica de operação; exposições prolongadas a temperaturas acima dessa faixa ideal, como 50°C, podem acelerar o processo de desativação da enzima, quebrando interações importantes para a manutenção de sua estrutura tridimensional. Com o tempo, isso resulta em uma queda abrupta de atividade, especialmente após 1000 minutos, enquanto a 40°C a enzima é capaz de manter sua estrutura funcional por um período mais longo, apesar de ter uma atividade inicial mais baixa. Portanto, a maior estabilidade observada a 40°C reflete uma maior resistência à desnaturação em longo prazo.

Por fim, a atividade enzimática a 60°C começa muito mais baixa em relação às outras temperaturas, com valores em torno de 70%. Isso indica que, desde o início, a  $\beta$ -galactosidase já está sofrendo os efeitos negativos da alta temperatura, apesar da imobilização. Em 180 min a atividade enzimática cai rapidamente e atinge valores próximos

de zero, indicando que a enzima perde completamente sua funcionalidade a essa temperatura. A imobilização, embora tenha proporcionado alguma proteção inicial, não foi suficiente para preservar a estabilidade a 60°C por períodos mais longos.

#### Tempo de Meia Vida

Para o extrato bruto o tempo de meia-vida calculado para 40°C é de aproximadamente 2096 minutos. Esse resultado indica que, sob as condições a 40°C, a atividade enzimática da  $\beta$ -galactosidase decairá pela metade após cerca de 2096 minutos, o que demonstra boa estabilidade térmica. Para as temperaturas de 50°C e 60°C, a enzima foi completamente desativada ao final dos 1440 minutos, o que impossibilita o cálculo tradicional do tempo de meia-vida.

Refazendo os cálculos para 50°C e 60°C do extrato bruto, considerando o tempo final de 480 minutos, o tempo de meia vida foi de aproximadamente 1849 minutos e 146 minutos, respectivamente.

Para os biocatalisadores imobilizados o tempo de meia vida foi de 974 min a 40 °C. Contudo, devido à maior estabilidade da enzima, foi recalculado para um tempo final de 480 min e o tempo de meia vida obtido foi de aproximadamente 399 minutos.

Para 50 °C o tempo de meia vida foi de 826 min a 50 °C. Para 60 °C, assim como para o extrato bruto a enzima foi novamente desativada ao final dos 1440 minutos, o que impossibilita o cálculo tradicional do tempo de meia-vida, onde refazendo os cálculos, o tempo de meia-vida a 60°C, considerando o intervalo de até 480 minutos, é de aproximadamente 92 minutos.

Conclui-se então que os biocatalisadores imobilizados apresentaram uma estabilidade térmica comparável ao extrato bruto nas temperaturas mais baixas (40°C e 50°C), mas uma desativação acelerada a 60°C, evidenciando a limitação de aplicação dos biocatalisadores imobilizados em condições mais severas de temperatura.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A imobilização da  $\beta$ -galactosidase em suportes orgânicos e sintéticos mostrou que o PHB tratado com álcool etílico foi mais eficiente em termos de rendimento de imobilização e atividade recuperada. A termoestabilidade da enzima imobilizada foi satisfatória a 40°C e 50°C, especialmente a 40°C, onde a atividade foi preservada por períodos prolongados, sugerindo sua viabilidade em processos industriais a temperaturas moderadas. Futuros trabalhos podem ser focados na melhoria da preparação e limpeza dos suportes e no uso de métodos de imobilização que garantam mais eficiência, durabilidade e maior estabilidade térmica em condições mais severas.

#### REFERÊNCIAS

- BASHIR, N., SOOD, M., & BANDRAL, J. D. (2020). Enzyme immobilization and its applications in food processing: A review. *Int. J. Chem. Stud*, 8(2), 254-261.
- CAREVIĆ, M. et al. Galacto-oligosaccharide synthesis using chemically modified  $\beta$  galactosidase from *Aspergillus oryzae* immobilised onto macroporous amino resin. *International dairy journal*, v. 54, p. 50-57, 2016.
- DAMIN, B. I. S. et al. Challenges and perspectives of the  $\beta$ -galactosidase enzyme. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 105, n. 13, p. 5281-5298, 2021.
- GÉKAS, V.; LOPEZ-LEIVA, M. Hydrolysis of lactose: a literature review. *Process Biochemistry*, v. 20, p. 2-12, 1985.
- GODE, F.; PEHLIVAN, E. Estudo comparativo de duas resinas quelantes de troca iônica para remoção de cromo(III) de solução aquosa.

Journal of Hazardous Materials B100, p. 231-243, 2003.

MURADOR, G.; BOSSO, A.; SUGUIMOTO, H.; MORIOKA, L. R. I. Produção de  $\beta$ galactosidase através da *Saccharomyces fragilis* Cultivada em Soro de Queijo. *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 337-342, 2020. DOI: 10.17921/1415-6938.2020v24n4p337-342.

RESENDE, R. R.; SOCCOL, C. R.; FRANÇA, R. L. D. *Biotecnologia aplicada à agro & indústria: fundamentos e aplicações*. v. 4. Editora: Blucher, p. 1070, 2017.

SASS, A. C.; JÖRDENING, H. J. Imobilização da  $\beta$ -galactosidase de *Aspergillus oryzae* em mantas eletrofiadas de nanofibras de gelatina para produção de galactooligossacarídeos. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 191, p. 1155-1170, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12010-020-03252-7>.

TAHER, A. Y.; ALIZADEH, M.; ASLAN, Y. The covalent immobilization of  $\beta$ -galactosidase from *Aspergillus oryzae* and alkaline protease from *Bacillus licheniformis* on amino- functionalized multi-walled carbon nanotubes in milk. *Heliyon*, v. 10, n. 11, p. e32223–e32223, 1 jun. 2024.

UÇAK, İ.; AFREEN, M. Enzymes. In: *Nutraceutical and Functional Food Components*. [S. l.] Elsevier, 2022. p. 537.

## Capítulo 5

# ESTUDO COMPARATIVO DE PROTOCOLOS DE EXTRAÇÃO DE DNA VEGETAL E INFORMATIVIDADE ACESSADA PELOS MARCADORES SSR EM SOJA

Geovanna Alves Lima<sup>1</sup>  
Eláiny Cristina A. M. Oliveira<sup>2</sup>

## RESUMO

A soja (*Glycine max*), é considerada uma *commoditie* de grande relevância global devido à sua importância social e econômica, sendo a base de diversos alimentos. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, entretanto, para potencializar o uso desta cultura nas indústrias alimentícia e de biocombustíveis, técnicas de biologia molecular, como os marcadores moleculares de DNA, são empregadas para selecionar genótipos promissores. Entre esses, os marcadores microsatélites (SSR) são particularmente úteis para avaliar a distância genética entre indivíduos e identificar cultivares. No entanto, a eficácia dessas técnicas depende da qualidade da extração de DNA, que deve ser livre de contaminantes e obtido em quantidade suficiente, visto que qualquer interferência pode comprometer as etapas subsequentes, como a amplificação por PCR. Inúmeros métodos de extração de DNA são aplicados para diferentes fins, desde protocolos de bancadas a kits comerciais. Dessa forma, o presente trabalho avaliou a integridade do material genético obtido com base na metodologia do CTAB (Brometo Cetiltrimetilamônio) e kit comercial, a partir de sementes e folhas de soja, respectivamente. Ambos os protocolos produziram material genético com contaminantes, o que gerou amostras degradadas.

Palavras-chave: *Glycine max*, genética vegetal; biologia molecular.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Pibic/FAPT, Universidade Federal do Tocantins, [alves.geovanna@mail.uft.edu.br](mailto:alves.geovanna@mail.uft.edu.br).

<sup>2</sup> Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia, Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins, [biocris@mail.uft.edu.br](mailto:biocris@mail.uft.edu.br)

## INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) tem como centro de origem o continente asiático, especificamente nas regiões da China e do sul do Japão a partir do cruzamento natural entre duas espécies selvagens, sendo considerada um “Grão Sagrado”. Assim, a mesma foi cultivada em diferentes territórios do mundo, devido a sua grande importância social e econômica, já que possui em seu grão alto teor de lipídios e proteínas, tornando-se uma significativa oleaginosa para indústria de alimentos e de biocombustível (MARTIN, 2016). A introdução da soja no Brasil deu-se por volta da década de 60 em decorrência do interesse pelo farelo de soja para produção de suínos e aves (EMBRAPA SOJA, 2024), era encontrada inicialmente na região Sul do país, sendo o Brasil, o segundo maior produtor de soja do mundo, com cerca de 154.617,4 milhões de toneladas (CONAB, 2023).

Ademais, para o uso deste grão na indústria alimentícia e no mercado dos biocombustíveis, utiliza-se técnicas de biologia molecular, a fim de otimizar a eficiência e o tempo empregado nas pesquisas, facilitando a seleção de genótipos promissores. Uma destas técnicas, é o uso de marcadores moleculares de DNA, que são quaisquer fenótipos moleculares advindos de um gene/segmento específico que estejam ligados aos genes envolvidos no fenótipo de interesse (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Dentre a classificação dos mesmos, tem-se os marcadores microssatélites (do inglês *Simple Sequence Repeats*-SSR) que tem sido uma excelente ferramenta para a avaliação da distância genética entre indivíduos e para a identificação de cultivares (PRIOLLI et al., 2002). No entanto, a eficiência na utilização dessas técnicas para o processo de caracterização genética, depende da etapa da extração de DNA, que deve ser obtido com alta qualidade, quantidade e livre de contaminantes. Uma vez que, qualquer interferência compromete, inclusive, o processo de amplificação por PCR (NASCIMENTO et al., 2017; BRANCHER et al., 2018).

Logo, existem diferentes protocolos para a extração e obtenção do



material genético de qualidade, podendo ser de bancada ou pelo uso de kits comerciais. Tais protocolos podem conter CTAB em sua constituição, que age como um detergente responsável por promover a lise da membrana celular e expor o DNA vegetal. E também, outro tipo de detergente como o SDS, que assim como o CTAB, desempenha a função de promover a lise celular, além de auxiliar na inibição de algumas enzimas indesejáveis e expor o ácido nucléico. O principal objetivo do uso de kits na etapa de extração é reduzir o trabalho e as contaminações durante o processo (LIMA et al., 2020). Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de protocolos de extração de DNA vegetal em soja.

## MÉTODO E MATERIAIS

### Extração de DNA com Protocolo CTAB adaptado

Na extração do DNA, foram usadas sementes de 10 cultivares (BMX ATAQUE I2X, 4 X 6 - 18, BMX FOCO IPRO, EXTREMA IPRO, DM 82178 IPRO, SOY AMPLA IPRO, 4 X 6 - 16, M 8349 IPRO, M 8606 e FT 3191 IPRO) sendo inicialmente trituradas utilizando nitrogênio líquido e, em seguida, armazenadas em *ependorfs* de 2 mL.

Seguindo o protocolo (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998) para cada 0,2 g de material vegetal pulverizado foi adicionado 1mL de tampão CTAB (2% p/V de CTAB; 1,4M NaCl; 0,1M tris- HCl pH 8,0; 20mM EDTA pH 8,0), e posteriormente homogeneizado por 30 segundos, incubado em banho - maria à 65 °C por 40 minutos, sendo misturado por inversão a cada 10 minutos para manter o extrato ressuspendido. Em seguida, após esta solução atingir a temperatura ambiente, a mesma foi centrifugada por 10 minutos à 11.000 rpm à 20 °C, e depois, coletado 400 µL da fase aquosa e transferido para um novo microtubo, que neste, adicionou-se 600 µL de clorofórmio:álcool isoamílico (24:1) e

homogeneizado durante 30 segundos, e mais logo, centrifugado, novamente, por 10 minutos à 11.000 rpm à 20 °C, para completa desagregação do ácido nucléico das proteínas. Seguidamente, 400 µL do sobrenadante foi recolhido e transferido para um novo microtubo e incubado à temperatura de bancada por 30 minutos, e acrescentado 240 µL de álcool isopropílico gelado e mantido à - 20 °C por 2 minutos, para precipitação do material genético. Posteriormente, centrifugou-se por 20 minutos à 11.000 rpm, em que, o sobrenadante foi descartado e o pellet formado, lavado com 400 µL de etanol absoluto, que foi descartado e o precipitado, incubado à temperatura de bancada por 10 minutos para secagem. Finalmente, ressuspendeu-se o pellet em 100 µL de tampão TE, e logo após, armazenado à -20 °C.

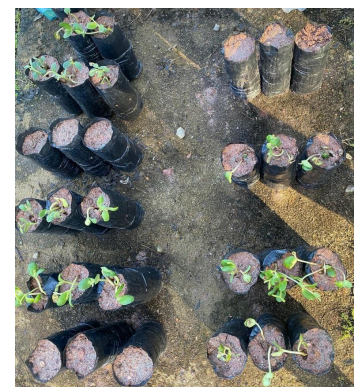
### Plantio

Foi realizado o plantio das mesmas 10 cultivares (BMX ATAQUE I2X, 4 X 6 - 18, BMX FOCO IPRO, EXTREMA IPRO, DM 82178 IPRO, SOY AMPLA IPRO, 4 X 6 - 16, M 8349 IPRO, M 8606 e FT 3191 IPRO) em sacos de cultivo, em triplicata, no Campus Universitário de Gurupi da UFT (Figura 1 e Figura 2). O objetivo era utilizar as folhas na extração usando o kit comercial.

Figura 1: 1º dia de Plantio  
o Plantio



Figura 2: 18 dias após o Plantio



Fonte: Autor, 2024

Fonte: Autor, 2024

Extração de DNA com Kit para Extração e Purificação de DNA com colunas de Sílica

Durante a extração do material genético com o kit comercial, utilizou-se folhas visualmente saudáveis, que foram devidamente maceradas com o auxílio de nitrogênio líquido e, posteriormente, armazenadas em microtubos de 2mL.

Na extração, usou-se aproximadamente 0,2g de material vegetal macerado no Kit para Extração e Purificação de DNA com colunas de Sílica (Nova Biotecnologia, 2022), seguindo as instruções do fabricante para a extração do material genético.

Quantificação do DNA

A quantificação do material genético foi feito em espectrofotômetro. As concentrações de DNA na amostra foram obtidas pelo cálculo:  $[DNA] = 50 \text{ ng}/\mu\text{L} \times DO_{260} \times \text{fator de diluição}$  (OLIVEIRA, 2007). Também, por meio desta análise, obteve-se a relação  $A_{260} / A_{280}$  que evidencia a contaminação por proteínas e compostos fenólicos nas amostras.

Qualificação do DNA

Ambos os DNAs extraídos foram qualificados em gel de agarose a 0,8% a 110 volts, por cerca de 40 minutos, (0,8g de agarose; 100mL de tampão TBE 0,5x; 5 $\mu$ L de Brometo de Etídio) e logo após, visualizados em câmara escura - transiluminador, na presença de luz ultravioleta (UV).

## DADOS E DISCUSSÃO

A análise do material genético em espectrofotômetro funciona como um parâmetro quantitativo e indicativo de pureza do DNA extraído. Assim, para o mesmo ser considerado puro, os valores da relação

entre a quantidade de DNA e de proteína ( $A_{260} / A_{280}$ ) nas amostras devem ser próximos a 1,8 - 2,0, em que, valores abaixo de 1,8 aponta contaminação por proteínas e compostos fenólicos, e acima de 2,0, por RNA, componentes de extração e/ou metabólitos secundários que podem vir a não se dissociar completamente do ácido nucleico durante o processo extrativo (OLIVEIRA, 2007; CAMPOS, 2014). No protocolo CTAB usando sementes pulverizadas, as amostras extraídas apresentaram baixa pureza, visto que, a relação  $A_{260} / A_{280}$  variou de 0,046 a 0,611 (Tabela 1), o que indica contaminação por proteínas, compostos fenólicos (que se oxidam irreversivelmente durante a lise celular e aderem aos ácidos nucleicos) e polissacarídeos, que podem ser co-precipitados com o DNA durante o rompimento celular (CAMPOS, 2014).

Tabela 1 - Quantificação das amostras de DNA extraídas pelo protocolo CTAB adaptado, nos comprimentos de onda 260 e 280 nm, em espectrofotômetro.

	$A_{260}$	$A_{280}$	$A_{260} / A_{280}$	[DNA]
DNA 1C	- 0,008 nm	0,020 nm	- 0,415	- 80 ng/ $\mu$ L
DNA 2C	- 0,027 nm	0,029 nm	- 0,938	- 270 ng/ $\mu$ L
DNA 3C	0,017 nm	0,081 nm	0,212	170 ng/ $\mu$ L
DNA 4C	0,048 nm	0,079 nm	0,611	480 ng/ $\mu$ L
DNA 5C	0,022 nm	0,065 nm	0,336	220 ng/ $\mu$ L
DNA 6C	- 0,011 nm	0,041 nm	- 0,261	- 110 ng/ $\mu$ L
DNA 7C	0,050 nm	0,086 nm	0,578	500 ng/ $\mu$ L
DNA 8C	0,001 nm	0,030 nm	0,046	10 ng/ $\mu$ L
DNA 9C	0,028 nm	0,057 nm	0,493	280 ng/ $\mu$ L
DNA 10C	- 0,021 nm	0,017 nm	- 1,242	- 210 ng/ $\mu$ L
Média	-	-	0,513	233 ng/ $\mu$ L

(DNA 1C: BMX ATAQUE I2X; DNA 2C: 4 X 6 - 18; DNA 3C: BMX FOCO IPRO; DNA 4C:

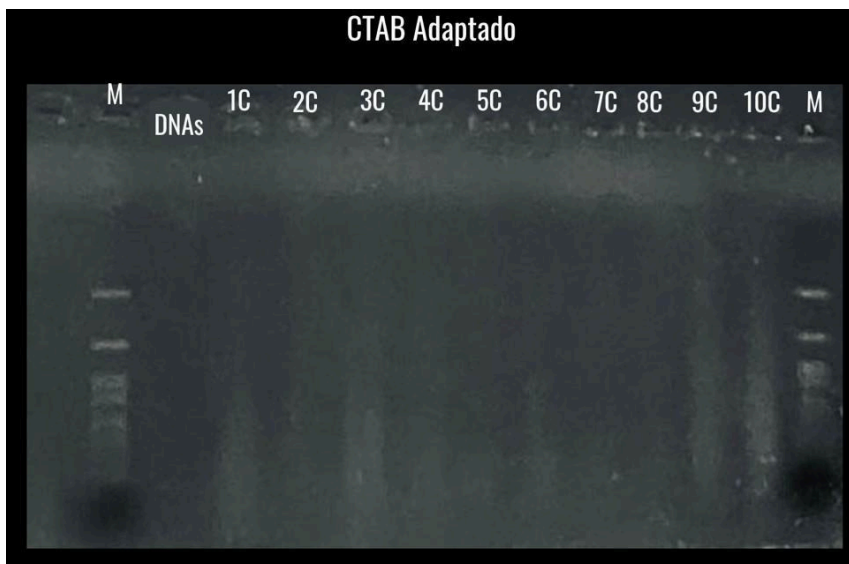
Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

EXTREMA IPRO; DNA 5C: DM 82178 IPRO; DNA 6C: SOY AMPLA IPRO; DNA 7C: 4 X 6 - 16; DNA 8C: M 8349 IPRO; DNA 9C: M 8606; DNA 10C: FT 3191 IPRO). Fonte: Autor, 2024.

No presente trabalho, o protocolo CTAB adaptado, usando as sementes como fonte de material genético, não apresentou resultados satisfatórios (Figura 3). Acreditamos que tais resultados se devem à natureza fibrosa das sementes, pois mesmo com a maceração usando nitrogênio, ainda havia a presença de pequenos pedaços/caroços que não conseguiam ser totalmente macerados. O trabalho de Kestring e Seoane (2010) também fez o uso de sementes no protocolo CTAB e os autores também encontraram contaminantes, como proteínas.

Figura 3 - Perfil eletroforético dos cultivares de soja, baseando - se no protocolo CTAB Adaptado, usando como material a semente pulverizada (representadas de 1C a 10C).



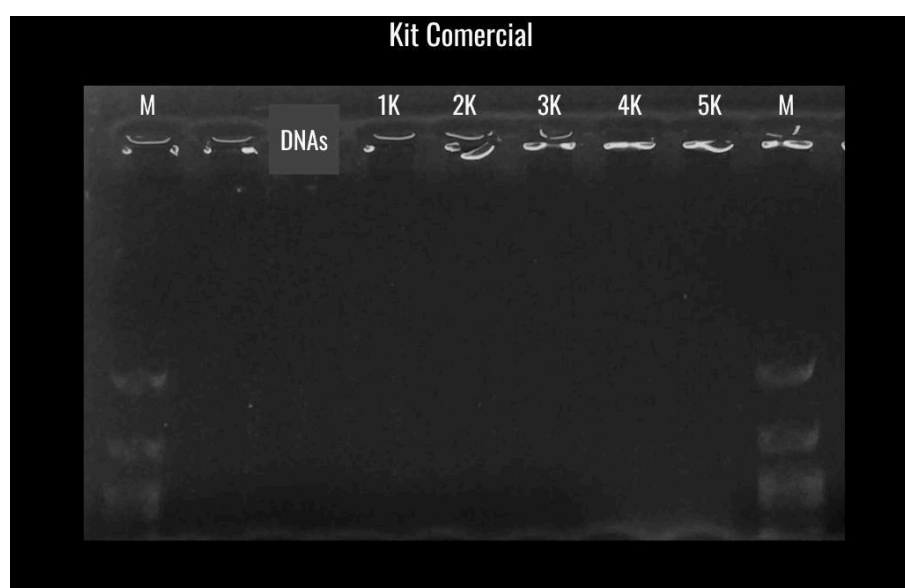
(DNA 1C: BMX ATAQUE I2X; DNA 2C: 4 X 6 - 18; DNA 3C: BMX FOCO IPRO; DNA 4C: EXTREMA IPRO; DNA 5C: DM 82178 IPRO; DNA 6C: SOY AMPLA IPRO; DNA 7C: 4 X 6 - 16; DNA 8C: M 8349 IPRO; DNA 9C: M 8606; DNA 10C: FT 3191 IPRO; M: Marcador). Fonte: Autor, 2024.

O arraste vertical no gel (Figura 3) pode indicar contaminação por DNases ou desnaturação do material vegetal durante o processo de

extração e/ou de maceração do mesmo (ROMANO; BRASILEIRO, 1999; LIMA et al., 2020). Visto que, o arraste observado indica a presença de amostras extremamente degradadas, com ausência de bandas, tendo em vista que amostras de DNA íntegras se apresentam no gel de agarose como bandas de alto peso molecular e bem definidas, ao contrário de amostras danificadas que sofrem fragmentação ao decorrer do processo extrativo. Tais dados corroboram com o observado na tabela 1, uma vez que a presença destes contaminantes mencionados acarreta à degradação do DNA, interferindo diretamente na quantidade, qualidade e pureza do material genético obtido.

Diante desse contexto, em outro processo de extração foram utilizadas folhas jovens como fonte de material vegetal usando o kit comercial, mas essa extração também não foi eficiente em extrair material genético de qualidade (Figura 4).

Figura 4 - Perfil eletroforético de cultivares de soja, por meio do Kit para Extração e Purificação de DNA com colunas de Sílica, a partir de folhas jovens (representadas de 1K a 5K).



(DNA 1: BMX ATAQUE I2X; DNA 2: 4 X 6 - 18; DNA 3: EXTREMA IPRO; DNA 4: DM 82178 IPRO; DNA 5:

M 8606; M: Marcador). Fonte: Autor, 2024.

O processo de extração foi feito usando apenas 5 cultivares (BMX ATAQUE I2X, 4 X 6 - 18, EXTREMA IPRO, DM 82178 IPRO e M 8606), já que tivemos problemas com o crescimento de alguns materiais em campo. No entanto, como mostra a figura 4, a extração de DNA a partir das folhas de soja não foi bem-sucedida, pois não foi possível observar bandas aparentes e/ou arraste. Em vez disso, é possível notar que as amostras de material genético permaneceram retidas nos poços de carregamento do gel.

Dessa forma, não foi possível realizar a quantificação das amostras obtidas com o kit de extração por colunas de sílica, pois como não se observou presença de DNA no gel, a precisão dos dados da quantificação seria comprometida. Já que esta técnica não indica se a amostra contém somente DNA, e nem se está íntegro (ALVES; SOUZA, 2013), além do fato que diversos métodos extrativos utilizam reagentes que acabam eliminando resíduos que são absorvidos nos comprimentos de onda específicos, como os compostos fenólicos que absorvem a 280 nm (SOUZA, 2022).

Apesar das alterações realizadas durante o decorrer das atividades experimentais, com o objetivo de obter melhores resultados, em ambos os métodos de extração, tanto com o uso de sementes e de folhas, não foi possível obter DNA de qualidade. Podemos atribuir tais resultados a contaminação associada ao elevado teor de proteínas, compostos fenólicos, polissacarídeos e metabólitos secundários que normalmente são extraídos juntamente com o material genético, uma vez que a maioria dos tecidos foliares de diversas espécies possuem quantidades variadas destes compostos indesejáveis, que são o principal desafio no processo de purificação do DNA vegetal (HARBONE et al., 1991; MAIA et al., 2013; CAMPOS, 2014). Logo mais, estas substâncias secundárias, como os polissacarídeos, devem ser dissociados das amostras de DNA pois

tornam-se excessivamente viscosas, fator que interfere diretamente na separação do DNA em eletroforese (ROMANO; BRASILEIRO, 1999). Diante disso, com o objetivo de evitar ou reduzir estes problemas de integridade do material genético, é necessário efetuar otimizações do processo extrativo, como realizar o tratamento das amostras com éter hidratado, que segundo Ahmed et al. (2009), esta solução remove eficientemente os polissacarídeos presentes nas amostras, minimizando resultados errôneos na quantificação e qualificação do DNA.

Além disso, a degradação do DNA e a ineficácia do método de extração podem ser atribuídas também, pelo manuseio inadequado das amostras, acondicionamento inapropriado por longo período (COSTA; MOURA, 2001) e pelo uso de materiais vegetais mais fibrosos, como as sementes que dificulta a pulverização completa do material e, conseqüentemente, a liberação de DNA (COSTA; BONFIM; NASCIMENTO, 2012).

Adicionalmente, em outros trabalhos conduzidos no laboratório, fizemos o uso do kit MAG EXTRACT PLANTS DNA (Nova Biotecnologia), que foi descontinuado pelo fabricante, sendo necessário realizar a sua substituição por um kit comercial alternativo (Kit para Extração e Purificação de DNA com colunas de Sílica) do mesmo fabricante.

Esta mudança pode também ter influenciado nos resultados, haja visto que tivemos sucesso em extrações usando o primeiro kit mencionado. Perante isso, não foi possível fazer a Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), pois as metodologias de extração não foram bem-sucedidas, resultando em amostras que não estavam íntegras e não apresentaram quantidades significativas para a amplificação com marcadores microssatélites.

Tendo em vista que, a ausência de DNA de boa qualidade e com alto teor de impureza, podem implicar diretamente na eficiência da amplificação do material genético via PCR utilizando marcadores moleculares, como o SSR. É importante destacar que os



procedimentos extrativos de DNA têm o objetivo de fazer a lise das células para a liberação do ácido nucleico e uma completa remoção dos contaminantes, pois estes interferem na ação da enzima Taq DNA polimerase (OLIVEIRA et al., 2010; SOARES et al., 2016; SANTOS et al., 2021).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A extração de DNA é a primeira e crucial etapa para a aplicação direta do mesmo em diferentes técnicas moleculares. Diante disso, é de extrema importância que este processo ocorra sem empecilhos, obtendo assim material genético em qualidade e quantidades significativas para ser utilizado, por exemplo na Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), entretanto, muitos autores destacam a problemática de conseguir extrair DNA isolado e íntegro para tal fim, em detrimento de diferentes contaminantes, como os metabólitos secundários (polissacarídeos e compostos fenólicos), que protegem o material vegetal de herbívoros e de doenças patogênicas (HARBONE et al., 1991).

Diante do exposto, no presente trabalho não foi possível afirmar qual dos métodos de extração analisados era capaz de obter DNA de qualidade, visto que o material genético obtido estava degradado e rico em contaminantes. Logo, é oportuno a realização de otimizações futuras nos protocolos de extração estudados.

### REFERÊNCIAS

ALVES, Emanuele Amorim; SOUZA, Daniel Santos. Biologia molecular. *In*: MOLINARO, Etelcia; CAPUTO, Luzia; AMENDOEIRA, Regina. Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde: volume 3. Rio de Janeiro: Epsjv, 2013. Cap. 2. p. 1-306. Disponível em:

<https://www.epsjv.fiocruz.br/publicacao/livro/conceitos-e-metodos-para-formacao-de-profissionais-em-laboratorios-de-saude-volum-1>.

Acesso em: 03 ago. 2024.

AHMED, I.; ISLAM, M.; ARSHAD, W.; MANNAN, A.; AHMAD, W.; MIRZA, B. High-quality

plant DNA extraction for PCR: an easy approach. Journal Of Applied Genetics, Palmerston North, v. 50, n. 2, p. 105-107, fev. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03195661>. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/bf03195661>. Acesso em: 30 ago. 2024.

BRANCHER, T. L.; HAWERROTH, M. C.; KVITSCHAL, M. V.; MANENTI, D. C. Eficiência de diferentes protocolos de extração de DNA em macieira. Revista de Ciências Agroveterinárias, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 361-367, out. 2018. DOI: 10.5965/223811711732018361. Disponível em:

<https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/10456>. Acesso em: 13 jan. 2024.

CAMPOS, Thaís de Oliveira. ESPECTROFOTOMETRIA E ANÁLISE DE IMAGENS: CORRELAÇÃO ENTRE MÉTODOS APLICADOS A QUANTIFICAÇÃO DE DNA. 2014. 30

f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014. Disponível em: <https://rima.ufrjr.br/jspui/handle/20.500.14407/2956>.

Acesso em: 19 fev. 2024

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 10, Safra 2022/23, n. 12, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 1 mar. 2024.

COSTA, M. R.; MOURA, E. F. Manual de extração de DNA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 24

p. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/403421/1/OrientalDoc89.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2024.

COSTA, M. R. T. DA R.; BONFIM, KENNY; NASCIMENTO, SIDNEY V. DO.

Biologia Molecular Aplicada aos Recursos Genéticos. *In*: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS, 4., 2012, Belém. Anais [...] . Belém: Enaag, 2012. p. 1-23.

EMBRAPA SOJA. Disponível em:  
<https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>.

Acesso em: 13 jan. 2024.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. Embrapa-Cenargen, Brasília, 220p., 1998.

KESTRING, D. R.; SEOANE, C. E. S. Otimização de protocolo para extração do DNA de endosperma de sementes de *Araucaria angustifolia*. 2010. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/873343/1/17710.pdf> Acesso em 20.06.24

LIMA, L. DE O.; SILVA, MR E; MAGALHÃES, LO; MORAIS, G.C.; SILVA, RNO. Comparação de protocolos de extração de DNA genômico de *Capsicum spp.* Revista Brasileira de Desenvolvimento, [S.L.], v. 5, p. 26419-26434, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n5-191. Disponível em:  
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/9845>. Acesso em: 20 jan. 2024.

MAIA, M.S.; BRUMER, B.B.; NOVAES, R.M.L.; SILVA, D.C.G.; KUWAHARA, M.K.; DALCIN, M.B.; MARCELINO-GUIMARAES, F.C.; ABDELNOOR, R.V. Método de extração de DNA de

folhas de soja adaptado para larga escala. *In*: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 8., 2013, Londrina. Resumos expandidos. Londrina: Paula Geron Saiz Melo, 2013. p. 1-213. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/VIII-Jornada-Academica-da-Embrapa-Soja-resumos-expandidos.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

MARTIN, T. N. A cultura da Soja (*Glycine max*). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria Dep. Fitotecnia – Setor de Agricultura. Color. 2016. Disponível

em: [https://www.bibliotecaagp.tea.org.br/agricultura/culturas\\_anuais/livros/A%20CULTURA%20DA%20SOJA.pdf](https://www.bibliotecaagp.tea.org.br/agricultura/culturas_anuais/livros/A%20CULTURA%20DA%20SOJA.pdf) . Acesso em: 07 mar. 2023.

NASCIMENTO, A. L. S.; SÁ, A. J.; LEDO, A. D. S.; MUNIZ, A. D. S. DNA extraction in mangaba tree (*Hancornia speciosa* Gomes). Nucleus, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 97-106, out. 2017. DOI: 10.3738/1982.2278.2727

OLIVEIRA, L. V. R.; FARIA, R. T.; RUAS, C. F.; RUAS, P. M.; SANTOS, M. O.; CARVALHO,

V. P. Genetic Analysis of Species in the Genus *Catasetum* (Orchidaceae) using RAPD Markers. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba – PR, v.53, n. 2, p.375 – 387, 2010. DOI: 10.1590/S1516-89132010000200017.

OLIVEIRA, Maria Cristina Sena *et al.* Fundamentos teórico-práticos e protocolos de extração e de amplificação de DNA por meio da técnica de reação em cadeia da polimerase. Embrapa. São Paulo:

São Carlos, 2007. 38 p. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32770/1/LivroProtM>. Acesso em: 16 jan. 2024.

PRIOLLI, R.H.G.; MENDES-JUNIOR, C.T.; ARANTES, C.E.; CONTEL, E.P.B. Characterization

of Brazilian soybean cultivars using microsatellite markers. Genetics and Molecular Biology.

Genetics and molecular biology, Ribeirão Preto, v. 25, n. 2, p.185-193, 2002.

RICHARDS, Eric; REICHARDT, Mark; ROGERS, Sharon. Preparation of Genomic DNA from Plant Tissue. Current Protocols In Molecular Biology, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 1-7, jul. 1994. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/0471142727.mb0203s27>.

ROMANO, E.; BRASILEIRO, A.C.M. Extração de DNA de plantas. Biotecnologia, v.2, n.9, p.40- 43, 1999. In.: MAZZA, M. C. M.; BITTENCOURT, J. V. M. Extração de DNA de tecido vegetal de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 41, p. 12-17,

2000.

ROMANO, E. Extração de DNA de tecidos vegetais. *In*: BRASILEIRO, A. C. M.; ROMANO, E.; BRASILEIRO, A.C.M. Extração de DNA de plantas. *Biotecnologia*, v.2, p.40 - 43, 1999.

SANTOS, L. H. T.; DIAS, C. S.; LIMA, J. C.; MEIRA, M. R.; SILVA, C. B. M. C. Análise

comparativa de protocolos para extração de DNA genômico em *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.

*Biotemas*, Itapetinga, v. 34, n. 1, p. 1-7, 2021. DOI: 10.5007/2175-7925.2021.e76552.

SANTOS, L. H. T.; DIAS, C. S.; LIMA, J. C.; MEIRA, M. R.; SILVA, C. B. M. C. Análise

comparativa de protocolos para extração de DNA genômico em *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.

*Biotemas*, Itapetinga, v. 34, n. 1, p. 1-7, 2021. DOI: 10.5007/2175-7925.2021.e76552.

SOARES, F.; OLIVEIRA, F.; BORGES, N.; SILVA, B.; ROSSI, A. A. Otimização de protocolo para extração de DNA de tecido foliar de duas espécies de ingazeiro. *Enciclopedia Biosfera*, [S.L.], v. 13, n. 24, p. 1-8, 2016. Disponível

em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1068>.

Acesso em: 5 mar. 2024.

SOUZA, ANDRESSA MOREIRA DE. BENEFÍCIOS DA CINÉTICA NA OBTENÇÃO DE DNA COM ALTO GRAU DE PUREZA: cinética associada a extração de dna. *Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil - Volume 5*, [S.L.], v. 5, n. 6, p. 73-83, dez. 2022. Editora Científica Digital.

<http://dx.doi.org/10.37885/220809904>. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/220809904>.

Acesso em: 03 ago. 2024.

## FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa – FAPT – Tocantins.

## Capítulo 6

# PRODUÇÃO DE BIOINSETICIDAS COM BASE EM *Bacillus thuringiensis* (BT).

Roberto Santos Melo Filho<sup>1</sup>  
Raimundo Wagner de Souza Aguiar<sup>2</sup>

### RESUMO

*Bacillus thuringiensis* (Bt) é uma bactéria gram-positiva usada para controle insetos devido às suas toxinas, que são eficazes contra o *Aedes aegypti*, vetor de doenças como dengue e Zika. Este estudo comparou a produção de biolarvicidas usando meios alternativos mais viáveis economicamente (arroz parboilizado e farelos de soja e arroz) com o meio tradicional CCY. Cepas de Bt isoladas no Tocantins foram cultivadas em diferentes tipos de meios e analisadas quanto à produção de cristais proteicos. A microscopia revelou que todos os meios testados geraram cristais, com o farelo de soja se destacando por ser eficiente e econômico, oferecendo resultados semelhantes ao CCY. Testes com larvas de *Aedes aegypti* mostraram que os meios alternativos têm alta toxicidade, com concentrações letais de 95% (CL95%). Esses resultados indicam que os meios alternativos são eficazes e mais baratos do que o tradicional, tornando-os uma boa opção para o controle de vetores em conjunto de outros métodos de combate ao mosquito.

Palavras-chave: Controle biológico, *Aedes aegypti*, farelo de soja e arroz.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Pibic CNPq, Universidade Federal do Tocantins, roberto.melo@mail.uft.edu.br.

<sup>2</sup> Doutor em Biologia Molecular, Professor de engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Tocantins, RWSA@mail.uft.edu.br.

## INTRODUÇÃO

*Bacillus thuringiensis* (Bt) é uma bactéria gram-positiva, anaeróbia facultativa, com formato de bastonete alcançando tamanho entre 1,0 a 5,0  $\mu\text{m}$  (ROGOFF & YOUSTEN, 1969). O Bt possui uma gama variada de subespécies, classificadas em 79 sorotipos, que evidenciam  $\delta$ -endotoxinas, em condições específicas de crescimento formam esporos como outras espécies de *Bacillus*, entretanto, os Bt durante a esporulação conseguem sintetizar cristais proteicos intracelulares, pertencentes às famílias Cry e Cyt, que tem atividade tóxica contra diferentes ordens de insetos, tais como Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera, Homóptera e outros organismos como nematoides, ácaros e protozoários (SANAHUJA et al., 2011; RAMÍREZ-LEPE; RAMÍREZ-SUERO, 2012; EVANGELISTA, 2020). Dentre a grande variedade de subespécies, destaca-se a toxicidade para larvas de insetos da família Culicidae, tais como *Culex quinquefasciatus* e *Aedes aegypti* (RAMÍREZ-LEPE; RAMÍREZ-SUERO, 2012).

A atuação dos cristais apresenta mecanismos complexos (BRAVO et al., 2012; GU et al., 2016), onde são ingeridos e solubilizados no intestino das larvas que apresentam um pH alcalino, para ter efeito tóxico eles passam por um tratamento proteolítico por enzimas que transformam proteínas Cry para toxinas ativas, e assim elas conseguem se ligar ao epitélio intestinal e formar poros na membrana das células levando a uma lise celular e morte do inseto (CORRÊA, 2012).

Dada a sua relevância no controle biológico, diversos genomas de *B. thuringiensis* têm sido amplamente sequenciados e divulgados, e até o momento existem 598 genomas de *B. thuringiensis* de várias subespécies depositados no banco de dados NCBI (National Center for Biotechnology Information). Dessa forma, o sequenciamento completo do material genético tem permitido diferentes estudos com



*B. thuringiensis*, tais como a análise estrutural e funcional de genomas, a caracterização de proteínas inseticidas, identificação de novas toxinas e de novos plasmídeos (CONSTANSKI et al., 2015).

No cenário brasileiro, devido às condições climáticas e antropizados de vegetações, os mosquitos do gênero *Aedes* e *Culex* são os principais disseminadores de doenças como dengue, a febre-amarela, a Zika, a chikungunya e a filariose linfática respectivamente, tendo o *Culex* como um potencial vetor para a febre Zika (AKTER et al., 2017; GUEDES et al., 2017; FONTENILLE; POWELL, 2020; LIU et al., 2020).

Paralelo a isso, conforme o Ministério da Saúde (2020), o quadro epidemiológico do país se mostra com 778.400 casos notificados prováveis de dengue no país e 342 óbitos. Para febre chikungunya, 34.751 casos prováveis foram notificados e 8 óbitos. A febre Zika ocorre em uma taxa menor, com 3.509 casos prováveis e nenhum óbito registrado. Atrelado ao que foi exposto, é fato que o país fornece as condições ótimas para a propagação dos mosquitos (SURENDRAN et al., 2019; MS, 2020).

A melhor proposta para combater as arboviroses é o manejo integrado (ACHEE et al., 2019; LWANDE et al., 2020), onde o uso de diferentes métodos de controle do vetor são aplicados rotativamente (ACHEE et al., 2019; GU et al., 2019), pois os mosquitos adquiriram resistências ao uso constante de inseticidas químicos rapidamente (LOPES et al., 2019).

Concomitante a essas evidências, se faz jus propor o estudo da produção e melhoramento de biolarvicidas com atividade tóxica para *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus*, *Sitophilus zeamidis* e *Sitophilus oryzae*, com experimentos de produção e investigação dos parâmetros que afetam a fermentação, empregando-se fontes alternativas como substratos, com estirpes bacterianas que possuem elevada toxicidade, isoladas no estado do Tocantins.

## MÉTODO E MATERIAIS

Os microrganismos utilizados neste trabalho fazem parte da coleção de bactérias do Laboratório de Biologia Molecular UFT – GURUPI, sendo as estirpes de *Bacillus thuringiensis* com toxicidade comprovadas para larvas de *Ae. aegypti*. Os Bts foram isolados de amostras de solos dos Municípios de Gurupi – Tocantins, conforme a metodologia World Health Organization (2012).

### Meio de cultura CCY de inóculo inicial e para os testes

O meio de cultura CCY usado para o experimento é formado por 10 ml de Nutriente estoque (2 g de L-glutamina; 100 g de caseína; 100 g de lacto peptona; 4 g de extrato de levedura; 6 mL de glicerina, por litro de água destilada), 1 ml de Sais minerais (0,68 g de ZnCl; 101,64 g de MgCl<sub>2</sub> .6H<sub>2</sub> O; 1,96g MnCl<sub>2</sub> ; 29,4g de CaCl<sub>2</sub> ; 13,4g de FeCl por litro de água destilada), 2,5 ml de Tampão de fosfato (35,38g fosfato monobásico; 90,57g fosfato bibásico, por litro de água destilada) para 1 litro de meio de cultura com água destilada.

### Incubação do pré inóculo

Para a análise inicial foi utilizado a cepa UFT 38 do banco de cepas do Laboratório de Biologia Molecular. A bactéria foi inoculada em erlenmeyer contendo 100 ml do meio CCY líquido e transferida para uma incubadora shaker, sobre as condições ideais de crescimento 180 rpm a 28 °C por 24 horas.

### Experimento com o meio alternativo Sólido

Para o meio alternativo para a fermentação do *Bacillus* e produção dos cristais, foram utilizados 100 g de arroz parboilizado integral autoclavado, depois adicionado 100 ml de água destilada e novamente autoclavada. Os grupos relacionados a seguir foram inoculados com 2 ml do caldo bacteriano da UFT 38. O Grupo 1 composto por 100ml de água destilada; Grupo 2 composto por água

destilada e enriquecido com Sais minerais; Grupo 3 composto 100 ml de meio de cultura CCY (figura 1). Todos foram devidamente esterilizados por autoclavação ou filtração, a fermentação foi realizada em uma incubadora a 25 °C com verificação e agitação manual por 5 dias, a microscopia foi realizada com os corantes amido black e fucsina básica para melhor visualização.

Figura 1 - Experimento Grupos 1, 2 e 3.



Fonte: Autor, 2024

#### Experimento com meio alternativo Líquido

Para esse experimento foram utilizados farelo de soja e de arroz, que primariamente foram triturados em grânulos finos, em seguida foi preparado o meio em solução 200g dos farelos por litro de água destilada com a adição de 1 ml de Sais minerais (0,68 g de  $ZnCl_2$ ; 101,64 g de  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ; 1,96g  $MnCl_2$ ; 29,4g de  $CaCl_2$ ; 13,4g de  $FeCl_3$  por litro de água destilada). O bacillus foi inoculado nos dois meios de cultura e transferido para uma incubadora shaker, sobre as condições ideais de crescimento de 180 rpm a 28 °C por 24 horas.

#### Criação de *Aedes aegypti*

Os mosquitos foram criados no Laboratório de Inovação Tecnológica, da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi. A nutrição das fêmeas de *Aedes aegypti* foi feita com sangue de ratos Wistar vivos (*Rattus norvegicus albinus*), expondo a pele de camundongos por uma hora, duas vezes por semana. Já os machos

foram alimentados com uma solução açucarada de 500 g de açúcar cristal para um litro de água em um pedaço de algodão. As soluções foram servidas e trocadas a cada três dias. A eclosão dos ovos ocorreu em recipientes plásticos (35 × 5 cm) com água da torneira e ração para gatos triturada como fonte de nutrientes. As larvas foram criadas nos recipientes plásticos e alimentadas com ração para gatos trituradas. Os insetos foram mantidos em laboratório com temperatura regulada a  $28^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , fotoperíodo de 12h por dia e com umidade de  $70\% \pm 5\%$ , a troca de água das bandejas e limpeza das gaiolas realizadas semanalmente (DA SILVA, GARCIA, et al., 1998).

#### Bioensaio

Para este teste foram utilizados recipientes contendo 15 mL de água destilada com 15 larvas de terceiro estágio, em triplicata e depois foram adicionados à água 0.1µl a 50µl do caldo obtido da fermentação. A mortalidade das larvas foi definida após o período de 24 horas.

#### Análises estatísticas

Os dados médios de mortalidade de larvas foram submetidos à análise do GraphPad Prism

9.5.0 para Windows, GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA, para calcular as concentrações letais, CL95% com seu intervalo de confiança.

#### DADOS E DISCUSSÃO

De acordo com DE PODESTÁ et. al., 2015 o uso de meio alternativos com base em arroz e um resultado semelhante foi encontrado onde inicialmente o crescimento bacteriano ocorreu durante 5 dias e foram submetidos a agitação manual 2 vezes ao dia, durante esse período foi verificado que a umidade inicial do meio diminui e depois

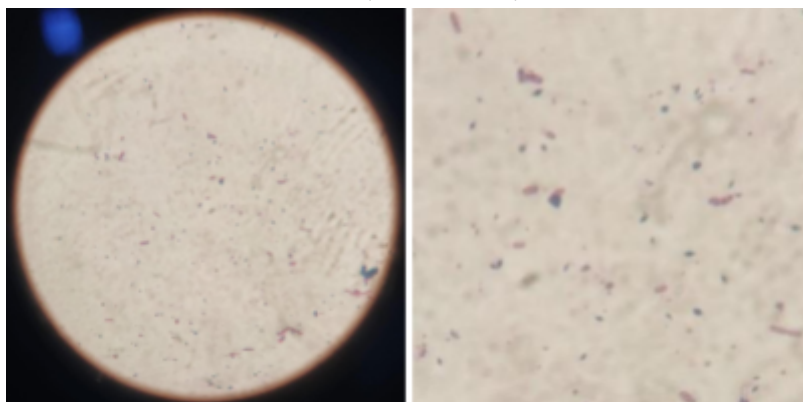
se manteve constante; não apresentou contaminação aparente; sem mudança de cor natural do arroz e aumento da viscosidade do caldo formado durante este período.

Para a análise foi coletado uma amostra de arroz com caldo dos erlenmeyers e transportada para tubos Falcon de 50 ml, em seguida foram adicionados 5 ml de água destilada, os tubos foram submetidos a agitação em um equipamento Vórtex por 5 minutos.

A análise microscópica foi realizada em três momentos. A primeira análise ocorreu 48h após o início da fermentação, onde se verificou o aumento de células vegetativas sem a presença de esporos e cristais. No segundo momento, com 72h de fermentação, observou-se que as células permaneceram em crescimento, mas com o início da produção de esporos e a presença de cristais bipiramidais. No terceiro momento, com 120h de fermentação, observou-se a diminuição de células ativas e o aumento da quantidade de esporos e cristais bipiramidais (figura 1, figura 2 e figura 3).

Durante os teste foi observado que todos os três grupos tiveram êxito na produção do cristal, com destaque para o meio com a adição de sais minerais, Grupo 2 (figura 2), que apresentou um resultado semelhante na produção de cristais em relação ao meio com a adição de CCY, Grupo 3 (figura 4). O Grupo 1 composto por apenas com arroz e água destilada visualmente teve uma menor produção de cristais (figura 2), mas ainda se faz necessário uma quantificação das proteínas cristais.

Figura 2 - microscopia do grupo 1

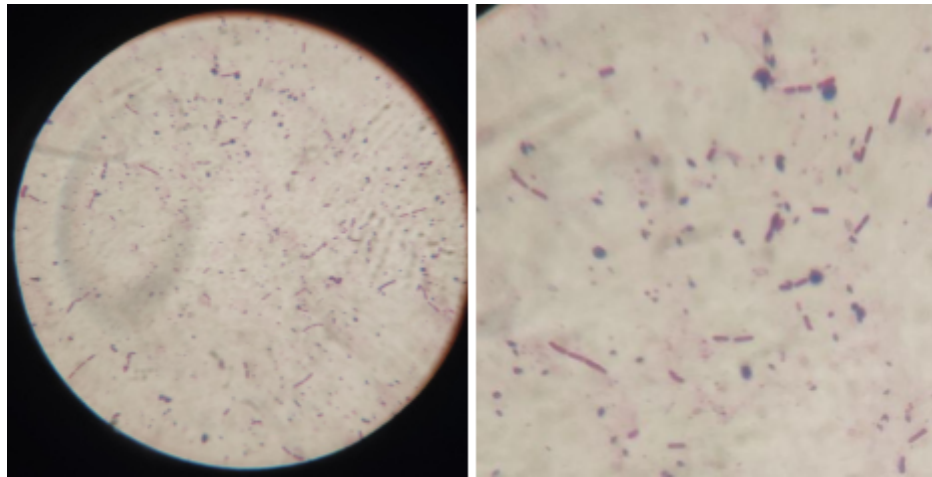


Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

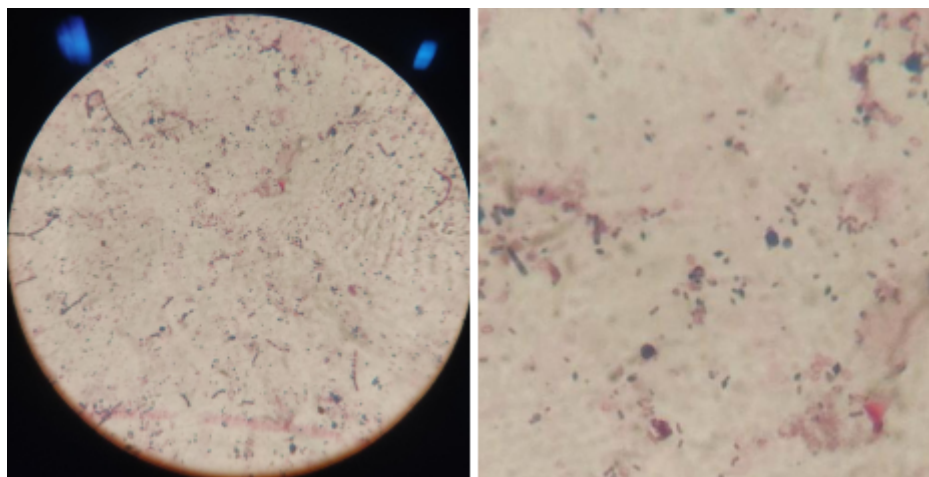
Fonte: Autor, 2024

Figura 3 - microscopia do grupo 2



Fonte: Autor, 2024

Figura 4 - microscopia do grupo 3



Fonte: Autor, 2024

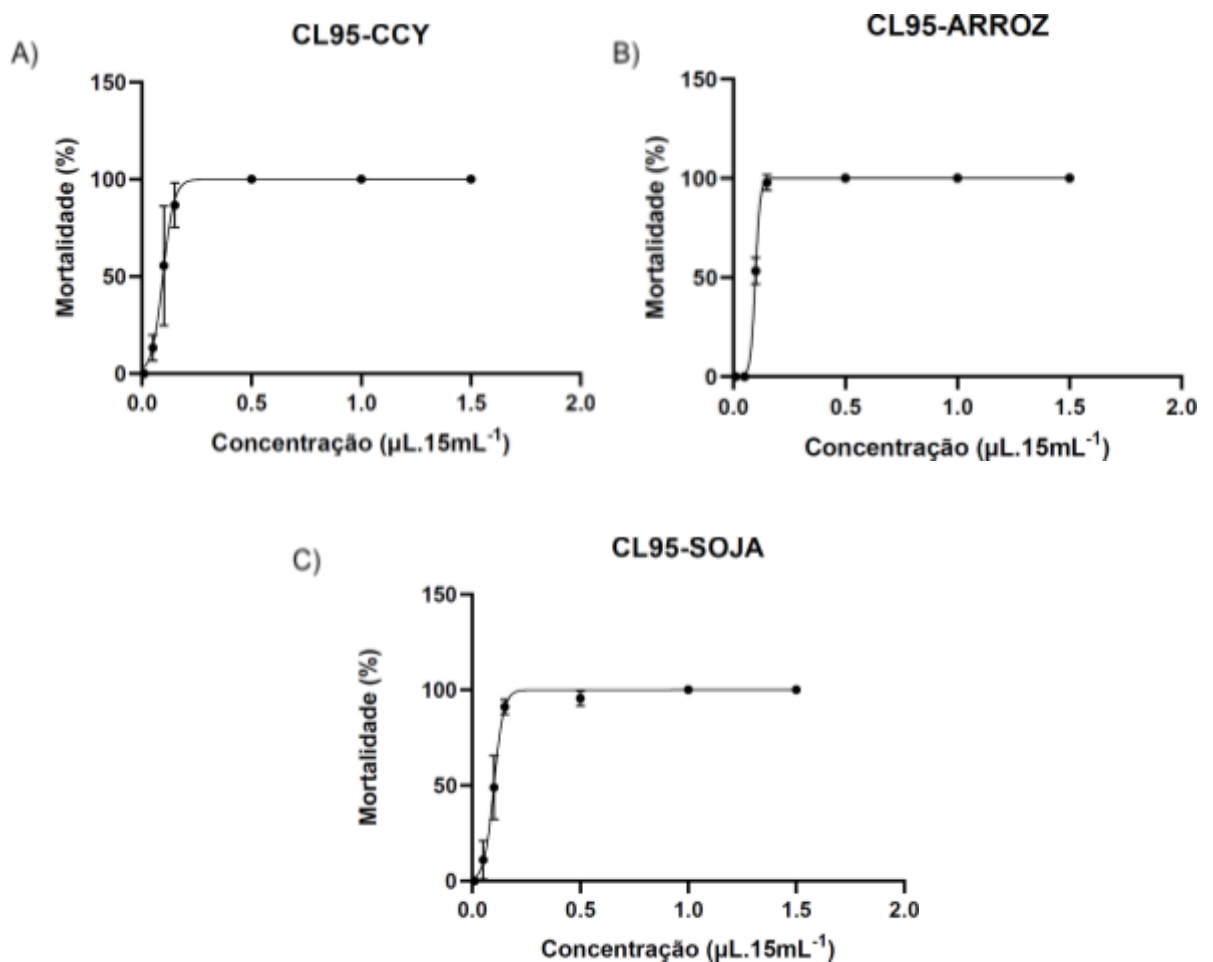
### Meio Alternativo Líquido

Bem como VIEIRA, 2015, a análise de diferentes substratos pode auxiliar na implementação industrial dos processos realizados em laboratório. Como os resultados da produção de cristais a partir de meio sólido foram positivos e apresentaram toxicidade, foi proposto utilizar farelos como meio alternativo, tendo em vista que é um produto muito mais economicamente viável e abundante no meio

industrial, também se fez necessário o uso de sais minerais já que melhora o desempenho da produção de cristais, o produto alvo.

Os ensaios foram realizados para obtenção das concentrações necessárias para o controle da população na concentração letal de 95% medindo a porcentagem de larvas de terceiro estágio eliminadas, tendo em vista que é a fase larval mais resistente.

Figura 5. Gráficos de Concentração letal do caldo conforme o meio de cultura



Fonte: Autor (2023).

Portanto, nota-se que ambos os meios de cultura Farelo de Arroz e Farelo de Soja são viáveis como meio de cultura de *Bacillus thuringiensis*, tendo inclusive concentração semelhante ao meio

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

tradicional CCY devido à similaridade de toxicidade onde os valores para CL95: Soja 0,1905  $r^2 = 0,9741$ ; Arroz 0,1873  $r^2 = 0,9968$ ; CCY 0,1825  $r^2 = 0,9350$ .

Para a comparação de custo de produção também foram analisados o custo dos componentes de cada meio de cultura para verificar a viabilidade econômica.

Tabela 1 - Custo do meio de cultura

Meio de Cultura CCY			
Componente	Quantidade por Litro (g/L)	Valor por kg	Custo para 1L
Nutriente Estoque (10 mL)			
- L-glutamina	0,02	880,00	0,0176
- Caseína	1	1402,00	1,402
- Lacto peptona	1	686,52	0,68652
- Extrato de levedura	0,04	511,06	0,0204424
- Glicerina	0,06	52,00 por Litro	0,00312
Sais Minerais (1 mL)			
- $ZnCl_2$	0,00068	738,00	0,00050184
- $MgCl_2 \cdot 6H_2O$	0,10164	229,90	0,02336703
			6
- $MnCl_2$	0,00196	119,00	0,00023324
- $CaCl_2$	0,0294	68,40	0,00201096
- $FeCl_3$	0,0134	180,00	0,002412
Tampão de Fosfato (2,5 mL)			
- Fosfato monobásico	0,08845	99,80	0,00882731
- Fosfato bibásico	0,2264	94,00	0,0212816
Total			2,18831638
			6
Meio de Cultura de Farelo de Soja			
Componente	Quantidade por Litro (g/L)	Valor por Kg	Custo para 1L
Farelo de Soja	1,64	200g	0,33



Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Sais Minerais (1 mL)			
- ZnCl <sub>2</sub>	0,00068	738,00	0,00050184
- MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,10164	229,90	0,023367036
- MnCl <sub>2</sub>	0,00196	119,00	0,00023324
- CaCl <sub>2</sub>	0,0294	68,40	0,00201096
- FeCl <sub>3</sub>	0,0134	180,00	0,002412
Total			0,358525076

---

Meio de Cultura de Farelo de Arroz			
Componente	Quantidade por Litro (g/L)	Valor por Kg	Custo para 1L
Farelo de Arroz	200	1,23	0,25
Sais Minerais (1 mL)			
- ZnCl <sub>2</sub>	0,00068	738,00	0,00050184
- MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,10164	229,90	0,023367036
- MnCl <sub>2</sub>	0,00196	119,00	0,00023324
- CaCl <sub>2</sub>	0,0294	68,40	0,00201096
- FeCl <sub>3</sub>	0,0134	180,00	0,002412
Total			0,278525076

Fonte: Autor (2023).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o combate ao mosquito *Aedes aegypti*, é essencial o uso integrado de diferentes ferramentas, pois a combinação de diversos métodos de controle biológico aumenta a eficácia das intervenções. Os biolarvicidas produzidos em meios alternativos, como farelo de soja e farelo de arroz, mostraram-se eficientes e econômicos, devido ao baixo custo dessas matérias-primas, que são subprodutos

abundantes da agroindústria, em comparação ao meio de cultura CCY. No entanto, apesar dos resultados promissores em laboratório, é fundamental realizar testes em campo para validar a eficácia desses produtos em condições reais de aplicação, como variações de clima.

## REFERÊNCIAS

- ACHEE, Nicole L. et al. Alternative strategies for mosquito-borne arbovirus control. *PLoS neglected tropical diseases*, v. 13, n. 1, p. e0006822, 2019.
- AKTER, Rokeya et al. Joint effects of climate variability and socioecological factors on dengue transmission: epidemiological evidence. *Tropical medicine & international health*, v. 22, n. 6, p. 656-669, 2017.
- BRASIL, Semanas Epidemiológicas. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes Aegypti* (dengue, chikungunya e zika), Semanas Epidemiológicas 1 a 26, 2020. Boletim Epidemiológico| Secretaria de Vigilância em Saúde| Ministério da Saúde, v. 51, n. 28, 2020.
- BRAVO, Alejandra et al. Evolution of *Bacillus thuringiensis* Cry toxins insecticidal activity. *Microbial biotechnology*, v. 6, n. 1, p. 17-26, 2013.
- CONSTANSKI, Kelly Christiane et al. Seleção e caracterização molecular de isolados de *Bacillus thuringiensis* para o controle de *Spodoptera* spp. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, p. 730-733, 2015.
- CORRÊA, Roberto Franco Teixeira. Avaliação da toxicidade de proteínas Cry e Cyt de *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* para diferentes linhagens de células de inseto e de mamífero. 2012. DE PODESTÁ, Guilherme Silva; DE FREITAS, Leandro Grassi; CARVALHO, Dayana. Meio de Cultura Sólido para a Produção de Bionematicida à

- Base de *Bacillus* sp. INTERAÇÃO ENTRE *Pochonia chlamydosporia* E RIZOBACTÉRIAS NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica*, p. 64, 2015.
- EVANGELISTA, Nívea AM; PINHO, Jean Marcel Rodrigues; VALICENTE, Fernando Hercos. Produção de *Bacillus thuringiensis* através de meio de cultivo alternativo. 2020.
- FONTENILLE, Didier; POWELL, Jeffrey R. From anonymous to public enemy: how does a mosquito become a feared arbovirus vector?. *Pathogens*, v. 9, n. 4, p. 265, 2020.
- GUEDES, Duschinka RD et al. Zika virus replication in the mosquito *Culex quinquefasciatus* in Brazil. *Emerging microbes & infections*, v. 6, n. 1, p. 1-11, 2017.
- GU, Zhen Y. et al. Efficacy of orally toxic sugar baits against contact-insecticide resistant *Culex quinquefasciatus*. *Acta tropica*, v. 202, p. 105256, 2020.
- LIU, Ying et al. Reviewing estimates of the basic reproduction number for dengue, Zika and chikungunya across global climate zones. *Environmental Research*, v. 182, p. 109114, 2020.
- LOPES, Ramon Pereira; LIMA, José Bento Pereira; MARTINS, Ademir Jesus. Insecticide resistance in *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 in Brazil: a review. *Parasites & vectors*, v. 12, p. 1-12, 2019.
- LWANDE, Olivia Wesula et al. Globe-trotting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: risk factors for arbovirus pandemics. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, v. 20, n. 2, p. 71-81, 2020.
- RAMÍREZ-LEPE, Mario; RAMÍREZ-SUERO, Montserrat; PERVEEN, F. Biological control of mosquito larvae by *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*. *Insecticides—pest engineering*, 2012.
- SANAHUJA, Georgina et al. *Bacillus thuringiensis*: a century of research, development and commercial applications. *Plant biotechnology journal*, v. 9, n. 3, p. 283-300, 2011.
- SILVA, Heloísa Helena Garcia da; Silva, Ionizete Garcia da; Lira, Kênia da Silva. Metodologia de criação, manutenção de adultos e estocagem de ovos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) em laboratório.

1998.

SURENDRAN, Sinnathamby N. et al. Anthropogenic factors driving recent range expansion of the malaria vector *Anopheles stephensi*. *Frontiers in public health*, v. 7, p. 387413, 2019.

VIEIRA, Corina Macedo et al. Produção de biopesticida de *Bacillus thuringiensis* usando meio comercial de laboratório e meios alternativos agrícolas como fonte de nutrientes, 2015.

YOUSTEN, A. A.; ROGOFF, M. H. Metabolism of *Bacillus thuringiensis* in relation to spore and crystal formation. *Journal of Bacteriology*, v. 100, n. 3, p. 1229-1236, 1969.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

## Capítulo 7

# AVALIAÇÃO DAS QUEIMADAS E INCÊNDIOS FLORESTAIS NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO ESTADO DO TOCANTINS

<sup>1</sup>Emilly Pereira Teixeira  
<sup>2</sup>Marcos Giongo

### RESUMO

O presente artigo aborda a avaliação das queimadas e incêndios florestais nas Unidades de Conservação (UCs) do Estado do Tocantins entre os anos de 2017 e 2021, utilizando imagens de satélite obtidas pelo sensor OLI do Landsat-8. A pesquisa busca identificar as áreas afetadas pelo fogo e entender os fatores que influenciam a sua ocorrência, especialmente as ações humanas e as condições climáticas. Os resultados indicam que o ano de 2017 foi o mais crítico, com uma área total de 553.300 hectares queimados. Em 2018, houve uma redução significativa das áreas atingidas, para 248.249 hectares, possivelmente devido a políticas de controle mais eficazes. No entanto, em 2019 e 2020, as queimadas voltaram a aumentar, totalizando 468.633 e 378.539 hectares, respectivamente. As UCs federais, localizadas em áreas de difícil acesso, foram as mais impactadas, o que dificultou as ações de prevenção e combate. Por outro lado, as UCs estaduais, também enfrentaram grandes desafios com o fogo, em especial durante a estação seca, quando práticas como o uso indevido do fogo em atividades agrícolas fogem ao controle. O estudo conclui que é fundamental a implementação de estratégias mais eficazes de manejo e prevenção de incêndios, com base no monitoramento contínuo por satélites e na conscientização das comunidades locais, para mitigar os impactos ambientais e garantir a preservação da biodiversidade nas UCs do Tocantins.

Palavras-chave: Incêndios florestais; Unidades de Conservação; Tocantins.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Florestal, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, emilly.pereira1@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Doutor em Ciências Florestais Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Tocantins, giongo@mail.uft.edu.br.

## INTRODUÇÃO

A avaliação das queimadas florestais tem crescido nas últimas décadas no Brasil através do Sistema de Informações Geográficas (SIG), possibilitando compreender as queimadas e incêndios da vegetação nativa e seus fatores direcionadores, que provocam ameaças ao meio ambiente. Nesse sentido, imagens de satélites contribuem como instrumento de monitoramento da presença do fogo. Neste contexto, o sensoriamento remoto se configura como uma importante fonte de informações geográficas para diferentes aplicações, tais como: monitoramento ambiental, identificação dos tipos de cultivo, mapeamento de uso da terra, mapeamento de incêndios florestais (Yang et al., 2022).

Portanto, o monitoramento das áreas queimadas, a identificação das propriedades por meio do uso de dados de satélite, tem possibilitado compreender os fatores condicionantes para a grande ocorrência de incêndios no Estado do Tocantins. Vale destacar que o Estado integra a região fronteira agrícola nacional, denominada (MATOPIBA), é um acrônimo que denomina a região formada por quatro estados do Brasil, Maranhão, Tocantins, Piauí e da Bahia. De acordo com, Pivello (2011) e Patriota et al (2017), o Estado do Tocantins, que está localizado no maior remanescente do Bioma Cerrado, é um dos estados mais afetados por incêndios florestais no Brasil, apresentando o maior número de focos de calor nos últimos anos, principalmente nas propriedades rurais onde se concentram as maiores ocorrências de incêndios florestais.

A maior incidência desses incêndios, acontecem principalmente durante a estação seca, e geralmente se espalham por grandes áreas de terra. Este fato, na maioria das vezes ocorre devido a ação antrópica de forma criminosa ou acidental. Andrade (2020), relata que o aumento descontrolado de incêndios pode acarretar sérios problemas ambientais, reduzindo a cobertura vegetal, a fertilidade

do solo, comprometendo a qualidade do ar, prejudicando a saúde humana.

Diante do aumento das queimadas e incêndios florestais é possível verificar ocorrências em Unidades de Conservação (UCs) reguladas pela Lei nº 9.985, de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que tem como objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Soares (2016) frisa que em termos de danos, a ocorrência de incêndios é uma das ameaças persistentes aos objetivos das Unidades de Conservação, que são espaços utilizados principalmente para manter a biodiversidade em áreas naturais remanescentes. Santos (2018), faz-se necessário o monitoramento das áreas queimadas para obter as informações essenciais para gerenciar de forma mais eficaz o controle de incêndios em Unidades de Conservação antes que se tornem um desastre ambiental.

O planejamento eficaz ao combate aos incêndios dentro dessas áreas de conservação, é um desafio enfrentado pela maioria dos seus gestores. Os dados de satélites juntamente com o sensoriamento remoto, têm sido utilizados para quantificar e avaliar a dinâmica de ocorrência de incêndios, porém em relação às Unidades de Conservação do Estado do Tocantins existem poucos estudos.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a delimitação das cicatrizes de queimadas e incêndios florestais nas Unidades de Conservação do Estado do Tocantins nos anos de 2017 a 2021, utilizando o processamento de imagens obtidas pelo sensor OLI do satélite Landsat 8.

## MÉTODO E MATERIAIS

Estado do Tocantins está situado na região norte do Brasil, abrangendo uma área de 277.720,57 km<sup>2</sup>, possui 139 municípios, com

## Horizontes Científicos da UFT: Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

uma população estimada 1511.460 habitantes, limita-se ao norte com o Maranhão e Pará, ao sul com o estado de Goiás, a leste com o Maranhão, Piauí e Bahia e a oeste com o Mato Grosso e Pará, (IBGE, 2022).

A figura 1, representa as áreas analisadas, representada por vinte e três Unidades de Conservação. Sendo que a área de estudo possui 5.153.090,51 hectares (ha), correspondendo a 1,85% do território do Estado do Tocantins. (Tocantins, 2012).

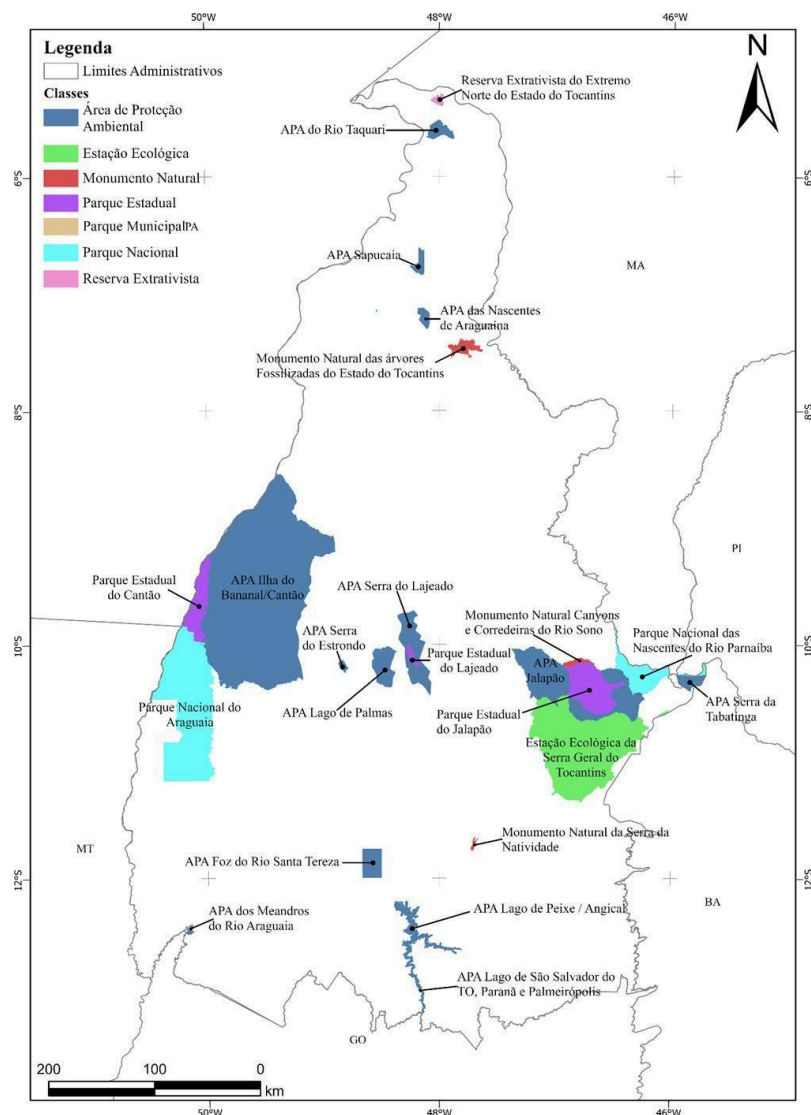




Figura 1 – Mapa das Unidades de Conservação no Estado do Tocantins. Fonte: Base Digital SEPLAN/2019. Org: Autor do trabalho

Para avaliação dos incêndios nas unidades de conservação analisadas, foram utilizadas imagens provenientes do sensor Operational Land Imager (OLI) do satélite Landsat-8, com resolução espacial de 30 metros, obtidas da base de dados USGS (United State Geological Survey).

As informações foram tabuladas de forma a identificar, disponibilidade série histórica de imagens dos anos de 2017 a 2021, dos meses de julho a outubro, foram observadas cobertura de nuvens, resolução radiométrica, resolução espectral, resolução temporal, resolução espacial. A primeira fase, teve como objetivo geral a estruturação de uma base de dados georreferenciada sobre as ocorrências das queimadas e incêndios florestais nas Unidades de Conservação do Estado do Tocantins, que serviu para as demais fases do projeto.

Foram utilizadas 19 cenas do satélite, que correspondem à cobertura do Estado do Tocantins, no qual foram feitos os recortes das áreas de interesse. Após a obtenção das imagens, foram aplicados os ajustes espaciais (georreferenciamento). Para a delimitação de áreas queimadas foram utilizadas duas composições de banda tipo RGB, estas composições foram montadas com o auxílio do software ENVI com as ordens: 6(R)5(G)4(B) e 7(R)6(G)3(B), e que possui resolução espacial de 30 metros e temporal de 16 dias.

Após análise das composições RGB, as cicatrizes foram delimitadas de forma manual com o auxílio das ferramentas de confecção de polígonos em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o software ArcGis 10.8. Assim, com a delimitação das áreas queimadas foi possível quantificar a extensão das queimadas e incêndios florestais nas Unidades de Conservação

do Estado do Tocantins.

## DADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados de queimadas e incêndios florestais nas Unidades de Conservação (UCs) do Estado do Tocantins, entre os anos de 2017 e 2021, revela um panorama dinâmico, com variações significativas nas áreas atingidas pelo fogo em diferentes anos e unidades. Esses incêndios representam uma ameaça contínua à preservação ambiental, afetando diretamente a biodiversidade, a qualidade do solo e o manejo sustentável dessas áreas.

Conforme apresentado na Tabela 1, observamos que o ano de 2017 foi o mais crítico, com uma área total queimada de 553.300 hectares. Esse valor expressivo pode estar relacionado às condições climáticas mais severas, como o aumento da temperatura média e a baixa umidade durante a estação seca, que contribuem para a propagação rápida do fogo. O Parque Nacional do Araguaia, em particular, destaca-se como a UC federal mais afetada, com uma área queimada de quase 400.000 hectares em 2017. Esse cenário preocupante levanta questões sobre a eficiência das estratégias de manejo e prevenção de incêndios no parque, que, mesmo sendo uma das maiores áreas protegidas do estado, parece vulnerável às queimadas.

Por outro lado, o ano de 2018 apresentou a menor área queimada, com 248.249 hectares, uma redução significativa em comparação ao ano anterior. Essa diminuição pode indicar a eficácia de políticas públicas de controle de incêndios, como o uso de brigadas florestais e campanhas de conscientização, ou uma resposta mais ágil por parte das autoridades responsáveis pelas UCs. No entanto, essa melhora não foi mantida nos anos seguintes, já que em 2019 e 2020 houve um novo aumento nas áreas queimadas, com um total de 468.633 hectares e 378.539 hectares, respectivamente. Essa oscilação

demonstra a complexidade de se lidar com incêndios florestais em áreas de conservação, principalmente em função das influências climáticas e das atividades humanas.

As Unidades de Conservação, faz o papel de proteção ambiental e conservação e manejo adequado dos recursos naturais dos parques. Segundo Torres et al (2017), a principal causa de incêndios nas Unidades de Conservação é o uso indevido do fogo em atividades como queima de lixo doméstico e limpeza de pastagens em propriedades vizinhas, sobretudo por fatores climáticos (vento, aumento das temperaturas médias, baixa umidade), principalmente na época de estiagem, essas ações podem sair do controle, fazendo com que ocorra um aumento na ocorrência de incêndios e com difícil método de controle assim ocasionando em grande perda de fauna e floras dos parques situados na região do Tocantins.

Tabela 1 – Área queimada (em hectares) dentro dos limites das Unidades de Conservação Federais.

Unidades de Conservação Federais	2017	2018	2019	2020	2021
APA dos Meandros do Rio Araguaia	64,07		255,30		
APA Serra da Tabatinga	1.015,21	224,49	729,13	99,46	
Estação Ecológica da Serra Geral do Tocantins	142.250,89	100.076,6	156.224,6	143.148,6	133.034,1
		2	85	23	10
Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba	13.760,83	12.027,19	56.814,41	12.338,75	25.383,13
Parque Nacional do Araguaia	395.746,19	135.765,12	254.609,84	222.917,95	239.995,63

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Reserva Extrativista do Extremo Norte do Estado do Tocantins	463,14	155,99		35,15	139,95
Total	553.300,3	248.249,	468.633	378.539,	398.552
	4	42	,53	53	,82

Conforme Tabela 2, observa-se uma tendência semelhante de variação nas áreas queimadas ao longo do período analisado. O ano de 2018, em contraste com os resultados federais, registrou a maior área queimada, com 337.232 hectares, enquanto 2019 e 2021 apresentaram números significativamente menores. Um destaque importante é a Área de Proteção Ambiental (APA) Jalapão, que registrou aumentos contínuos nas áreas queimadas, especialmente em 2019 e 2021, refletindo um cenário preocupante para a preservação dessa região, que é uma das áreas mais ricas em biodiversidade no Estado do Tocantins.

As causas desses incêndios podem estar associadas ao uso indevido do fogo por populações próximas, seja para o manejo de pastagens ou para a limpeza de terrenos, práticas que, combinadas com o clima seco, frequentemente saem do controle. Ao comparar os dados das UCs federais e estaduais, nota-se que as áreas federais, como o Parque Nacional do Araguaia, foram consistentemente mais afetadas que as estaduais. Isso pode ser atribuído ao fato de que muitas dessas UCs federais estão localizadas em áreas remotas e de difícil acesso, dificultando ações de prevenção e combate ao fogo. Além disso, a variação nas áreas queimadas de um ano para outro indica que os incêndios florestais no Tocantins não seguem um padrão fixo, sendo fortemente influenciados por fatores como condições climáticas, práticas agrícolas e políticas de manejo.

Tabela 2 – Área queimada (em hectares) dentro dos limites das Unidades de Conservação Estaduais.

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Unidades de Conservação Estaduais	2017	2018	2019	2020	2021
APA das Nascentes de Araguaína	3.022,4 3	1.757,71	104,88	2.244,3 3	151,46
APA Foz do Rio Santa Tereza	284,75	139,05	1.314,14	15,97	1.079,39
APA Ilha do Bananal/Cantão	177.894, 17	59.217,2 1	67.649,3 0	129.060, 05	92.696, 88
APA Jalapão	679.579, 2	59.255,1 9	92.422, 93	64.443, 24	81.564, 44
APA Lago de Palmas	9.138,33	3.557,6 0	4.018,92	1.741,93	4.359,2 2
APA Lago de Peixe / Angical	4.418,3 3	1.623,82	7.101,42	1.752,3 6	3.703,3 9
APA Lago de São Salvador do TO, Paranã e Palmeirópolis	59,81		130,00	36,91	109,57
APA Serra do Lajeado	32.046, 86	6.249,6 9	24.525, 73	11.913,17	12.302,9 4
Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Estado do TO	459,58	715,76	75,49	1.044,6 3	252,87
Parque Estadual do Cantão	6.729,15	2.921,08	4.317,16	13.107,01	3.290,31
Parque Estadual do Jalapão	34.926,0 3	23.295, 46	50.746, 35	31.463, 88	46.248, 93
Parque Estadual do Lajeado	294,72	119,79	0	479,15	84,63
Total	337.232, 07	158.852 ,36	252.40 6,32	257.302 ,62	245.84 4,02

Analisando a tabela 3, que está relacionada com a Área queimada (em hectares) dentro dos limites das Unidades de Conservação Municipais no Estado do Tocantins, entre os anos de 2017 e 2021, consta com cinco unidades. Nesse sentido, a maior ocorrência de queimada em comparação com os anos citados acima, ocorreu no ano de 2017, representando 7.939,94 (ha), tendo menor ocorrência de queimada no ano de 2020, com área de 4.744,93 (ha).

Ocorrendo variações de área total (ha) nessas propriedades respectivamente em 2018, (4.813,27), 2019, (7.790,50) e 2021 (5.299,39). Vale considerar, que a APA do Rio Taquari não houve queimada na área em 2019, ocorrendo também diminuição significativa entre os anos em comparação com a própria unidade de conservação. Soares (2016), mostra que o processo de manejo do fogo, é utilizado nas operações de prevenção e mitigação com técnicas como a queima controlada. Essa técnica produz um fogo de baixa intensidade que não leva prejuízos às árvores grandes e reduz o material combustível.

Tabela 3 – Área queimada (em hectares) dentro dos limites das Unidades de Conservação Municipais.

Unidades de Conservação Municipais	2017	2018	2019	2020	2021
APA do Rio Taquari	3.196,6 9	800,35		477,35	406,38
APA Sapucaia	540,00	24,40	3,10	43,94	1.092,06
APA Serra do Estrondo	116,30	7,46	349,38	119,89	1,62
Monumento Natural Canyons e Corredeiras do Rio Sono	2.283,7 4	2.652,2 0	5.189,28	1.654,4 4	3.787,3 4
Monumento Natural da Serra da Natividade	1.803,2 0	1.328,8 6	2.248,7 4	2.449,3 1	11,98
Total	7.939,94	4.813,2	7.790,5	4.744,9	5.299,3

Durante o desenvolvimento do projeto, foram encontradas dificuldades em relação aos dados a serem processados nas 23 Unidades de Conservação, pois elas são separadas em esferas federais, estaduais e municipais. Sendo dividido em uso e ocupação do solo e categoria. Nesse sentido, a tarefa de extrair as informações de área queimada das unidades e correlacionar as informações requer atenção para relacionar os dados e discussões das áreas analisadas.

As queimadas e incêndios florestais nas Unidades de Conservação (UCs) do Tocantins geram uma série de impactos ambientais significativos, comprometendo ecossistemas inteiros. A vegetação nativa, que muitas vezes leva décadas para se regenerar, é destruída rapidamente pelo fogo, resultando em perda de biodiversidade, já que muitas espécies de plantas e animais não conseguem escapar das chamas ou se adaptar rapidamente às mudanças no habitat. Além disso, segundo Trindade (2023), o fogo afeta negativamente a fertilidade do solo, tornando-o menos produtivo para a regeneração da vegetação e dificultando atividades agrícolas em áreas próximas.

Outro impacto ambiental relevante, segundo Silva (2024), é a deterioração da qualidade do ar, causada pelo aumento das emissões de poluentes e partículas de fumaça resultantes das queimadas. Essas emissões não só contribuem para o agravamento das mudanças climáticas, com a liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), como também afetam a saúde pública, especialmente das populações que vivem nas proximidades das áreas queimadas (ALMEIDA, 2017). O aumento de casos de problemas respiratórios, como asma e bronquite, é um efeito direto da poluição causada pelo fogo.

A destruição de áreas florestais pode comprometer esses meios

de subsistência, além de afetar a segurança alimentar das populações. Além disso, as queimadas não controladas podem resultar em perdas econômicas substanciais para agricultores e pecuaristas, ao destruir áreas de pastagem e cultivos, reduzindo a produtividade agrícola.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados analisados mostram que as queimadas nas UCs do Estado do Tocantins apresentaram uma variação significativa ao longo dos anos, e essa variação está fortemente associada às condições climáticas e à ação antrópica. A maior parte dos incêndios ocorre durante a estação seca, o que agrava os impactos ambientais. As UCs, que têm como objetivo principal a preservação dos ecossistemas, precisam de políticas de manejo e combate ao fogo mais eficazes, baseadas no monitoramento contínuo por satélites e na implementação de práticas de prevenção de incêndios, como o manejo controlado do fogo e a educação das populações locais. A preservação dessas áreas é essencial para garantir a biodiversidade e os serviços ambientais que elas oferecem, como a manutenção da qualidade do ar e a proteção dos recursos hídricos.

### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fábio Souto; GARRIDO, Fabiola de Sampaio Rodrigues Grazinoli; ALMEIDA, Ângela Alves. Avaliação de impactos ambientais: uma introdução ao tema com ênfase na atuação do Gestor Ambiental. *Revista Diversidade e Gestão*, v. 1, n. 1, p. 70-87, 2017.
- ANDRADE, D. F. C., RUSCHEL, A. R., SCHWARTZ, G., DE CARVALHO, J. O. P., HUMPHRIES, S., & GAMA, J. R. V. Forest resilience to fire in eastern Amazon depends on the intensity of pre-fire disturbance. *Forest*



ecology and management, v. 472, p. 118258, 2020.

FERREIRA FILHO, J. E., & ARAÚJO, A. C. Análise de ocorrências de incêndios florestais na área do Parque Estadual do Cocó, região metropolitana de Fortaleza, CE. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 36, p. 563-569, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2022. Disponível em

<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to.html>>. Acesso em: 07/03/2024.

PATRIOTA, J. N., BATISTA, A. C., NETO, E. G., SANTOS, M. M., COELHO, M. C. B., & GIONGO, M. Avaliação

das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Tocantins. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 3, p. 518-523, 2017.

PIVELLO, V. R. The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. *Fire ecology*, v. 7, p. 24-39, 2011.

SILVA, Elmerson Bruno da Silva. Partículas totais em suspensão: um estudo de caso em Belém- Pará. 2024.

SOARES, T. B. O., RESENDE, F. C., & PEREIRA, G. Distribuição espacial dos focos de calor em Unidades de Conservação de Minas Gerais no período de 2007 a 2012. *UD y la geomática*, n. 11, p. 39-45, 2016.

TORRES, F. T. P., LIMA, G. S., COSTA, A. D. G., FÉLIX, G. D. A., & SILVA JÚNIOR, M.

D. Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. *Floresta*, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 531-542, 2016.

TRINDADE, Elineuza Faria da Silva et al. Propriedades físicas e químicas de um solo submetido a diferentes sistemas de manejo da capoeira ao longo do tempo. 2023. Tese de Doutorado. UFRA-Campus Belém e Embrapa Amazônia Oriental.

YANG, Z., YU, X., DEDMAN, S., ROSSO, M., ZHU, J., YANG, J., ... & WANG, J. UAV remote

sensing applications in marine monitoring: Knowledge visualization and review. *Science of The Total Environment*, v. 838, p. 155939, 2022.

## FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins.

## Capítulo 8

### MICROPROPAGAÇÃO DE *CLITORIA GUIANENSIS*

Cleyton Santos Rodrigues<sup>1</sup>  
Susana Cristine Siebeneichler<sup>2</sup>

#### RESUMO

A *Clitoria guianensis* é uma planta nativa do cerrado brasileiro concernente à família fabaceae. Possuindo propriedades medicamentosas, a *C. guianensis* apresenta fatores limitantes quanto a sua propagação como dormência de suas sementes e agentes fúngicos como fungos e bactérias. O presente trabalho objetivou estabelecer um protocolo de assepsia para o cultivo in vitro dessa espécie, e formular um protocolo para utilização dos fitohormônios. O protocolo de assepsia constitui-se em submeter as sementes ao álcool 70% por 5 minutos, tríplice lavagem, após embeber em ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos em agitação, tríplice lavagem, depois 45 mL de hipoclorito de sódio e 45 mL de água destilada autoclavada com 5 mL de detergente comercial em constante agitação. Avaliou-se quatro tempos de exposição: 30; 60; 120 e 240 minutos. Dois experimentos foram executados com fitohormônios nas dosagens 0,0; 0,5 e 1,0 mg/L para 6-BAP - Benzilaminopurina e as dosagens de 0,0; 0,5, 1,0 e 1,5 mg/L de AIB - ácido indol-3-butírico, ambos em meio MS 1/2 força. O tempo de exposição de 120 minutos promoveu melhor taxa de germinação e maior número de nós. A dose de 0,5 mg/L de BAP foi eficiente para formação de brotos. A utilização de AIB na dose 1,5 mg/L promoveu aumento de explantes vivos, porém não apresentou resultados quanto à indução de raízes.

Palavras-chave: Protocolo, assepsia, cultivo in vitro, Reguladores de crescimento.

---

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, cleyton.rodrigues@mail.uft.edu.br.

<sup>2</sup> Doutora em Produção Vegetal, Curso de Agronomia, Universidade Federal do Tocantins, susana@mail.uft.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Espécies com propriedades medicinais vêm sendo utilizadas para a manutenção da saúde e cura de doenças desde tempos remotos de forma que essa prática se manteve até os dias atuais (MACIEL et al. 2002). Entre essas espécies está o gênero *Clitoria*. Segundo estudo publicado por Medeiros et al (2012), duas espécies do gênero *Clitoria* estão presentes no sul do estado do Tocantins: *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard e *Clitoria guianensis* Benth sendo a primeira usada em recuperação de áreas degradadas (Assis et al, 2011) e a última como indicação terapêutica de estimulante e contra a impotência sexual (Villa Verde et al., 2003).

Na espécie *Clitoria guianensis* Benth foram descobertos novos compostos com potencial bioativo (CUNHA et al., 2015). Em estudo subsequente foi observado que *C. guianensis* é uma fonte de metabólitos secundários variando de flavonas, flavonóis e xantonas; taninos; flavonóides, antocianinas e derivados; saponinas e compostos terpenóides. Destes compostos, os fenólicos, contribuem para a capacidade antioxidante da planta, enfatizando o importante papel desta planta para futuras análises quantitativas e estudos farmacêuticos (SOARES et al., 2019).

Estes resultados são motivadores para se continuar nos estudos da propagação desta espécie, visto que poucas são as informações sobre essa espécie. Um dos principais obstáculos para esta planta é a propagação, causada por problemas como, pouca disponibilidade de sementes, baixa viabilidade de sementes, dormência, entre outros. Assim torna-se necessário encontrar novas formas de multiplicação para a espécie *C. guianenses* Benth, sendo a micropropagação uma das técnicas possíveis.

A micropropagação é um método de propagação vegetativa e está inserida dentro da cultura de tecidos. Os explantes recebem a nutrição necessária através do meio de cultivo, essa técnica só é

viável graças à capacidade intrínseca de regenerar os tecidos vegetais, é possível devido a potencialidade celular, ou seja, a capacidade de uma célula formar outros tecidos vegetais (BALÃO, 2023). Esse processo está baseado na totipotencialidade dos explantes, o que o torna uma ferramenta importante para a propagação massal de genótipos superiores permitindo a manutenção de coleções vivas dos mais variados tipos de espécies vegetais de importância econômica ou em extinção (LEMOS, 2003; PEREIRA et al., 2021).

Um dos gargalos para a micropropagação é a contaminação dos explantes por microrganismos, necessitando a utilização de agentes químicos eficientes na desinfestação do explante (MALYSZ, 2011). Outro fator que interfere na micropropagação de uma espécie é o meio nutritivo que é formado por diversas substâncias, dentre elas os fitohormônios que são reguladores de crescimento (DE OLIVEIRA SILVÉRIO et al., 2020). As chamadas citocininas possuem diversas aplicações inerentes a propagação, por exemplo o 6-BAP - Benzilaminopurina (BAP) é responsável pela a divisão celular, assim como, a indução e a multiplicação de brotações adventícias, promovendo o crescimento da parte aérea dos explantes, (KLEPACKI, 2022).

Entre as auxinas utilizadas o ácido indol-3-butírico (AIB) apresenta um efeito na indução radicular, uma vez que esse regulador de crescimento está relacionado com a aceleração da rizogênese (PIZZATO et al., 2011). Portanto para o êxito da multiplicação *in vitro* torna-se necessário buscar a combinação de fitohormônios que permitam a produção em larga escala e com excelente qualidade para o posterior cultivo *in natura*. A combinação do uso de auxinas para o enraizamento e de citocininas para a produção de parte aérea é de fundamental importância pois auxiliam nos processos de desenvolvimento das plantas proporcionando um aperfeiçoamento tanto quantitativo quanto qualitativo em pouco tempo de produção

(DE BRITO et al., 2021).

O objetivo deste trabalho foi estabelecer o protocolo de assepsia que permita a desinfestação da *Clitoria guianensis* para o cultivo *in vitro*; assim como definir o protocolo de utilização de fitohormônios que permitam a melhor multiplicação de plantas.

## MÉTODO E MATERIAIS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal e no Laboratório de Cultura de Tecidos do Campus Universitário de Gurupi da Universidade Federal do Tocantins. As sementes de *Clitoria guianensis* utilizadas foram coletadas em habitat natural na Fazenda Água Franca - Gleba D, coordenadas -11.76671056 e -49.04622093 localizada próxima a Universidade Federal do Tocantins campus de Gurupi entre os meses de janeiro e março de 2023.

Inicialmente essas sementes foram submetidas a testes de assepsia onde elas foram lavadas com álcool 70% por 5 minutos e mergulhadas em ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) por 15 min. Em seguida no fluxo laminar foram submetidas a tratamentos com solução de hipoclorito de sódio ( $NaClO$ ) a 50% com 5% de detergente comercial e 45% de água destilada autoclavada em quatro tempos (30; 60; 120 e 240 minutos) em constante agitação. Por último foi realizada a tríplice lavagem com água destilada autoclavada.

Figura 1. Local da coleta de sementes de *Clitoria guianensis* Benth - Gurupi/TO.



Fonte: UTM Geo Map 2023.

No fluxo laminar, as sementes foram inoculadas em meio de cultura BDA (batata dextrose e ágar) adicionado 15g de açúcar comercial e pH ajustado para 5,6, previamente preparado e autoclavado, e em seguida os frascos foram colocados na sala de crescimento sob as condições de fotoperíodo 16 horas de luz e 8 horas no escuro sob lâmpadas de led de 40W com temperatura constante de  $26^{\circ}\text{C} \pm 1$ . Estes experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, considerando quatro blocos com um mínimo de cinco repetições de cada tratamento por bloco, após 30 dias foi feita a avaliação do percentual de contaminação, percentual de germinação e número de nós.

Posterior a fase de germinação foram retirados os segmentos nodais da parte aérea e inoculados em meio definido no PIBIC 2021/2022 acrescido com fitohormônio BAP nas concentrações de 0,0; 0,25; 0,50 ; 0,75 e 1,0 ml/L totalizando 5 tratamentos com dez repetições de cada tratamento (Experimento indução das brotações).

Os brotos foram passados para um meio contendo AIB para enraizamento nas concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; e 1,5 ml/L. Ao montar este experimento foram considerados os tratamentos que apresentaram o número mínimo de brotos para serem inoculados no meio com o hormônio de enraizamento, estes experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com no mínimo 9 repetições.

No experimento de indução de brotos, semanalmente após a implantação do experimento foi realizada avaliação da contaminação. Após 60 dias foi realizada a primeira avaliação do número de brotações, altura das brotações, números de nós apresentados em cada planta.

Ao se observar que as brotações atingiram um tamanho de 4 centímetros será iniciado o experimento de indução de raízes. No mínimo dez brotos dos tratamentos de indução das brotações selecionados serão colocados em cada concentração de AIB, descrito

anteriormente. Sendo que, neste experimento, tem-se um fatorial relacionado à concentração do hormônio de brotação selecionado combinado com cada um de enraizamento. Após 60 dias foi feita a avaliação final do experimento.

Posteriormente novas sementes foram colocadas para germinar em meio BDA usando o protocolo de assepsia anteriormente estabelecido, assim explantes obtidos foram colocados em meio meio 1/2 MS com AIB nas doses de 0,0; 0,5; 1,0; e 1,5 ml/L sendo 4 tratamentos e 9 repetições, onde avaliou-se em 60 dias de cultivo em vitro, pois não houve resposta no primeiro experimento. Em dois experimentos os explantes foram inoculados por segmentos, com o término da avaliação deste experimento os dados obtidos foram avaliados conforme os segmentos do explante.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software R (R Core Team, 2024), através da interface RStudio (RStudio Team, 2024). Foi utilizado o script expdest.pt para a condução da análise estatística, empregando os métodos apropriados para o delineamento experimental e tratamento dos dados. A visualização dos resultados e a construção dos gráficos foram realizadas no software SigmaPlot (Systat Software, 2024).

## DADOS E DISCUSSÃO

O protocolo de assepsia apresentou resultado positivo para contaminação, pois em todos os tempos testados em geral se teve um percentual baixo de contaminação. As sementes expostas por 240 minutos, não apresentaram contaminação, sem diferir de 120 e 30 minutos, no entanto a germinação das sementes foi melhor aos 120 minutos sem diferir de 60 e 30 minutos; o número de brotos segue o mesmo padrão de resposta da germinação.

Com estes resultados observou-se que o percentual de contaminação fica correlacionado diretamente com o tempo em que essas sementes foram submetidas ao método, mas o tempo de



exposição de 240 minutos prejudicou o processo de germinação e a formação de brotos (Tabela 1).

Tabela 1: Percentual de contaminação, germinação e número médio de nós de plântulas de *Clitoria guianensis*

Tratamentos	Contaminação (%)	Germinação (%)	Número de Nós
min 30			
	10 ab	80 ab	1,7 ab
60	20 b	40 ab	0,8 ab
120	10 ab	90 a	2,2 a
240	0 a	30 b	0,6 b

cultivadas *in vitro* em meio BDAMédias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Dunn ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Figura 2. Contaminação por fungos do gênero *Aspergillus* sp. em sementes de *Clitoria guianensis* Benth (A). Plântulas emergentes referente ao tratamento de 120 minutos (B). Oxidação de sementes de *C. guianensis* (C). Formação de nós (D) e (E).



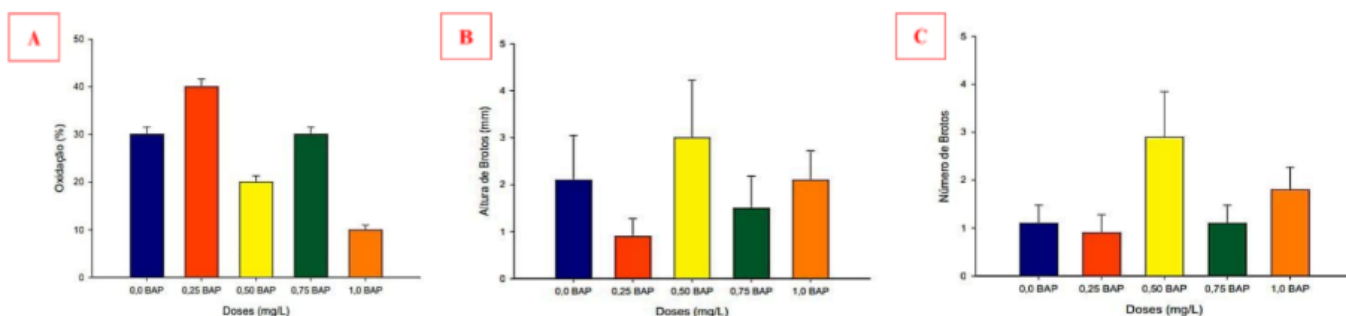
A necessidade do protocolo de assepsia é evidente pois foi observada ocorrência em outros trabalhos realizados pela equipe deste projeto alguns gêneros de fungos presentes nas sementes de *C.*

*guianensis* como *Aspergillus* sp. (fig. 2 .A) entre outros, como *Penicillium* sp. e *Rhizoctonia solani*.

As plântulas produzidas no tempo de 120 min (Fig. 2.B) mostraram-se visualmente melhores e semelhantes aos de 30 minutos (Fig. 2 D e E). As sementes em exposição ao protocolo por 240 min apresentaram acréscimo da oxidação (Fig. 2.C). Os explantes oxidaram devido ao tempo de exposição à ação dos reagentes o que levou a morte das sementes evidenciado um baixo percentual de germinação, mesmo não apresentando contaminação. Estes resultados corroboram com os encontrados por Pereira, Corrêa e Boliani (2011) ao estudar 4 doses de hipoclorito de sódio no cultivo da banana nanica 'Grande Naine' onde uma maior dose provocou um maior percentual de oxidação.

Foram analisados o número de nós em cada tratamento tendo em vista a fase seguinte onde estes explantes seriam fragmentados em pequenos segmentos para serem transplantados em meios acrescidos com fitohormônios, assim observou-se que a exposição ao tempo de 120 min (Fig. 2.E) se diferenciou estatisticamente de 240 min, entretanto em relação aos demais tempos 30 e 60 min (Fig. 2.D) não houve diferença estatística como observado na tabela 1.

Figura 3. Percentual de oxidação (A), Altura de Brotos (B), Número de brotos dos explantes (C) de *Clitoria guianensis* em meio Murashige e Skoog (MS), metade da concentração ( $1/2$ ) na presença de 6-BAP - Benzilaminopurina (BAP) após 60 dias de cultivo in vitro.



Em relação ao percentual de oxidação observou-se que a dosagem de 1,0 mg/L de BAP apresentou uma tendência a menores teores de oxidação em relação ao controle e as dosagens de 0,25; 0,50 e 0,75 mg/L (Fig. 3.A). A dose de 0,50 mg/L de BAP mostrou uma maior tendência ao aumento da altura dos brotos (Fig. 3.B), entretanto, não se diferenciou estatisticamente dos brotos do controle e das doses de 0,25; 0,75 e 1,0 mg/L. Para o número de brotos na dose de 0,50 mg/L de BAP é observado uma maior porcentagem de brotos em relação ao controle e nas demais dosagens 0,25; 0,75; e 1,0 mg/L não houve diferença significativa (Fig. 3.C).

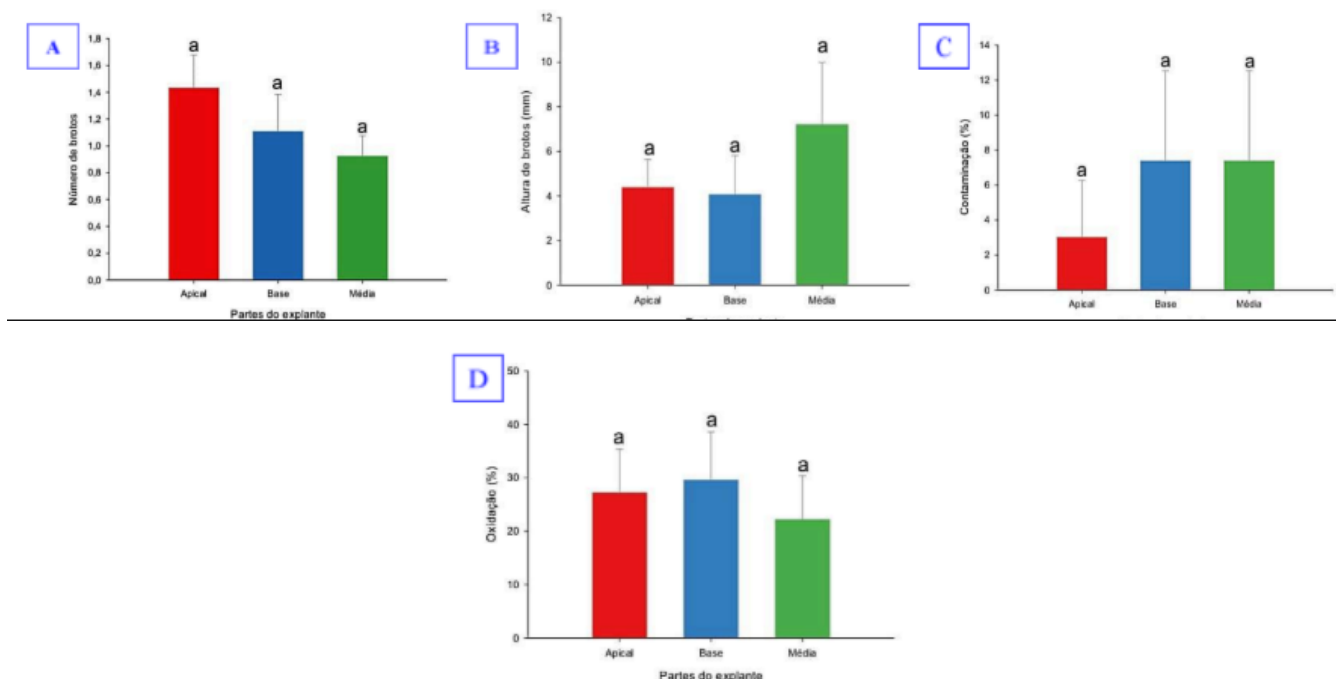
Em geral, os resultados obtidos (Fig. 3.A) podem ser explicados com base nas concentrações de 6-BAP - Benzilaminopurina (BAP) presentes no meio de cultivo sugerindo que menores doses dessa citocinina propiciaram uma maior oxidação. O mesmo resultado foi encontrado por Klepacki (2022) ao trabalhar na multiplicação in vitro da *Schomburgkia crispa* Lindley (Orchidaceae) utilizando BAP em duas concentrações onde verificou-se que baixas concentrações desta citocinina promoveram uma elevada oxidação dos explantes.

Na altura de brotos a concentração de 0,5 mg/L de BAP tendenciou a uma melhor resposta dos explantes (Fig. 3.B) o que está intrinsecamente ligado a função hormonal das citocininas na divisão celular da parte aérea entre outras funções fisiológicas, no entanto a *Clitoria guianensis* apresenta uma resposta menos expressiva a este hormônio quando comparado com outras plantas. Simões *et al.* (2022) obtiveram resultados semelhantes a estes no cultivo da micropropagação de inhame trabalhando com BAP em doses menores. No que se refere ao número de brotos a dose de 0,5 mg/L de BAP produziu melhor resposta a brotações (Fig. 3.C), mesmo não diferindo estatisticamente das demais, corroborando com os resultados encontrados por Simões *et al.* (2022) onde a citocinina está diretamente relacionada com o aumento do número de folhas e brotos além da altura dos explantes.

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Figura 4. Número (A) e altura (B) de brotos, Percentual de contaminação (C) e de oxidação (D) em relação ao segmento do explante de *Clitoria guianensis* em meio Murashige e Skoog (MS), metade da concentração ( $1/2$ ) após 60 dias de cultivo in vitro.



Em relação a emissão de brotos por segmento observou-se que não houveram diferenças estatísticas, entretanto a parte apical apresentou cerca de 33% a mais de brotos em comparação com os demais segmentos dos explantes (Fig. 4.A). Na parte mediana dos explantes notou-se que houve uma maior tendência ao crescimento do explante em altura, em torno de 43,6% em relação às partes de bases e apicais, contudo não houve diferença estatística (Fig. 4.B). Com relação ao percentual de contaminação (Fig. 4.C) e o percentual de oxidação (Fig. 4.D). Os segmentos do broto não se diferiram estaticamente entre si.

Ao relacionar o número de brotos (Fig. 4.A) e a altura destes (fig. 4.B) foi observado que à medida que ocorreu uma maior formação de brotos a partir do segmento apical do explante, a altura destes diminuiu, em relação aos segmentos basais e mediano do explante.

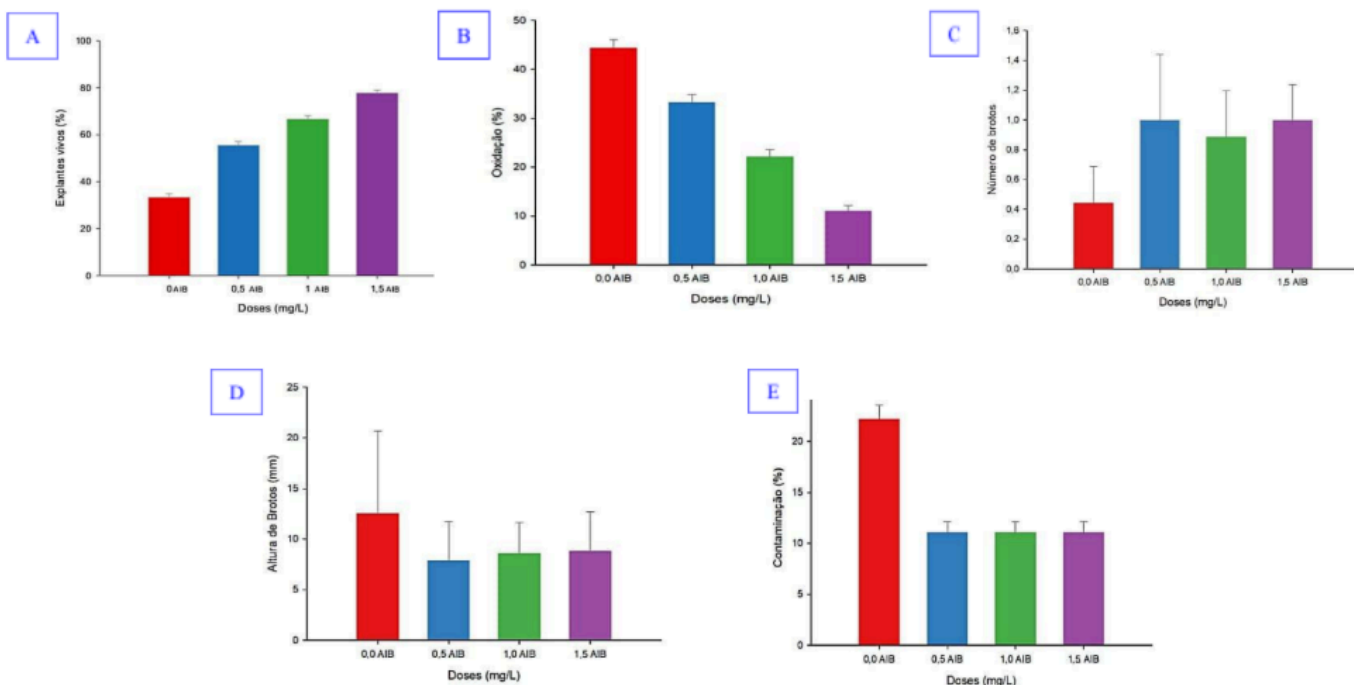
Com este embasamento o gasto de energia e nutrientes na formação do broto pode ter influenciado na diminuição da altura do broto a partir da porção apical (Fig. 4.B).

Quanto ao percentual de oxidação observa-se que este é um processo marcante na micropropagação da *Clitoria guianensis*, pois já foi observada em em outros trabalhos realizados pela equipe deste projeto (fig. 4.D). A presença de compostos fenólicos liberados pelas plantas acabam tornando a utilização dos nutrientes do meio de cultivo ineficientes, diante disso a utilização de antioxidantes podem promover melhor resposta ante a essa dificuldade controlando assim a oxidação (SILVA, 2022). Estes testes com antioxidantes serão feitos posteriormente para se verificar o controle deste problema na micropropagação da *C. guianensis*.

Os explantes provenientes dos tratamentos com BAP foram transferidos para um meio com AIB, no entanto esses explantes oxidaram ou não houve desenvolvimento não sendo possível dar continuidade a esse experimento.

Figura 5. Percentual de explantes vivos (A), de oxidação (B), Número de brotos (C), Altura de brotos (D), Percentual de contaminação dos explantes (E) de *Clitoria guianensis* em meio Murashige e Skoog (MS), metade da concentração ( $1/2$ ) na presença de ácido indol-3-butírico (AIB) após 60 dias de cultivo in vitro.

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)



Em relação ao percentual de explantes vivos foi observado que a dose de 1,5 mg/L de AIB mostrou-se superior em relação a tratamento controle, possuindo cerca de 60% dos seus explantes vivos. As maiores doses de AIB demonstraram maiores chances de sobrevivência, com isso a dose de maior concentração 1,5 mg/L foi significativamente melhor do que as demais dosagens 0,5 e 1,0 de AIB e o controle sendo o pior (Fig. 5.A).

Com relação ao percentual de oxidação maiores doses de AIB obtiveram menores teores de oxidação em seus explantes, em destaque está a maior dose que foi 1,5 mg/L que diferiu-se estatisticamente do tratamento controle (sem a presença do hormônio) com até 60% a menos de oxidação observada, havendo também uma diferença significativa quando comparada com as doses de 0,5 e 1,0 mg/L de AIB (fig. 5.B).

Quanto à indução da formação de brotos observou-se que houve uma tendência à formação, mas esta não foi expressiva nas doses de 0,5; 1,0 e 1,5 mg/L (Fig. 5.C). Analisando a altura de brotos (fig. 5.D)

observa-se que não houve diferença estatística entre as doses 0,5; 1,0 e 1,5mg/L e o controle. Para o percentual de contaminação (fig. 5.E) observou-se que na presença do hormônio ocorreu uma menor contaminação quando comparado com o tratamento controle (50% menor), no entanto entre as doses de AIB de 0,5; 1,0 e 1,5 mg/L não houve diferença estatisticamente.

Os resultados obtidos com as maiores doses de AIB (ácido indol-3-butírico) tendem a promover determinada elevação no percentual de explantes vivos (fig. 5.A) e menores taxas de oxidação (fig. 5.B). No geral, a ausência de auxinas podem induzir estresse oxidativo na planta podendo influenciar na absorção dos nutrientes presentes no meio (COELHO, 2013), provavelmente esta poderia ser uma explicação para o fato dos explantes sem a presença de AIB não produzirem brotos (fig. 5.C).

Para a altura de brotos infere-se que a presença ou não do hormônio não apresentou resultados significativos (fig. 5.D). Estes resultados podem estar relacionados ao fato das auxinas, em via de regra, são utilizadas como enraizadoras (MENDES, 2015).

Os resultados referentes ao percentual de contaminação evidenciaram que na presença do hormônio AIB houve redução na contaminação dos explantes quando comparado aos explantes sem AIB controle, entretanto não se tem ainda documentado a interação entre o AIB no controle da contaminação dos explantes fazendo necessário mais estudos para essa variável. (fig. 5.E).

Como pôde ser observado ainda não definimos o protocolo de indução de multiplicação in vitro, foram feitos vários avanços e realizou-se alguns pré-testes que serão confirmados nos trabalhos posteriores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a desinfestação das sementes de *Clitoria guianensis*

recomenda-se a utilização do protocolo de assepsia em que as sementes devem ser submetidas em álcool 70% por cerca de 5 minutos, em sequência embeber em ácido sulfúrico por 15 minutos em agitação, tríplice lavagem em água destilada autoclavada, preparar a solução com 45 mL de hipoclorito de sódio, 45 mL de água destilada autoclavada e 5 mL de detergente comercial por 120 minutos de agitação no fluxo laminar, posteriormente realizar a última tríplice lavagem com água destilada autoclavada.

O meio MS 1/2 força suplementado com 6-BAP - Benzilaminopurina (BAP) na dose 0,5 mg/L mostrou-se mais eficiente na formação de brotos.

O AIB (ácido indol-3-butírico) promoveu o aumento de explantes vivos, entretanto não houve indução de raízes em plântulas de *Clitoria guianensis*.

## REFERÊNCIAS

ASSIS. R. I; DIAS. E. L; ABRAHÃO. P. A. W. et al. Camadas de cobertura para o crescimento de árvores e arbustos sobre um substrato sulfetado de mineração de ouro. Revista Árvore, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 941-947, 2011.

BALÃO, Aline Daiane et al. Desenvolvimento do protocolo de micropropagação de poejo menta-pulégio (*Mentha pulegium* L.). 2023.

CUNHA, Camila Luiza. Estudo fitoquímico do extrato de acetato de etila das raízes da espécie *Clitoria guianensis* Benth. In: 11º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFT, V. 7, 2015. 2015.

COELHO, Fabiane Aparecida Artioli. Avaliação morfogênica da micropropagação de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) sob indução de estresse oxidativo. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DE BRITO, Candice Ferreira et al. Otimização de protocolo para



micropropagação de *Aloe vera* L.

(Babosa). Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 20, n. 2, 2021.

DE MEDEIROS, Marcelo Brilhante *et al.* Flora vascular da bacia média do rio Tocantins, Lista de verificação, Brasil, v. 8, n. 5, p. 852-885, 2012.

DE OLIVEIRA SILVÉRIO, Lorieane *et al.* Concentrações de benzylaminopurina e agentes gelificantes no cultivo in vitro de pau-ferro. Scientia Amazonia, v. 9, n.4, p. CA11-CA16, 2020.

DA SILVA SIMÕES, Karine *et al.* Micropropagação de Inhame da Costa sob concentrações de BAP em distintos meios de cultura. Magistra, v. 28, n. 3/4, p. 342-351, 2016.

DE JESUS MENDES, Daniella; SIBOV, Sérgio Tadeu; FARIA, Maria Tereza. Influência dos Ácidos Naftaleno Acético e Ácido Indol Butírico (Auxinas) no desenvolvimento in vitro de plântulas de *Cyrtopodium saintlegerianum* Rchb. F.(ORCHIDACEAE). REVISTA UNIARAGUAIA, p. 41-49, 2015.

LE MOS, Oriel Figueira. Mutagênese e tecnologia in vitro no melhoramento genético de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). 2003. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 159f. 2003.

MACIEL, Maria Aparecida *et al.* Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares.

Química Nova, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.

MALYSZ, Marcelo *et al.* Desinfestação e micropropagação de *Eucalyptus dunnii* Maiden.

Perspectiva, v. 35, n. 131, p. 69-77, 2011.

PEREIRA, Carolina Dias *et al.* Germinação e propagação in vitro de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King). Nativa, v. 9, n. 5, p. 595-599, 2021.

PIZZATTO, M. *et al.* Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. Revista Ceres, MG, v. 58, n. 4, p. 487-492, 2011.

PEREIRA, Gustavo Alves; CORRÊA, Luiz de Souza; BOLIANI, Aparecida Conceição. Desinfestação e estabelecimento in vitro de explantes de bananeira' Grande Naine 'em diferentes concentrações de hipoclorito de sódio. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, p. 222-226, 2011.

SILVA, Sônia Maria Gonçalves. Reguladores vegetais no desenvolvimento in vitro de bromélia (*AechmeaBlanchetiana*). 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia. Área de concentração: Horticultura) Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura, Botucatu-SP, p. 58, 2010.

SOARES, Daniela Francisca; HOLZBACH, Juliana Cristina; FARIA, Emiret Otoni. Análise das classes de metabólitos secundários presentes no extrato de acetato das folhas de *Clitoria guianensis Benth.* In: 11º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFT, V. 7, 2015. 2019.VILA

VERDE, G. M.; PAULA, J. R.; CANEIRO, D. M. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais do cerrado utilizadas pela população de Mossamedes (GO). Revista Brasileira de Farmacognosia. Goiânia, v. 13 p. 64-66, 2003.

Systat Software, Inc. (2017). SigmaPlot for Windows, version 14.0. San Jose, CA, USA: Systat Software, Inc.

SILVA, Leonardo Máximo et al. Antioxidantes e balanço hormonal no cultivo in vitro de *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. 2022.

KLEPACKI, Maria et al. Efeito de 6-benzilaminopurina (bap) na multiplicação in vitro de *Schomburgkia crispa* Lindley. 2022.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

## Capítulo 9

# BIOPROSPECÇÃO DE BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATOS EM ÁREA DE VÁRZEA TROPICAL CULTIVADAS COM ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Clarisse da Cruz Cirqueira<sup>1</sup>  
Raimundo Wagner de Souza Aguiar<sup>2</sup>

### RESUMO

A escassez de fósforo disponível para as plantas, especialmente em solos de várzea, representa um dos principais desafios para a agricultura sustentável. Nesse contexto, a utilização de microrganismos promotores de crescimento vegetal, como as bactérias solubilizadoras de fosfato (BSF), emerge como uma alternativa promissora para aumentar a eficiência do uso de fertilizantes e a produtividade agrícola. O presente estudo teve como objetivo isolar e caracterizar BSF presentes em solos de várzea do Tocantins, com potencial para solubilizar fosfato de cálcio. A capacidade de solubilização de fosfato foi avaliada em meio sólido, e a atividade antagônica contra fitopatógenos foi determinada por meio de ensaios *in vitro*. Os resultados obtidos demonstraram a presença de uma diversidade de BSF nos solos analisados, com diferentes capacidades de solubilização de fosfato. Algumas das bactérias isoladas apresentaram também atividade antagônica contra fungos fitopatogênicos, sugerindo um potencial para o controle biológico de doenças. Os resultados deste estudo contribuem para o conhecimento da diversidade microbiana em solos de várzea do Tocantins e demonstram o potencial das BSF como biofertilizantes e agentes de controle biológico para a cultura do arroz. A utilização desses microrganismos pode auxiliar na redução do uso de fertilizantes químicos e na promoção de uma agricultura mais sustentável.  
Palavras-chave: Fosfato; Absorção de fósforo; Sustentabilidade.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, PIBIC, Universidade Federal do Tocantins, cirqueira.clarisse@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Doutor em Biologia Molecular, vínculo, Universidade Federal do Tocantins, rwsa@uft.edu.br.

## INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma planta da família Poaceae (gramíneas), avaliada como uma das três culturas de cereais mais cultivadas no mundo, que apresenta grande importância econômica (SAHU, CHATTERJEE e GHOSH, 2017; ELLI et al., 2016). A produção de arroz em área de várzea no Estado do Tocantins se destaca nos municípios de Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão. O consumo de arroz chega a mais de 50% da população mundial, fornecendo entre 35-60% das calorias dietéticas (ZHAO et al., 2017). No Brasil, essa cultura representa de 15 a 20 % do total de grãos colhidos (PEDROSO et al., 2016). Dentre os fatores responsáveis pela expressão do potencial produtivo, destaca-se os microrganismos presentes no solo, que dependem do equilíbrio dinâmico formado pelas interações bióticas e abióticas.

Nos solos de várzea tropical, a dinâmica dos microrganismos e de elementos altamente reativos, como o Fósforo, é afetada devido as intensas modificações proporcionadas pela sazonalidade do período alagado, interferindo no processo de oxirredução. De acordo com Liu et al., (2018) a quantidade baixa de fósforo pode ser um dos fatores mais limitantes da produtividade, e isso está associado ao metabolismo energético, além de ser um importante componente dos ácidos e lipídeos. Atuando também no processo de fotossíntese, desenvolvimento do sistema radicular, fortalecimento da planta, formação de flores, maturidade e qualidade da colheita (KALAYU, 2019).

O fósforo é um macronutriente de extrema importância para o desenvolvimento das plantas (HABIL-ADDAS et al., 2017), podendo ser considerado o elemento mais limitante para o crescimento vegetal (HUANG et al., 2019). A baixa disponibilidade de fósforo no ciclo vegetativo pode causar restrições ao desenvolvimento (MEHTA et al.,

2019). O fósforo presente nos solos está associado a outros elementos, como os óxidos e hidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al) sob condições ácidas, e cálcio (Ca) sob condições alcalinas, ocasionando dessa maneira baixa disponibilidade para a planta (SPOHN et al., 2020).

A fertilidade do solo pode ser influenciada pela comunidade bacteriana, uma vez que atuam em processos de decomposição, mineralização, armazenamento e liberação controlada de nutrientes (FITZPATRICK et al., 2018). Com relação a esses microrganismos, os dados da literatura dão mais ênfase às bactérias, pois são potencialmente mais promissoras no processo de solubilização de fosfato (BARROTI; NAHAS, 2000).

A solubilização de fosfatos, é um dos mecanismos que atuam diretamente para a promoção do crescimento vegetal (SINGH et al., 2019), permitindo que formas insolúveis de P, como o fosfato tricálcico ( $\text{Ca}_3\text{PO}_4$ ), fosfato de alumínio ( $\text{Al}_3\text{PO}_4$ ) e fosfato de ferro ( $\text{Fe}_3\text{PO}_4$ ) sejam convertidos em fósforo solúvel, podendo ser afetado por diversos fatores, como temperatura, pH, concentração de oxigênio e umidade (BILLAH et al., 2019). A produção de ácidos orgânicos, extrusão de prótons, e produção de sideróforos, constituem os principais mecanismo de solubilização (PRABHU et al., 2019).

Atua neste processo também, a fosfatase, que é uma enzima hidrolítica extracelular, pertencente à classe das esterases, responsável pela catálise das reações que liberam fosfato de diferentes compostos orgânicos para a solução do solo, sendo produzida, em sua maior parte, pela comunidade bacteriana (LEITE et al., 2017). Contudo, o potencial dos microrganismos em solubilizar os fosfatos, com destaque para as bactérias, confere aos mesmos grande importância biotecnológica, econômica e ambiental.

## MATERIAL E MÉTODOS

#### Coleta do solo, isolamento e seleção das bactérias

Os solos foram coletados em área de várzea tropical nos Municípios de Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão/TO, coletados na profundidade de 0 a 20 cm. O isolamento e a identificação dos microrganismos serão realizados no Laboratório de Biologia Molecular da Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi/TO. Seguindo a metodologia da OMS (1987) adaptada, o procedimento consistirá na agitação em incubadora de rotação Shaker Marconi MA 420 de 5g do solo diluídas em 50ml de solução salina a 0,9%, acrescidas de esferas de cristal, por 30 minutos a 180 rpm. Em seguida, 1 ml da mistura será utilizada para realizar diluições seriadas de  $10^{-1}$  a  $10^{-3}$ , 100 microlitros serão espalhados nas placas de petri, com o auxílio de alça de drigalski, contendo meio de cultura sólido Luria Bertani (LB). O isolamento das colônias será feito utilizando o método de estria por esgotamento.

#### Identificação dos gêneros

Para a identificação dos gêneros, as bactérias serão cultivadas em tubos de ensaio contendo 10 ml de meio LB (SAMBROOK et al., 1989), submetidas à agitação em incubadora de rotação Shaker Marconi MA 420 por 72 horas, aproximadamente a 28°C a 180 rpm (DIAS e AGUIAR, 2016). As amostras foram coradas pelo método de coloração gram, utilizando amido black e fucsina (SMIRNOFF, 1962), analisadas individualmente em microscópio óptico (1000x).

#### Ensaio de solubilização de fosfato de cálcio em meio sólido

O ensaio de solubilização de fosfato de cálcio em meio sólido foi realizado baseando-se na metodologia proposta por Baldotto et al. (2010), os isolados foram crescidos em meio líquido LB por 72 horas, a aproximadamente 28°C a 180 rpm. Os testes foram realizados em pH

6, sendo ajustado antes da autoclavagem, em medidor de pH de bancada, utilizando-se ácido acético e hidróxido de sódio para regular o mesmo. A fim de analisar a viabilidade dos experimentos, foi realizada a contagem de unidades formadoras de colônia dos isolados. O meio de cultura utilizado será o DYGS, que contém os seguintes componentes: 10 g L<sup>-1</sup> de glicose, 5 g L<sup>-1</sup> de cloreto de amônio, 1 g L<sup>-1</sup> de cloreto de sódio, 1 g L<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio heptahidratado, 1 g L<sup>-1</sup> de fosfato de cálcio, 15 g L<sup>-1</sup> de ágar em 1 L de água destilada (ROZO, 2017). O experimento foi conduzido com as placas incubadas em BOD por 15 dias, sendo que, a cada três dias, foram realizadas medições periódicas. Nestas medições, foram determinados os diâmetros (Ø) dos halos de solubilização formados ao redor das colônias bacterianas – que também tiveram seus diâmetros conferidos. A partir pôde ser calculado o Índice de Solubilização (IS), utilizando a seguinte fórmula (Berraquero, Baya e Cormenzana, 1976):

$$I.S. = \frac{\text{Ø halo (mm)}}{\text{Ø colônia (mm)}}$$

Equação 1

Assim, a partir dos resultados para IS, os isolados foram categorizados em três grupos de acordo com sua capacidade de solubilização: baixa (IS<2), média (2 < IS < 4) e alta (IS>4). (HARA e OLIVEIRA, 2005). Além disso, os isolados também foram categorizados de acordo com o tempo de início da solubilização em precoce, tardio e não solubilizadores quando a solubilização for observada a partir do terceiro dia, sexto ou sem solubilização visível durante todo o período de avaliação (15 dias), respectivamente. (Inácio et. al. 2020)

Ensaio de confronto direto *in vitro* para verificação de atividade antagônica

Os testes *in vitro* consistiram na utilização das bactérias com maior potencial solubilizador e fungo *Sclerotium* sp., a partir do pareamento das culturas, baseando-se na metodologia adaptada de RANGESHWARAN & PRASAD, 2000; ZAMBRANO et al., 2022, de confronto direto. Os isolados foram inoculados nas placas de confronto com auxílio da alça bacteriana. Discos miceliais de ágar (5 mm) foram retirados de placas de *Sclerotium* sp., em crescimento ativo da espécie. O fungo foi posicionado em um lado de placas de Petri de 70 mm, a 20 mm da borda e, as bactérias, inoculadas na posição oposta ao disco fúngico, a 20 mm de distância do disco e 30 mm da borda da placa. As placas foram incubadas em temperatura de 28°C, e as zonas de inibição foram registradas nas seguintes horas: 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168, ao longo de um período de 7 dias. A avaliação foi realizada pelo crescimento micelial calculada pelo Percentual de Inibição do Crescimento Radial:

$$PIRG = \frac{(R1 - R2)}{R1} \times 100$$

Equação 2

Onde, R1 representa o crescimento radial do fungo em direção à placa, enquanto R2 corresponde ao crescimento radial do fungo em direção ao antagonista (FOKKEMA, 1976). No grupo controle, apenas o fitopatógeno cultivado em meio BDA, mantido em condições semelhantes. As placas foram replicadas em triplicata para cada tratamento. Nas colônias onde não foi observada inibição de crescimento, receberam nota zero.

Caracterização molecular

Reação em Cadeia da Polimerase – PCR

Será utilizada a técnica de PCR colony (BERGKESSEL e GUTHRIE, 2013) para a obtenção do DNA genômico das bactérias. A obtenção



dos produtos a serem amplificados será feita cultivando inicialmente as bactérias em meio de cultura sólido LB (28°C, entre 18 e 24 horas) por esgotamento em estrias, até a obtenção de colônias isoladas e puras. Será coletado uma colônia com palito previamente esterilizado, e em seguida, será transferida para tubos do tipo eppendorf de 1,5 mL contendo 200 µL de água ultrapura esterilizada.

O tubo será homogeneizado em vórtex por 5 minutos e incubado em seguida por 5 minutos a 99°C (ISHIZAWA e AGUIAR, 2017). Será utilizado a alíquota de 5 µL desta suspensão para molde da reação de PCR. A amplificação da região 16S do DNA ribossômico das bactérias será realizada com primers de oligonucleotídeos universais P027F (5'- GAGAGTTTGA TCCTGGCTCAG-3') e R1378 (5'-CGGTGTGTACAAGGCCCGGGAACG-3'), com aproximadamente 1500 pb (LANE, 1991), em uma reação de 25 µL utilizando-se o Kit PROMEGA GoTaq® DNA Polymerase, que apresenta em sua composição um mix de dNTPs, cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>) e Taq Polimerase, bem como a água livre de nucleasse, necessária para a reação.

O total de 25 µL conterá os seguintes componentes: 12 µL de GoTaq, 1 µL do primer P027F, 1 µL do primer R1378, 5 µL do DNA genômico, 6 µL de água livre de nucleasse. Podendo ser realizado também com outros Kits, dependendo da disponibilidade no laboratório de biologia molecular. Posterior à preparação do material, a PCR será realizada em aparelho termociclador Applied Biosystems Veriti™, com desnaturação inicial a 95°C por 1 minuto, seguida de 30 ciclos de desnaturação a 95°C por 1 minuto, anelamento a 50°C por 1 minuto, extensão a 72°C por 1 minuto e 15 segundos e extensão final a 72°C por 5 minutos.

Podendo esse procedimento ser alterado em função do Kit utilizado. Posteriormente, os produtos de PCR serão avaliados por eletroforese em gel de agarose (0,8%) em tampão TBE 10X, corado com solução de brometo de etídio. Seguindo a metodologia de Ishisawa e Aguiar (2017) com algumas adaptações, será aplicado uma alíquota

de 5 µL do produto de PCR juntamente com 2 µL do tampão de corrida (Loading Buffer) 1X e 1,5 µL do marcador Ruler 1kb Ladder (Thermo Fisher Scientific), e visualizadas após a corrida do gel em aparelho fotodocumentador de gel com transiluminador L- Pix (Loccus Biotecnologia).

#### Purificação, quantificação e sequenciamento dos produtos de PCR

O DNA genômico amplificado das bactérias será purificado utilizando-se o Kit Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System, ou outro Kit, dependendo da disponibilidade no laboratório, em seguida submetido novamente à corrida em gel de eletroforese para visualização das bandas, e posteriormente eluído em água ultrapura estéril e armazenado em freezer a -20°C.

A quantificação e o sequenciamento serão realizados na Universidade de Brasília – UnB. Teste de patogenicidade na semente e em plântulas de arroz. O teste de patogenicidade consistirá em verificar se as bactérias selecionadas têm potencial de causar danos na cultura do arroz.

Serão avaliadas somente as bactérias que apresentarem o índice de solubilização maior que 2. As sementes foram inoculadas com as bactérias na concentração de  $10^8$  UFC/ml, em seguida dispostas em caixas tipo gerbox com papel filtro umedecido com água destilada, todo material será esterilizado.

Cada tratamento é composto por 4 repetições, sendo 25 sementes por caixa (repetição). Os tratamentos serão colocados em incubadas BOD com fotoperíodo, nas condições de 12 horas de iluminação, sob temperatura de 28°C. A assepsia das sementes será realizada com a imersão por 40 segundos em álcool (50%) e 40 segundos em hipoclorito de sódio (1%), seguida de três lavagens com água destilada e esterilizada (SANTOS e SANTOS, 2016).

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o teste de Scott- Knott para separar as médias de tratamento com diferença significativa de 5%. Nas análises que forem testadas doses, será utilizado o teste de regressão linear. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software SISVAR. Os gráficos dos resultados foram desenvolvidos no programa SigmaPlot.

### DADOS E DISCUSSÃO

#### Caracterização morfológica

No presente estudo, a bioprospecção das BSF se iniciou a partir da análise de diferentes amostras de solo advindas de solos de várzea. Assim, para atender às expectativas da pesquisa, todas as estirpes foram submetidas a um teste piloto, o qual consistia em inocular em placas com meio DYGS e foram separadas para as etapas seguintes aquelas cujo halo de solubilização foi visível. Das bactérias selecionadas, foi realizada a caracterização via microscopia óptica, como demonstrado pela Tabela 1.

Foi evidente a predominância da característica gram – positiva nas amostras, em que cerca de 81% correspondia à coloração vermelha/ rosa. Esse resultado revela que as bactérias provenientes do solo coletado destoam das verificações realizadas por Goldstein (p. 188, 1995) os quais apontam que, a nível molecular, as particularidades da membrana plasmática, presentes em bactérias gram-negativas, contribuem para aumentar a biodisponibilidade do fosfato inorgânico. Nesse caso, isso se dá por meio do caminho de oxidação direta, no qual as moléculas orgânicas, como a glicose, são oxidadas diretamente a partir de enzimas localizadas na superfície da célula bacteriana. Esse é o processo pelo qual *Pseudomonas cepacia* e *Erwinia herbicola*, por exemplo, podem produzir o ácido

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

glucônico, composto que pode solubilizar fosfatos minerais.

Tabela 1: Caracterização morfológica das bactérias com potencial solubilizador

	F1	F2	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15
F16	F18													
MORFOLOGIA														
Bacilos	x	x		x		x		›	x	x	x	x	x	x
Estreptob			x		x									x
acilos														x
Cocos							x							
Estreptoc														
ocos														
GRAM														
Positivo	x	x	x	x		x	x	›	x	x		x	x	x
Negativo					x						x			x

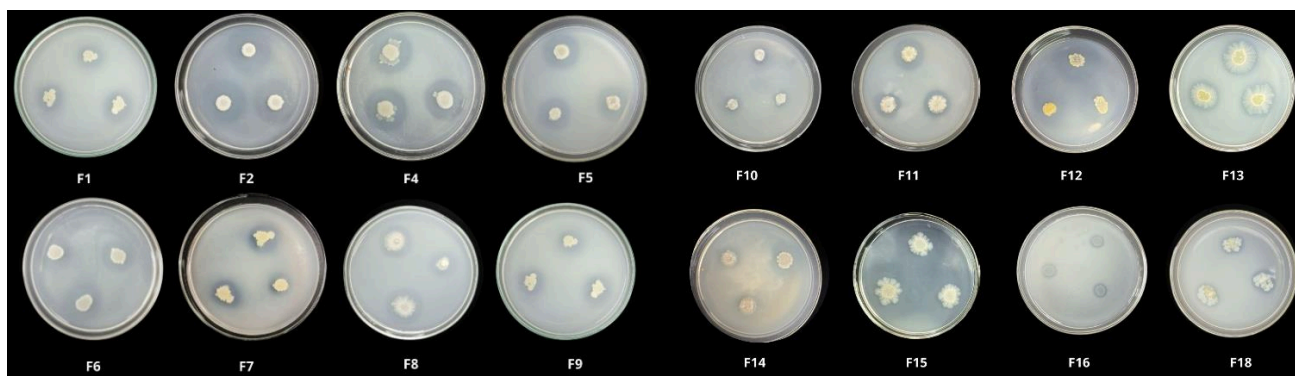
### Determinação de solubilização

No processo inicial, as placas de petri foram divididas em partes iguais e, como a intenção dessa etapa era apenas fazer uma triagem das bactérias a partir da formação ou não do halo, a transferência foi realizada apenas com o auxílio de uma alça bacteriológica nas áreas delimitadas. Dessa forma, as bactérias que não apresentaram halo translúcido, ou que esse halo fosse relativamente desprezível, foram excluídas para as etapas seguintes.

Após a conclusão do teste piloto, foram obtidas 17 bactérias (Figura1) – as quais foram encaminhadas para os testes seguintes. Assim, a etapa seguinte consistiu em determinar o I.S. de cada uma das estirpes, assim, foram novamente inoculadas, sendo que, para cada bactéria, uma placa com meio DYGS, durante um período de 15 dias.

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Figura 1. Bactérias solubilizadoras



Nesse sentido, vale ressaltar a importância do cumprimento total desse prazo para determinar o Índice final de solubilização, pois, consoante ao trabalho de BERRAQUERO, BAYA e CORMENZANA, (1976, p.400) foi percebido que as bactérias apresentam tempos variados para o aparecimento do halo. Conforme apresenta a tabela 2, a propriedade de solubilização se confirmava, porém tornava-se aparente em tempos distintos. No decorrer do tempo foi evidente a discrepância entre o tempo de formação do halo, a exemplo disso têm-se a bactéria F10 e F13 como solubilizadoras tardias, visto que o halo surgiu apenas na segunda e terceira medição, respectivamente sexto e nono dia. Enquanto, para a bactéria F7, em apenas 3 dias já era perceptível o contraste do halo.

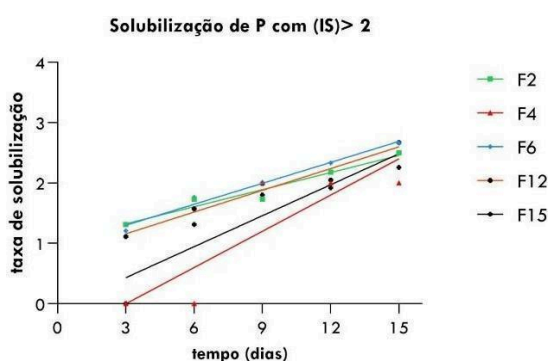
Tabela 2. Diferença da taxa de formação do halo solubilizador

Isolados	Dias de avaliação														
	3º			6º			9º			12º			15º		
	ØH	ØC	IS	ØH	ØC	IS	ØH	ØC	IS	ØH	ØC	IS	ØH	ØC	IS
F7	11,29	8,595	1,31	17,71	13,54	1,31	21,3	14,165	1,51	24,1	14,2	1,6	27,	14,9	1,8
				5	5		6			7	75	9	615	9	4
F10	0	7,43	0	5,29	8,115	0,65	12,8	10,58	1,21	14,4	11,36	1,2	16,	12,0	1,3
							5			3	5	7	04	95	3
F13	0	8,55	0	0	15,08	0	21,15	16,26	1,24	25,3	23,5	1,0	27,	24,	1,1
										9	8	8	91	27	5

### Determinação do IS

Os valores para os índices de solubilização, obtidos a partir da equação 1, revelou que os isolados apresentaram, em sua maioria, baixa capacidade de solubilização. No entanto, cinco isolados destacaram-se com os melhores IS, classificados como bactérias de média solubilização, como demonstrado no gráfico 1 (os dados da taxa de solubilização foram ajustados a um modelo de regressão linear simples).

Gráfico 1. Curva de crescimento da solubilização dos isolados mais promissores



Nessas bactérias há uma similaridade quanto aos IS apresentados, contudo é notória a diferença entre as bactérias quanto a capacidade diferente de solubilizar fósforo. Os isolados F2 e F6, por exemplo, além de apresentarem uma taxa de solubilização maior são, também, mais ágeis quando comparadas às bactérias F4 e F12. Essa variação pode ser atribuída a diferentes mecanismos de solubilização, produção de ácidos orgânicos, enzimas e outros compostos que diferem entre os grupos bacterianos.

Com base nesses resultados, observa-se a possibilidade de desenvolvimento de bioinsumos a partir das bactérias com os maiores ISs. Os solos de várzea, ou semelhantes, que possuem altos níveis de argila e matéria orgânica, acabam por ter o fósforo menos disponível para solubilização, visto a quantidade de elementos que podem se ligar a ele, tornando-o indisponível. (Fitriatin et al., 2023). Dessa maneira, a utilização de produtos de origem biológica que

permitam ultrapassar essa barreira e mitigar tal problema é uma alternativa interessante economicamente.

#### Teste de patogenicidade

Para que as bactérias sejam de fato aplicadas na agricultura, por exemplo, além de possuírem um potencial solubilizador relevante, é necessário que esses microrganismos desempenhem outras funções. Os estudos realizados por Faheem (2022), apontaram que a utilização de bactérias como inoculantes podem ser grandes aliadas à produção de grãos, visto que determinadas espécies possuem atividade antagônica e possuem a capacidade de estimular o crescimento de plantas. Nesse sentido, é evidente que as análises devem se entender para além da bioprospecção por espécies solubilizadoras, a fim de compreender as interações que esses organismos podem desempenhar junto as cultivares. Assim, as avaliações das sementes consistiram em observar a interação entre as bactérias e as sementes no processo germinativo, como indica na tabela 2.

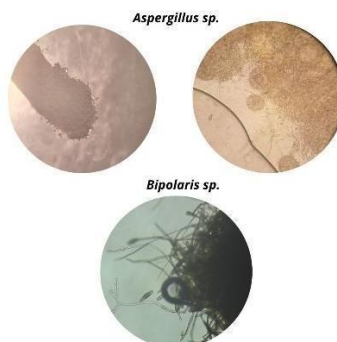
Tabela 2. Germinação das sementes com e sem asepsia e inoculadas com bactérias

	Controle		F2		F4		F6		F12	
					Asepsia					
Germinação (%)	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente
	85	82	82	84	85	83	91	86	84	80
	87	86	82	85	90	83	91	88	87	81
	87	82	83	86	90	85	91	88	88	83

Além disso, também foi avaliada a propriedade antifúngica desses isolados. A figura 2 apresenta a visualização desses fungos encontrados entre 5 – 7 dias. Nas sementes do arroz existem alguns patógenos comuns transmitidos, como *Aspergillus spp.*, *Fusarium sp.* e *Curvularia lunata*, com prevalência variável entre as variedades de

arroz (Umbrey et al., 2024) (Shamsi et al., 2023). Dos fungos aparentes e que puderam ser identificados temos:

Figura 2. Fungos identificados nas sementes de arroz



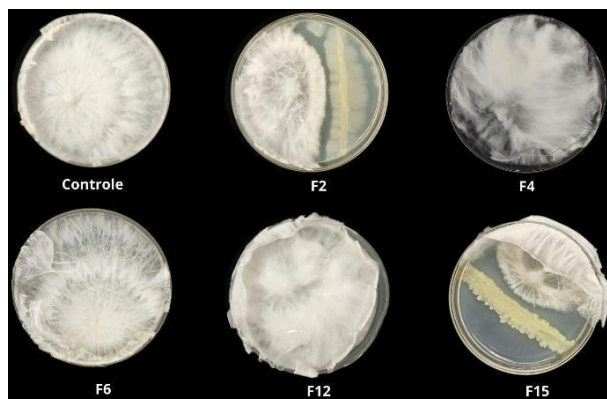
#### Ensaio de atividade antagônica

O sclerotium é um fungo que afeta centenas de culturas de grãos, dentre eles a da soja e arroz (Roshan e Quintana). Esse ascomiceto é caracterizado como necrotrófico (Roshan), ou seja, ele pode tanto se alimentar de células mortas ou até mesmo ser a causa da morte do seu hospedeiro.

A evidência de infecções causadas por espécies como *S. oryzae* e *S. rolfsii* se dá por meio de lesões pretas irregulares nas bainhas das folhas e podridão das plântulas, respectivamente. (Quintana & Gutiérrez 2022, Talluri et al. 2023). Dessa forma, esse ensaio foi baseado em analisar o comportamento das BSF, com  $IS > 2$ , com esse fungo, do gênero *Sclerotium*, devido a esse caráter fitopatológico, com a expectativa de investigar possíveis propriedades antifúngicas, como demonstra a figura 3.

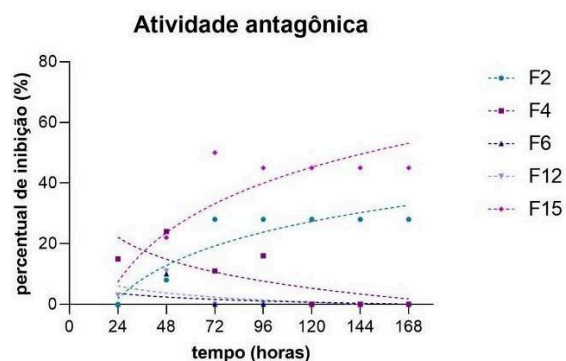


Figura 3. Interação bactérias solubilizadoras x *Sclerotium*, sp.



Nesse ensaio, as bactérias codificadas como F4, F6 e F12 não apresentaram a propriedade antifúngica contra o *Sclerotium* sp. . O fungo cresceu livremente pela placa e, supõe-se, também, que os metabólitos da bactéria podem ter servido de estímulo para o crescimento do fungo, pois, ao compará-lo com a placa controle, as hifas se estenderam em maior quantidade, sendo necessário um maior cuidado ao abrir as placas para manter a integridade da estrutura para o registro das fotos. Tal comportamento se contrapõe à atividade demonstrada pelas bactérias F2 e F15, às quais demonstraram resultados satisfatórios em conter o avanço do fungo pela placa, dados confirmados pelo gráfico 2.

Gráfico 2. Bactérias solubilizadoras x *Sclerotium*, sp.



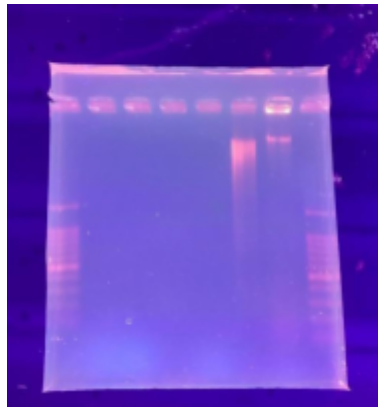
Quando comparadas, a maioria das bactérias possui atividade semelhante nas primeiras 24h, mas nas próximas horas seguintes já é

possível identificar quais atuam, ou não, como antagônicas contra o crescimento do *Sclerotium*, indicado pelo desenvolvimento e crescimento das hifas.

#### Caracterização molecular

Apenas as bactérias com melhor potencial passaram pelo processo de extração de DNA e, até a presente data, está em andamento a identificação das espécies.

Figura 4. DNA em eletroforese em gel



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bactérias solubilizadoras de fosfato (BSF) isoladas do solos de várzea tropical selecionado demonstraram um potencial significativo tanto para a solubilização de fosfatos quanto para o controle biológico de fitopatógenos, especialmente em relação à cultura do arroz. Contudo, possivelmente a bioprospecção em áreas diferentes podem conter uma microbiota com melhores resultados. Esses estudos contribuem para o conhecimento sobre a diversidade microbiana nesses solos e abre caminho para a utilização dessas bactérias como biofertilizantes, podendo auxiliar na redução do uso de fertilizantes químicos e promover uma agricultura mais sustentável, uma vez que as BSF identificadas com maior potencial de solubilização e atividade antifúngica representam uma alternativa promissora para o desenvolvimento de produtos biológicos para a agricultura.

## REFERÊNCIAS

- AKINRINLOLA, R. J. et al. Evaluation of Bacillus Strains for Plant Growth Promotion and Predictability of Efficacy by In Vitro Physiological Traits. *International Journal of Microbiology*, 11 p., 2018.
- BALDOTTO, L. E. et al. Seleção de bactérias promotoras de crescimento no abacaxizeiro cultivar Vitória durante a aclimação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p. 349-360, 2010.
- BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.35, n.10, p.2043-2050, 2000.
- BERRAQUERO, F. Ruiz; BAYA, Ana M<sup>a</sup>; CORMENZANA, A. Ramos. Establecimiento de índices para el estudio de la solubilización de fosfatos por bacterias del suelo. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, v. 17, n. 4, p. 399-406, 1976.

- BERGKESSEL, M.; GUTHRIE, C. Colony PCR. *Laboratory Methods in Enzymology: DNA*, p.299- 309, 2013.
- BILLAH, M.; KHAN, M.; BANO, A.; HASSAN, T. U.; MUNIR, A.; GURMANI, A. R. Phosphorus and phosphate solubilizing bacteria: Keys for sustainable agriculture. *Geomicrobiology Journal*, v. 36, n. 10, p. 904-916, 2019.
- CHAGAS, L.F.B. et al. Efficiency of *Trichoderma* spp. as a growth promoter of cowpea (*Vigna unguiculata*) and analysis of phosphate solubilization and indole acetic acid synthesis. *Brazilian Journal of Botany*, v. 39, n. 2, p. 437- 445, 2016.
- DIAS, M. L e AGUIAR, R. W. de S. Bioprospecção de estirpes de *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* para *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). Dissertação (Mestrado). Gurupi: Universidade Federal do Tocantins, 73p., 2016.
- ELLI, E. F. et al. Potencial fisiológico de sementes de arroz tratadas com fitorregulador vegetal. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 2, p. 366-373, 2016.
- FITZPATRICK, C. R.; COPELAND, J.; WANG, P. W.; GUTTMAN, D. S.; KOTANEN, P. M., & JOHNSON, M. T. Assembly and ecological function of the root microbiome across angiosperm plant species. *PNAS Plus*, v. 22, p. 1157-1165, 2018.
- Betty, Natalie, Fitriatin., Pujawati, Suryatmana., Nadia, Nuraniya, Kamaluddin., Dedi, Ruswandi. (2023). Phosphate availability, P-uptake, phosphatase, and yield of maize (*Zea mays* L.) affected by kaolin based P-solubilizer and P fertilizer in Inceptisols. *Jurnal Kultivasi*, 22(1) doi: 10.24198/kultivasi.v22i1.42847
- FORKEMA, N.J. Antagonism between fungal saprophytes and pathogens on aerial plant surfaces. IN: DICKINSON, C. H.; PREECE, T.F. (Eds) *Microbiology of aerial plant surfaces*. London: Academic Press, p. 487-506.1976.

GOLDSTEIN, AH, 1995. Progresso recente na compreensão da genética molecular e bioquímica da solubilização de fosfato de cálcio por bactérias gram negativas. Biol. Agrícola. Hortico. 12, 185–193.<https://doi.org/10.1080/01448765.1995.9754736>

HABIL-ADDAS, F.; AARAB, S.; RFAKI, A.; LAGLAOUI, A.; BAKKALI, M.; ARAKRAK, A.

Screening of phosphate solubilizing bacterial isolates for improving growth oh wheat. European Journal of Biotechnology and Bioscience, v. 2, p. 07-11, 2017.

HARA, F. A.; OLIVEIRA, L. A. Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos de Iranduba, Amazonas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p. 667- 672, 2005.

HUANG, J.; LIU, J.; ZHANG, W.; CAI, X.; LIU, L.; ZHENG, M.; MO, J. Effects of

urbanization on plant phosphorus availability in broadleaf and needleleaf subtropical forests. Science of The Environment, v. 684, p. 50-57, 2019.

INÁCIO, A. C. F., HARA, F. A. dos S., VENDRUSCOLO, J., Neto, P. de Q. C., & DE SOUZA, L.

C. C. (2020). Morphophysiological characterization of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of non-conventional food plants. Brazilian Journal of Development, 4(5), 24547– 24565. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-055>

ISHIZAWA, T. A., & AGUIAR, R. W. Microrganismos endofíticos e associados de melancia e aplicação biotecnológica. Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins - Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia, 111 p., 2017.

KALAYU, G. Phosphate solubilizing microorganisms: Promising approach as biofertilizers.

International Journal of Agronomy, 7 p, 2019.

LANE, D. J. 16S/23S rRNA sequencing. In E. STACKEBRANDT, &

GOODFELLOW, M. Nucleic

acid techniques in bacterial systematics, p. 115-147. England.: John Wiley & Sons, 1991.

LEITE, M. V. M.; FERREIRA, A. S.; AZEVEDO, L. C. B. Atividade e modelagem de fosfatase do solo como indicadores em agroecossistemas no cerrado. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, 43p., 2017.

LIU, C.; LIU, Y.; GUO, K.; ZHANG, L.; CAI, X. Efeitos da adição de nitrogênio, fósforo e potássio na produtividade de uma pastagem cárstica: grupo funcional da planta e perspectivas da comunidade. Engenharia Ecológica, v. 117, p. 84-95, 2018.

MASSENSINI, A. M. et al. Isolamento e caracterização de bactérias solubilizadoras de fosfato da rizosfera de Eucalyptus sp. Revista Árvore, v. 40, p. 125-134, 2016.

MEHTA, P.; SHARMA, R.; PUTATUNDA, C.; WALIA, A. Endophytic Fungi: Role in phosphate solubilization. Multi-Stage, and Multi-Tie scale feedback control of linear systems with applications to fuel cells. In SINGH, B. P (ed.), Advances in Endophytic Fungal Research, Fungal Biology, p. 183-209, 2019.

MENDES, I. C., SOUSA, D. M. G., REIS JUNIOR, F. B. D., and Lopes, A. A. C. Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo. Vol. Circular Técnica 38, pp. 24p. EMBRAPA, Brasília. 2018.

NASCENTE, A. S.; FILIPPI, M. C. C. De.; LANNA, A. C. Taxas de macronutrientes e microorganismos multifuncionais em uma cultura de arroz tropical inundada. Revista Caatinga.v. 33, nº 4, p. 898-907. 2020.

PRABHU, N.; BORKAR, S.; GARG, S. Phosphate solubilization by microorganisms. Overview, mechanisms, applications and advances. In Advances in Biological Science Research. A Practical Approach, p. 161-176. Academic Press, 2019.

PEDROSO, L. et al. Avaliação dos fitorreguladores auxina e giberelina

na germinação e crescimento do arroz. *Arq. Ciênc. Vet. Zool.* v. 19, n. 4, p. 241-245, 2016.

RAJER, Faheem Uddin et al. *Bacillus* spp.-mediated growth promotion of rice seedlings and suppression of bacterial blight disease under greenhouse conditions. *Pathogens*, v. 11, n. 11, p. 1251, 2022.

ROZO, F. A. Isolamento, caracterização e seleção e seleção de bactérias diazotróficas em tomateiro. Dissertação (Mestrado), Florestal, Minas Gerais, 86 p., 2017.

SAHU, G.; CHATTERJEE, N.; GHOSH, G. K. Integrated Nutrient Management in Rice (*Oryza sativa*) in Red and Lateritic Soils of West Bengal. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, v. 8, n. 5, p. 436-445, 2017.

SAMBROOK, J.; Fritsch, E. F.; Maniatis, T. *Molecular Cloning*. In *A Laboratory Manual* (2 ed.).

Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989.

SANTOS, P. R. R., Santos, G. R. Patogenicidade de fungos associados à sementes de *Andropogon* e caracterização morfológica e molecular de *Curvularia lunata*. Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins - Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia., 125 p., 2016.

SINGH, D.; Ghosh, P.; Kumar, J.; Kumar, A. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPRs): functions and benefits. *Microbial interventions in agriculture and environment*, v. 2: Rhizosphere, Microbiome and Agro-ecology, 2019.

SMIRNOFF, W. A. A Staining method for differentiating spores, crystals, and cells of *Bacillus thuringiensis* (Berliner). *Insect Pathology*, p. 384-386, 1962.

SPOHN, M.; Zeibig, I.; Brucker, E.; Widdig, M.; Lacher, U.; Aburto, F. Phosphorus solubilization in the rhizosphere in two saprolites with contrasting phosphorus fractions. *Geoderma*, v. 366, n. 114245, 2020.

Shamim, Shamsi., Sarbasis, Chakravorty., Sarowar, Hosen. (2023). Prevalence of Seed-Borne Fungi Associated With Selected Rice

Varieties of Brri. Journal of biodiversity conservation and bioresource management, 9(1):61-68. doi: 10.3329/jbcbm.v9i1.66632

YASHI, Umbrey., Vikas, Kumar, Ravat., M, Devi., Sunita, Mahapatra., Srikanta, Das. (2024). Deciphering the biometeorological influences on mycoflora dynamics in rice seeds of Indo-gangetic ecosystem. Journal of Mycology and Plant Pathology, 54(01):25-25. doi: 10.59467/jmpp.2024.54.25

ZHAO, C. et al. Plausible rice yield losses under future climate warming. Nat Plants v. 3, 2017.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins.



## Capítulo 10

# MEDICAMENTOS E FITOTERÁPICOS E SEU USO EM IDOSOS: UM OLHAR DA NUTRIÇÃO

Gabriela de Sá<sup>1</sup>

Guilherme Nobre L. do Nascimento<sup>2</sup>

### RESUMO

O envelhecimento é um processo que traz consigo uma série de desafios para a saúde, exigindo atenção especial na escolha de tratamentos. Muitos idosos recorrem ao uso de plantas medicinais como uma alternativa ou complemento aos medicamentos prescritos, motivados por práticas tradicionais e crenças culturais. Embora o uso de plantas medicinais possa oferecer benefícios, como alívio de sintomas e suporte ao bem-estar geral, também apresenta riscos significativos, especialmente quando utilizado em conjunto com medicamentos. Interações medicamentosas inesperadas podem ocorrer, alterando a eficácia dos tratamentos e, em alguns casos, provocando efeitos adversos. No contexto da nutrição, a interação entre plantas medicinais e dietas específicas pode influenciar a absorção de nutrientes e o estado nutricional dos idosos. Portanto, é crucial que os profissionais de saúde e os próprios pacientes estejam cientes dos potenciais riscos e benefícios associados ao uso dessas plantas, bem como da interação delas com a nutrição. Estudos adicionais são necessários para entender melhor essas interações e fornecer orientações claras para minimizar riscos e maximizar benefícios. A conscientização e educação sobre o uso seguro de plantas medicinais e sua integração com a dieta podem contribuir para uma abordagem mais segura e eficaz no cuidado com a saúde dos idosos, promovendo um equilíbrio entre práticas tradicionais e a medicina moderna.

---

Palavras-chave: Fitoterápicos; Nutrição; Plantas Medicinais.

<sup>1</sup> Graduanda de Nutrição. Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, Gabriela.sa2@mail.uft.edu.br.

<sup>2</sup> Doutor em Química, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Tocantins, guilherme.nobre@mail.uft.edu.br.

## INTRODUÇÃO

A população idosa no Brasil tem crescido de forma significativa nas últimas décadas. Segundo o Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1991, os idosos representavam 4,8% da população, número que subiu para 5,9% em 2000 e atingiu 7,4% em 2010. A estimativa é de que, até 2050, a população com mais de 60 anos supere o número de crianças abaixo de 15 anos (IBGE, 2016). Esse crescimento está diretamente relacionado ao aumento da demanda por cuidados de saúde específicos para essa faixa etária, o que inclui o uso de medicamentos e terapias complementares.

Os idosos são os principais consumidores de medicamentos alopáticos, devido à prevalência de doenças crônicas não transmissíveis que acompanham o processo de envelhecimento. Além dos medicamentos convencionais, é comum entre essa população o uso de plantas medicinais como coadjuvantes no tratamento de diversas condições de saúde (SILVA et al., 2017). Esse comportamento remonta a práticas antigas, nas quais as plantas eram utilizadas empiricamente tanto para alimentação quanto para o tratamento de doenças. Desde a antiguidade, os povos descobriram os benefícios e os riscos das plantas através da observação e transmissão oral de conhecimento ao longo de gerações (SANTOS et al., 2016).

O Brasil, por ser o país com a maior biodiversidade do mundo, oferece uma vasta gama de plantas com potencial medicinal, o que facilita a pesquisa e o desenvolvimento de fitoterápicos (TEIXEIRA et al., 2012). Contudo, o uso indiscriminado dessas plantas pode apresentar riscos à saúde, devido ao desconhecimento de suas propriedades tóxicas, à falta de controle sobre o cultivo, colheita e preparo, além das interações com medicamentos sintéticos (FONTENELE et al., 2013; SANTOS et al., 2016). Essas interações são

particularmente preocupantes em idosos, que apresentam alterações fisiológicas importantes, como a redução da água corporal, aumento do tecido adiposo e diminuição do metabolismo basal, o que pode aumentar o risco de interações entre medicamentos e plantas medicinais (SILVA et al., 2018).

Além disso, há uma controvérsia na literatura quanto ao uso irracional de plantas medicinais, especialmente pela possibilidade de superdosagem e pelos efeitos tóxicos de algumas espécies (SANTOS et al., 2016). A comercialização desregulada dessas plantas, especialmente em feiras e mercados, agrava ainda mais a situação, já que muitos dos produtos não passam pelos controles de qualidade exigidos, aumentando o risco de utilização inadequada (SANTOS, 2011; COELHO; LOPES JR, 2015). A população idosa frequentemente enfrenta o desafio de manejar múltiplas condições de saúde simultaneamente, o que pode levar a um aumento na utilização de medicamentos e fitoterápicos. Indivíduos com comorbidades, como disfunção renal ou hepática, são especialmente vulneráveis a reações adversas e interações medicamentosas. A interação medicamentosa é um fenômeno em que os efeitos de um fármaco podem ser modificados pela presença de outro medicamento, fitoterápico, alimento, bebida alcoólica ou agente químico ambiental (Garcia et al., 2007).

O processo de envelhecimento contribui para um declínio gradual das reservas funcionais de diversos órgãos e sistemas, o que afeta significativamente a farmacocinética e a farmacodinâmica dos medicamentos, especialmente na biotransformação hepática e na excreção renal. Essa situação pode aumentar a predisposição para toxicidade relacionada ao uso de fármacos e a ocorrência de interações medicamentosas (Jesus et al., 2010). Além disso, o estado nutricional desempenha um papel crucial na gestão das doenças crônicas e infecciosas em idosos, influenciando tanto a eficácia quanto a segurança dos tratamentos prescritos. A boa condição

nutricional é fundamental para prevenir complicações e otimizar o controle das condições de saúde (Garcia et al., 2007).

Portanto, é essencial que os profissionais de saúde, incluindo nestes o nutricionista, estejam capacitados para orientar a população sobre o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos, prevenindo complicações decorrentes do uso indevido e garantindo a segurança dos pacientes, sobretudo entre os idosos, que são mais vulneráveis a interações medicamentosas e outros efeitos adversos (FONTENELE et al., 2013).

Portanto o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento dos principais medicamentos utilizados em uma Unidade de Pronto Atendimento em Palmas-TO, além das plantas medicinais mais encontradas nas hortas comunitárias, realizando assim uma discussão sobre o uso destes por idoso, com um olhar da nutrição.

## MATERIAIS E MÉTODO

A coleta de dados foi realizada em duas frentes principais, abrangendo tanto o uso de medicamentos quanto o cultivo de plantas medicinais. No que se refere aos medicamentos, os dados foram obtidos junto às equipes de farmácia da Unidade de Pronto Atendimento (UPA) da Região Norte, identificando os medicamentos mais prescritos. Após a coleta, realizou-se uma revisão documental e uma busca em bases de dados científicas, como a Farmacopéia Brasileira e literatura especializada, com o objetivo de verificar os principais efeitos colaterais e interações desses medicamentos, tanto entre si quanto em relação à alimentação. Os dados foram organizados em tabelas e analisados.

Para a busca das plantas medicinais a equipe de pesquisa elaborou um questionário estruturado, o qual foi aplicado durante visita às hortas comunitárias em Palmas, coletando informações sobre espécies cultivadas e formas de consumo. Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram realizadas

entrevistas com os usuários. Os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente, utilizando-se estatística descritiva. Então foi conduzido um estudo sobre estas plantas, indicações e interações com um olhar especial para a Ciências da Nutrição.

## DADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos na pesquisa, com base nas informações fornecidas pela equipe de farmácia da UPA, revelam o perfil dos medicamentos mais utilizados pelos pacientes desta unidade. Os medicamentos mais prescritos estão listados no Quadro 1 categorizados quanto a classe farmacológica.

Classe Farmacológica	Medicamentos
Vitaminas	Acido Ascórbico
Agentes Adrenérgicos e Simpaticomiméticos	Adrenalina
	Dopamina
	Norepinefrina
Broncodilatadores	Aminofilina
Antidepressivos	Amitriptilina (Tricíclico)
	Nortriptilina (Tricíclico)
	Citalopram (ISRS)
	Sertralina (ISRS)
	Venlafaxina (IRSN)
Anticolinérgicos	Atropina
	Escopolamina
Antibióticos	Benzilpenicilina Benzatina
	Ceftriaxona
Anticonvulsivantes	Carbamazepina
	Fenitoína
	Fenobarbital
	Diazepam

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

	Clonazepam
Benzodiazepínicos (Ansiolíticos e Sedativos)	Diazepam
	Clonazepam
	Midazolam
Antiinflamatórios e Analgésicos	Diclofenaco (AINE)
	Dipirona (AINE)
	Tramadol (Opioide)
	Petidina (Opioide)
Diuréticos	Furosemida
	Manitol
Antiarrítmicos e Cardiovasculares	Dopamina
	Norepinefrina
	Heparina (Anticoagulante)
	Hidralazina (Vasodilatador)
Anti-hemorrágicos	Fitomenadiona (Vitamina K)
Agentes Corretivos de Eletrólitos	Cloreto de Sódio/Potássio
	Glicose
Antipsicóticos	Haloperidol

Antieméticos	Metoclopramida
Antiácidos/Antagonistas H2	Ranitidina

Quadro 1. Medicamentos mais prescritos na Unidade de Pronto Atendimento em Palmas, divididos por classe farmacológica.

Dentre estes medicamentos, quando pensamos em precauções quanto ao uso em idosos, podemos citar algumas informações importantes para orientações:

- Diazepam, Clonazepam, Midazolam: Esses medicamentos podem causar sedação excessiva, confusão, aumento do risco de

quedas, fraturas e delirium.

- Haloperidol: Usado com cautela em idosos, especialmente aqueles com demência, pois pode aumentar o risco de acidente vascular cerebral e morte.
- Hidralazina: Pode causar hipotensão postural (queda da pressão ao se levantar), levando a tontura e quedas em idosos.

Portanto muitos desses medicamentos (benzodiazepínicos, antidepressivos tricíclicos, opióides, antipsicóticos) podem aumentar o risco de quedas, o que é uma preocupação crítica em idosos. O uso de múltiplos medicamentos aumenta o risco de interações medicamentosas e efeitos adversos, exigindo uma revisão cuidadosa da lista de medicamentos para evitar complicações. A prescrição de medicamentos para idosos deve ser feita com cautela, priorizando doses mais baixas, monitoramento constante e a avaliação contínua do risco-benefício.

A interação entre medicamentos e a nutrição dos pacientes é um aspecto crucial na prática clínica, especialmente em populações vulneráveis como os idosos. Diversos fármacos podem interferir na absorção, metabolismo e excreção de nutrientes, bem como modificar o estado nutricional ao induzir alterações no apetite, na digestão ou no equilíbrio eletrolítico.

Anticonvulsivantes como fenitoína e carbamazepina, por exemplo, podem reduzir os níveis séricos de vitamina D, predispondo à osteoporose. Inibidores da recaptação de serotonina (ISRS), como sertralina e citalopram, podem causar perda de apetite e, em alguns casos, hiponatremia, afetando o equilíbrio hídrico e o apetite. Além disso, diuréticos como furosemida promovem a excreção de potássio, sódio e magnésio, exigindo ajustes na dieta para evitar déficits eletrolíticos. O uso prolongado de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), como diclofenaco, pode levar à irritação gástrica, diminuindo a absorção de nutrientes e o apetite. Portanto, o monitoramento

nutricional e o ajuste dietético são fundamentais para minimizar as complicações associadas ao uso de medicamentos e garantir o bem-estar nutricional dos pacientes.

Logo, dos medicamentos mais utilizados na UPA, podemos citar algumas orientações com foco nos aspectos nutricionais dos idosos como segue abaixo:

- Antibióticos - Benzilpenicilina Benzatina e Ceftriaxona: A absorção dos antibióticos não é geralmente afetada por alimentos, mas o uso prolongado pode causar diarreia e disbiose intestinal, prejudicando a absorção de nutrientes. Em alguns casos, pode ocorrer deficiência de vitamina K, resultando em maior risco de sangramento.
- Anticonvulsivantes - Carbamazepina, Fenitoína, Fenobarbital: A fenitoína tem sua absorção reduzida quando administrada com alimentos ricos em proteínas, o que pode diminuir sua eficácia. Carbamazepina pode afetar o metabolismo de vitamina D, predispondo o paciente à osteoporose a longo prazo. O Fenobarbital pode aumentar o metabolismo de várias vitaminas (como vitamina D, vitamina K e folato), o que pode levar à deficiência de nutrientes.
- Antidepressivos Tricíclicos (TCAs) - Amitriptilina, Nortriptilina: Esses medicamentos podem causar boca seca e constipação, o que pode reduzir a ingestão alimentar, levando à desidratação e déficits nutricionais. Além disso, os TCAs podem provocar ganho de peso em alguns pacientes devido ao aumento do apetite.
- Inibidores Seletivos da Recaptação de Serotonina (ISRS) - Citalopram e Sertralina: Os ISRSs podem causar náusea, perda de apetite e perda de peso, ou, em alguns casos, ganho de peso a longo prazo. Eles também podem reduzir os níveis de sódio no sangue (hiponatremia), especialmente em idosos, afetando o balanço eletrolítico e o estado nutricional.



- Anti-inflamatórios Não Esteroides (AINEs) – Diclofenaco: O uso crônico de AINEs pode irritar o revestimento gástrico, levando à gastrite ou úlceras, o que pode afetar a absorção de nutrientes e reduzir o apetite.
- Opioides – Tramadol e Petidina\*\*: Opioides podem causar constipação severa, o que pode interferir no apetite e na digestão normal dos alimentos. Dietas ricas em fibras e líquidos são recomendadas para ajudar a prevenir esse efeito adverso.
- Diuréticos - Furosemida: Diuréticos, especialmente a furosemida, podem levar à perda de eletrólitos como potássio, sódio e magnésio, o que pode causar fraqueza, câibras musculares e alterações no apetite. A ingestão de alimentos ricos em potássio, como bananas e batatas, pode ser necessária para compensar essa perda.
- Broncodilatadores - Aminofilina: A cafeína pode aumentar os efeitos colaterais da aminofilina, como taquicardia e nervosismo. A ingestão de alimentos ricos em cafeína deve ser evitada.
- Antagonistas H2 - Ranitidina: Pode reduzir a acidez gástrica, interferindo na absorção de nutrientes como vitamina B12, ferro e cálcio, especialmente com o uso prolongado. Suplementação ou ajustes dietéticos podem ser necessários em pacientes com uso crônico.
- Anticolinérgicos - Atropina e Escopolamina: Esses medicamentos podem reduzir a produção de saliva e causar boca seca, o que pode dificultar a mastigação e a deglutição, resultando em diminuição da ingestão alimentar.

Portanto, avaliar o estado nutricional dos idosos em uso de medicações deve ser constante, devendo ser incluído na rotina de exames periódicos dos mesmos.

Outra forma de terapia bastante utilizada pelos idosos é o uso de plantas medicinais. Durante o levantamento nas Hortas Comunitárias

de Palmas, as plantas medicinais que mais foram encontradas e que se repediam ao longo de todas as hortas, estão: a Hortelã (*Mentha* sp.), Malva do Reino (*Plectranthus amboinicus*) e o Mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.).

Essas plantas são amplamente utilizadas na medicina popular por suas propriedades terapêuticas, como ação digestiva, anti-inflamatória e expectorante. No entanto, o uso concomitante dessas plantas com medicamentos prescritos pode levar a interações medicamentosas adversas. Realizamos uma investigação detalhada sobre suas interações medicamentosas e com alimentos, levando em consideração a perspectiva nutricional, bem como as suas implicações nutricionais, permitindo uma compreensão mais abrangente das possíveis complicações e a necessidade de ajustes nas recomendações dietéticas para os pacientes.

Essas interações destacam a necessidade de uma avaliação criteriosa por parte dos profissionais de saúde, visando prevenir possíveis efeitos adversos e promover o uso seguro tanto de medicamentos quanto de plantas medicinais. Além disso, é importante considerar as particularidades nutricionais dos pacientes idosos, que muitas vezes apresentam deficiências nutricionais agravadas por interações entre medicamentos e plantas. O uso de plantas medicinais deve ser acompanhado de orientações sobre dieta e nutrição, com foco na manutenção de um estado nutricional adequado para evitar carências nutricionais e garantir a eficácia dos tratamentos convencionais. Sobre as principais interações destas plantas medicinais, destacamos abaixo:

- Hortelã (*Mentha* sp.)

A Hortelã é uma planta medicinal amplamente utilizada por suas propriedades benéficas, como a ação antisséptica, anti-inflamatória e digestiva. No entanto, o uso indiscriminado da hortelã pode causar efeitos colaterais significativos e interações com outros

medicamentos. Entre os efeitos adversos, destaca-se a inibição da absorção de ferro, o que pode resultar em anemia ferropriva se a ingestão de ferro não for adequada. Além disso, a hortelã pode potencializar a ação de certos fármacos, como anticoagulantes, aumentando o risco de efeitos adversos. Também foi observado um aumento nos níveis dos hormônios folículo-estimulante e testosterona, o que pode afetar o equilíbrio hormonal do organismo. Apesar desses efeitos, não há evidência concreta de que a hortelã cause hiperglicemia. Portanto, o uso da hortelã deve ser monitorado cuidadosamente, especialmente em pacientes com condições preexistentes ou que utilizam múltiplos medicamentos (SEZWIESKI et al., 2017). E por fim seu uso em excesso pode alterar o metabolismo de alguns nutrientes, como vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K), devido à aceleração do trânsito gastrointestinal.

- Malva do Reino (*Plectranthus amboinicus*)

A Malva do Reino é uma planta medicinal com diversas aplicações terapêuticas, incluindo tratamento de tosse, inflamações e problemas uterinos. Seus principais efeitos benéficos são atribuídos às suas propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e antitumorais. Estudos mostraram que o extrato aquoso das folhas possui atividades analgésica e anti-inflamatória, tornando-a útil para o alívio de sintomas de gripes e resfriados, além de ser aplicada topicamente para afecções de pele. O óleo essencial da planta demonstrou atividade antibacteriana contra cepas como *Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus*, e também mostrou alguma interferência sobre a eficácia de antifúngicos. Apesar de seus benefícios, há necessidade de precaução, pois a planta pode ter efeitos antagônicos quando administrada com certos medicamentos, podendo interferir na eficácia dos tratamentos. Portanto, recomenda-se cautela ao utilizar a Malva do Reino juntamente com

outros medicamentos para evitar possíveis interações indesejadas (GURGEL et al., 2009; LORENZI; MATOS, 2002).

- Mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.)

O Mastruz é uma planta reconhecida por suas propriedades medicinais, incluindo efeitos anti- inflamatórios e antimicrobianos. Tradicionalmente, é utilizada para tratar condições como tosse, bronquite e inflamações. Seus principais compostos ativos têm mostrado benefícios para a saúde respiratória e digestiva. No entanto, o uso do mastruz deve ser cauteloso, pois pode interagir com outros medicamentos, principalmente antimicrobianos. Estudos indicam que o mastruz pode apresentar efeitos adversos quando administrado em conjunto com certos medicamentos, potencializando ou antagonizando suas ações. A administração deve ser realizada sob supervisão para evitar interações prejudiciais e garantir a eficácia terapêutica (CHANG et al., 2010; LORENZI; MATOS, 2002).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das interações entre medicamentos e plantas medicinais e nutrientes, revela a complexidade das relações que impactam a saúde e a nutrição. Compreender como diferentes substâncias afetam a absorção de nutrientes e a função digestiva é crucial para otimizar o tratamento e melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

As análises destacam a importância de um manejo cuidadoso para evitar deficiências nutricionais e garantir a eficácia terapêutica. As plantas medicinais, amplamente utilizadas na prática cotidiana, apresentam uma gama diversificada de efeitos que podem influenciar tanto a saúde geral quanto a absorção de nutrientes. Este trabalho é essencial para promover um entendimento mais

profundo sobre a interação entre nutrição e o uso de plantas medicinais. Identificar e compreender essas interações pode levar a práticas mais seguras e informadas, prevenindo possíveis efeitos adversos e maximizando os benefícios.

Futuras pesquisas devem focar em explorar essas relações com maior detalhe, bem como em desenvolver estratégias de orientação para a população sobre o uso apropriado dessas plantas. A educação e a conscientização são fundamentais para assegurar que as práticas relacionadas ao uso de plantas medicinais sejam baseadas em evidências e ajustadas às necessidades individuais, promovendo uma saúde mais equilibrada e bem-informada.

## REFERÊNCIAS

- CHANG, J. M. et al. Potential use of *Plectranthus amboinicus* in the treatment of rheumatoid arthritis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v. 7, n. 1, p. 115-120, 2010.
- COELHO, M. L.; LOPES JR, A. P. Fitoterapia: interação com medicamentos e aspectos clínicos. *Revista Brasileira de Farmácia*, v. 36, n. 2, p. 45-55, 2015.
- FONTENELE, J. S. et al. Efeitos adversos de plantas medicinais e interações medicamentosas. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 23, n. 4, p. 481-487, 2013.
- GARCIA, A. M. et al. Interações medicamentosas e efeitos adversos: uma abordagem crítica. *Revista Brasileira de Farmácia*, v. 37, n. 1, p. 89-102, 2007.
- GURGEL, A. P. A. D. et al. In vivo study of the anti-inflammatory and antitumor activities of leaves from *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, v. 125, n. 2, p. 361-363, 7 September 2009.
- JESUS, A. C. et al. Efeitos da idade na farmacocinética e

farmacodinâmica. *Revista Brasileira de Farmacologia*, v. 26, n. 3, p. 123-135, 2010.

LIMA, T. A. et al. Interações entre nutrientes e fármacos prescritos para idosos com síndrome coronariana aguda. *Arquivos de Ciências da Saúde*, v. 14, n. 2, p. 231-245, 2017.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. p. 259-260.

MOURA, M. R. L. et al. Interação fármaco-nutriente: uma revisão. *Revista de Nutrição*, v. 15, n. 2, p. 123-135, 2002.

REYES, F. G. et al. Interações entre nutrientes e fármacos prescritos para idosos com síndrome coronariana aguda. *Arquivos de Ciências da Saúde*, v. 14, n. 2, p. 231-245, 2017.

SANTOS, M. C. et al. Interações medicamentosas e efeitos adversos das plantas medicinais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 22, n. 2, p. 321-331, 2016.

SEZWIESKI, L. L. D. et al. Uso de plantas medicinais por idosos da atenção primária. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 2017. Disponível em: [URL].

SOUZA, M. V. de C. et al. Propriedades fitoquímicas, uso terapêutico e toxicidade da *Mentha piperita*. *Revista de Casos e Consultoria*, v. 12, n. 1, p. e27028, 2021.

TEIXEIRA, A. et al. Fitoterapia no Brasil: biodiversidade e usos. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 22, n. 1, p. 15-30, 2012.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins.

## Capítulo 11

### Levantamento dos principais fitoterápicos comercializado em Palmas - Tocantins

Erika Camilla Guimarães Souza e Silva<sup>1</sup>

Guilherme Nobre Lima do Nascimento<sup>2</sup>

#### RESUMO

Este trabalho faz um levantamento sobre os principais fitoterápicos vendidos em Palmas, Tocantins. A fitoterapia, que é o uso de plantas medicinais, tem sido uma alternativa cada vez mais procurada por quem busca tratamentos naturais. Ela é uma prática antiga, usada há milhares de anos, e hoje tem o apoio da OMS, que reconhece sua importância, já que grande parte da população mundial usa plantas para tratar doenças. No Tocantins, a biodiversidade local é uma grande aliada, com plantas como macaúba, hortelã, babosa e sucupira sendo estudadas para uso em medicamentos e cosméticos. Este estudo identificou os fitoterápicos mais populares prescritos por nutricionistas na região, analisando suas formas (como cápsulas, chás, xaropes e shakes) e as indicações terapêuticas de cada um. O trabalho também alerta para a importância de uma regulamentação adequada desses produtos, para garantir que sejam seguros e eficazes. Embora os fitoterápicos tenham muitos benefícios, é fundamental usá-los junto com uma alimentação equilibrada, garantindo resultados melhores e mais personalizados no cuidado à saúde.

Palavras-chave: Fitoterápicos, Nutrição, Plantas Medicinais.

---

<sup>1</sup> Graduando em Nutrição, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, erikacamilla87@gmail.com

<sup>2</sup> Doutor em Química, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Tocantins, guilherme.nobre@uft.edu.br

## INTRODUÇÃO

Os fitoterápicos são uma categoria de medicamentos que vem se destacando no cenário da saúde e bem-estar, com consumidores interessados em melhorar a qualidade de vida. De acordo com a PNPIC, a fitoterapia é uma “terapia caracterizada pelo uso de plantas medicinais em suas diferentes formas farmacêuticas, sem a utilização de substâncias ativas isoladas, ainda que de origem vegetal”.

O uso de plantas medicinais na arte de curar é uma forma de tratamento de origens muito antigas, relacionada aos primórdios da medicina e fundamentada no acúmulo de informações por sucessivas gerações (SILVEIRA FILHO, A. D. et al., 2006). Por milhares de anos as pessoas usam plantas medicinais em diferentes partes do mundo como uma das primeiras formas de tratamento. Existem relatos dessa atividade para fins terapêuticos desde 3000 anos a.C. Com o tempo, a sabedoria popular sobre essas plantas foi ganhando apoio da ciência, que passou a investigar como elas funcionam, quão eficazes são, se são seguras e quais podem ser seus efeitos colaterais.

A inclusão de fitoterápicos no planejamento nutricional é uma abordagem inovadora e holística dentro do aspecto de intervenções para a promoção da saúde e a prevenção de doenças. Durante sua formação, o nutricionista encontra a fitoterapia sendo tratada apenas superficialmente, o que o motiva a não apenas buscar estudos que confirmem sua eficácia, mas também a procurar especializações na área para aprofundar seus conhecimentos e práticas em fitoterapia.

Dessa forma, é importante uma abordagem atenta e criteriosa, onde a seleção e a recomendação de fitoterápicos sejam personalizadas de acordo com as necessidades individuais dos pacientes, o que contribui para a eficácia do tratamento nutricional e



garante a segurança e o bem-estar dos mesmos. Alguns artigos revisados têm como exemplo o tratamento da obesidade onde aponta que os fitoterápicos neste caso pode ser uma alternativa viável, (SOUZA, K. J. F. de et al.) só que não fazendo uso de forma isolada, mas incluindo uma boa alimentação e dieta adequada para cada paciente dentro das suas necessidades. (COSTA, RIOS, REIS, COVA. et al. 2020).

É de suma importância do nutricionista se aprofundar mais quando se fala de fitoterápico, apesar de ser uma prática milenar, as pesquisas científicas sobre fitoterapia são relativamente novas, e a utilização desses produtos sem o devido conhecimento especializado pode acarretar riscos à saúde.

O Tocantins possui um grande potencial no uso de plantas medicinais, isso, graças ao conhecimento popular dos antepassados que foram sendo repassados de geração em geração e a biodiversidade de plantas (Agrotins, 2018). Atualmente o Estado conta com quatro espécies de plantas medicinais selecionadas para aprofundamento de estudos pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz): macaúba, hortelã, babosa e sucupira.

Segundo a consultora Técnica da Secretaria Especial da Agricultura familiar e Desenvolvimento Agrário, Daniella Vasconcelos, o projeto faz parte da Política Nacional de Plantas Medicinal e Fitoterápico e o foco é aperfeiçoar, por meio de pesquisar estas plantas para que possam ser comercializadas para o SUS e para fabricação de medicamentos e cosméticos (Agrotins, 2018). Contudo, é fundamental que o acesso aos fitoterápicos esteja sujeito a uma regulamentação adequada, a fim de garantir a qualidade, segurança e eficácia desses produtos para a população tocantinense.

Essas práticas refletem uma tendência crescente em busca de tratamentos mais naturais e complementares, evidenciando a importância da fitoterapia no contexto da nutrição. Ao combinar o conhecimento das propriedades fitoterápicas com a expertise

nutricional, os profissionais podem oferecer planos de tratamento mais abrangentes e personalizados, promovendo um bem-estar geral e apoiando a saúde dos pacientes de maneira inovadora e eficaz. Com isto, objetivamos com este trabalho, realizar uma busca dos principais fitoterápicos comercializados em Palmas - TO.

## MÉTODO E MATERIAIS

Como desenho experimental, foi utilizado a técnica de pesquisa de campo, e posteriormente buscas em documentos oficiais e literatura científica. Um roteiro foi elaborado para orientar as buscas durante as visitas a serem realizadas, com foco naquelas plantas mais vendidas prescritas pelos nutricionistas, a forma farmacêutica e suas respectivas indicações terapêuticas. Então uma análise das principais farmácias de manipulação de Palmas foi feita para nortear as buscas. A partir desse processo, visitas foram feitas às mesmas, na tentativa de se verificar quais os principais fitoterápicos comercializados. Com os dados levantados, foram agrupadas as plantas e então uma discussão foi desenvolvida para análises de suas eficácias e indicações terapêuticas.

## DADOS E DISCUSSÃO

No levantamento realizado em Palmas, Tocantins, foram identificadas 7 farmácias ou redes, e nestas 15 fitoterápicos diferentes, sendo três destes os mais prescritos por nutricionistas. As prescrições feitas apontaram o uso desses produtos em formas farmacêuticas como cápsulas e sachês para diversas finalidades terapêuticas. Esse panorama reflete a crescente integração da fitoterapia no planejamento nutricional, promovendo diferentes abordagens e personalizadas para a saúde e o bem-estar dos pacientes. Segue abaixo as indicações terapêuticas e origem. Os dados obtidos tanto nas farmácias quanto da literatura, como indicações terapêuticas foram agrupadas por plantas como segue:

1. Amora



Nome científico: *Morus nigra* L

Nome popular: Amoreira, amoreira negra, amora preta, amora- silva, amora-miúra

Família: Moraceae.

Parte Utilizada: Folhas e talos.

Composição Química: Flavonóides, dentre eles a rutina; ácido ascórbico, ácidos graxos, ácido málico, aminoácidos, caroteno, frutose, glicose, sais minerais, taninos e triterpenos.

A amoreira é uma árvore originária do sudoeste asiático e cultivada em várias regiões do Brasil, é reconhecida por seu fruto comestível, a amora, e por suas propriedades medicinais diversificadas. A amoreira possui ação anti-inflamatória, adstringente, antioxidante, cicatrizante, expectorante, emoliente e diurética, a amora extrato seco extraída do fruto possui as seguintes indicações terapêuticas também um auxílio nas disfunções renais e hepáticas, ajuda no tratamento de lesões bucais: contenção de sangramentos e na inflamação, é utilizado como laxativo, combate radicais livres no organismo. Seu uso tradicional inclui a promoção da saúde digestiva e a redução de inflamações. No contexto do climatério condição os quais costumam a surgir por volta dos 40 anos de idade causando desconforto e afetando a qualidade de vida das mulheres acometidas por essa problemática, a amora é especialmente valorizada por seu potencial na reposição natural de estrogênio,

ajudando a aliviar sintomas como fogachos, insônia e fadiga. Essas propriedades contribuem para uma melhor qualidade de vida, oferecendo uma alternativa natural para o manejo dos desconfortos associados a essa fase da vida.

## 2. Ashwagandha



Nome científico: *Withania somnifera*

Nome popular: Ashawaganda e Ginseg indiano

Família: Solanacea

Parte Utilizada: Raiz

Composição Química: Seu constituinte principal são withanolídeos, dentre alcaloides e esteroides lactonas. (Extrato padronizado à 3% de withanolídeos). A Ashwagandha é uma planta amplamente utilizada na medicina Ayurvédica devido aos seus benefícios para a saúde e longevidade. Este fitoterápico é reconhecido por ajudar a aliviar condições como artrite, estresse, insônia e dificuldades de concentração. Ashwagandha é valorizada por suas propriedades que reduzem o estresse e a inflamação, melhoram a função cognitiva e fortalecem o sistema imunológico. A eficácia de Ashwagandha é bem documentada, com mais de 60 estudos comprovando seus benefícios. Por exemplo, um estudo mostrou que o extrato reduziu a inflamação em ratos, enquanto outro estudo revelou que o uso diário aumentou os níveis de hemoglobina e melanina em homens de 50 a 59 anos e melhorou a performance sexual de 71% dos participantes.

### 3. Astraxantina



Nome científico: *Haematococcus pluvialis*

Nome popular: Astaxantina

Família: Haematococcaceae

Composição Química: Extrato seco padronizado em 3% astaxantina.

A Astaxantina é um carotenoide importante, produzido principalmente por algas (*Haematococcus pluvialis*) e fungos (*Phaffia rizoma*). Ela é a responsável pela cor de animais como flamingos, peixes como o salmão e a truta, além de crustáceos como camarões e lagostas, e de alguns microrganismos. A Astaxantina é um antioxidante muito poderoso, amplamente encontrado na natureza, com propriedades que ajudam a proteger a pele contra os danos causados pelo sol (fotoproteção) e a regular o sistema imunológico (imunomodulação). O que a torna especial é sua capacidade de se mover por todo o corpo, protegendo todas as células de maneira eficiente. As principais indicações da Astaxantina incluem: proteção das células contra danos oxidativos, fortalecimento do sistema imunológico, melhora da visão, aumento da resistência física e redução do dano muscular. Ela é considerada um antioxidante 65 vezes mais potente que a vitamina C. Além disso, suas propriedades permitem que a molécula atravesse a barreira hematoencefálica e se integre às membranas celulares.

#### 4. Chá verde



Nome científico: *Camellia sinensis* (L.) Kuntze;

Nome popular: Chá Verde; Green Tea.

Família: Theaceae

Parte Utilizada: Folhas

Composição Química: Extrato padronizado em 50% de Polifenóis. Catequinas, especialmente (-) Epigallocatechina Gallate (EGCG) Agentes Sinérgísticos: Catequinas são sinérgísticos com vitaminas E e C, e com os ácidos cítricos, málico e tartárico, vitaminas, minerais, oligoelementos, celulose, proteína, lignina, proteína, minerais, polissacarídeos e aminoácidos.

Os polifenóis presentes no chá verde são chamados catequinas, que possuem estruturas formadas por anéis ligados entre si. Os polifenóis fazem parte dos bioflavonoides, compostos que têm vários grupos de fenol. Eles influenciam o sabor e possuem ações biológicas importantes. Ela é utilizada tanto na produção de alimentos quanto em pesquisas científicas com animais.

Os fenóis do chá verde, como a EGCG, são excelentes em neutralizar pró-oxidantes e radicais livres. EGCG é 200 vezes mais potente que a vitamina E na proteção dos lipídios cerebrais e 20 vezes mais eficaz na redução de peróxidos em experimentos de laboratório. Em estudos, a EGCG bloqueou o avanço de vírus e até freou o progresso de certos tipos de câncer, como de pele, estômago, fígado, pulmão e intestino. Altas doses de EGCG (0,5% a 1% da dieta) também mostraram diminuir o colesterol LDL em dietas ricas em

gordura e reduzir a pressão arterial em ratos hipertensos. Além disso, a EGCG é mais eficaz que a aspirina e o Ginkgo biloba em reduzir a agregação plaquetária, o que é benéfico para a saúde cardiovascular. O consumo de 500 mg de catequinas (250 mg de EGCG) por dia ajudou a regularizar o trânsito intestinal em estudos.

## 5. Cúrcuma



Nome científico: *Curcuma domestica* Val.,

Nome popular: falso- açafrão; açafrão da terra; gengibre amarelo; cúrcuma, açafroeiro da Índia, batatinha amarela, turmeric (inglês).

Família: Zingiberaceae.

Parte Utilizada: Rizoma

Composição Química: Contém mínimo 96 % de Curcuminoides totais (curcumina e outros curcuminóides). Contém de 1,5 a 5,5 % de óleo essencial sesquiterpênicos, monoterpênicos e cetônicos. Outros: polissacarídeos, sais de potássio, resina, hidratos de carbono (40-50%) em especial o amido. (Extrato Padronizado à 96 % em Curcuminoides).

A cúrcuma, uma planta da mesma família do gengibre, tem sido usada há muito tempo no tratamento do diabetes, tanto na medicina ayurvédica quanto na tradicional chinesa. O componente ativo da cúrcuma, a curcumina, chamou a atenção como um tratamento potencial para o diabetes e suas complicações, principalmente por se tratar de um medicamento relativamente seguro e barato que reduz a glicemia e a hiperlipidemia em modelos de roedores de diabetes. O primeiro estudo que descreveu o efeito da curcumina no tratamento do diabetes foi publicado em 1972 e mostrou que ela

reduziu os níveis de glicose no sangue de uma pessoa com diabetes.

Desde então, a curcumina tem sido amplamente estudada em animais com diabetes. Um estudo realizado em ratos com diabetes induzida mostrou que a administração oral de curcumina foi capaz de reduzir os níveis de glicose sanguínea, hemoglobina glicada, além de melhorar a sensibilidade à insulina e reduzir os níveis de glicemia em jejum. Estudos realizados em ratas mostraram que a cúrcuma tem efeitos benéficos para o fígado, ajudando na secreção da bile, o que melhora a digestão, o apetite e elimina mais colesterol. Ela também é usada no tratamento de cálculos biliares, icterícia e outros problemas hepáticos. O óleo essencial da cúrcuma demonstrou ação contra alergias (anti-histamínica) e microrganismos, como bactérias, fungos e germes que causam inflamação na vesícula biliar (colecistites). Além disso, a cúrcuma é usada como antiflatulento, diurético, afrodisíaco e antiparasitário.

#### 6. Drenow C



O Drenow C é um importante e exclusivo fitoativo padronizado em 10% betalaínas e 0,06% indicaxantina; 30% vitamina C., o mesmo é feito com duas plantas medicinais *Opuntia ficus indica* (L.) Mill e *Rosa canina* L. ele é indicado para a redução de medidas, por meio da diminuição da retenção de líquidos no organismo. Em sua composição, estão diferentes espécies vegetais



ricas em fitoativos com atividades sinérgicas sobre a função renal, representadas pelo aumento da diurese e redução da retenção hídrica, o que pode contribuir com o tratamento de desordens estéticas como celulite, do edema característico da tensão pré-menstrual e de outras doenças, como a hipertensão arterial. Além disso, apresenta também as atividades anti-inflamatória e antioxidante. A combinação dessas propriedades, junto com as altas concentrações de vitaminas e minerais das plantas utilizadas, faz com que o produto tenha efeitos diuréticos, antioxidantes e anti-inflamatórios. Esses efeitos foram confirmados em vários estudos científicos.

#### 7. Feno grego



Nome científico: *Trigonella fenum-graecum* L. Nome popular: Feno grego, Fenugreek, alforvas. Família: Fabaceae  
Parte Utilizada: Semente.

Composição Química: Mucilagens; proteínas; compostos fosforados (lecitina, fitina); alcalóides (trigonelina e colina); saponinas (diosgenina e fenugrequina); fitosteróis (colesterol e sitosterol); flavonóides (vitexina, saponaretina e homoorientina); ácidos graxos insaturados (oléico, linolêico e palmítico); traços de cumarinas, abundante em sais de

ferro e manganês; vitamina A; iacina; tiamina e riboflavina; traços de óleo essencial; rico em anetol e celulose. Extrato seco padronizado em 50% de fenosídeo.

As sementes de feno-grego são conhecidas e valorizadas como material medicinal desde os tempos antigos. Atualmente, o feno-grego é amplamente cultivado como planta medicinal. As sementes mucilaginosas são reputadas por suas muitas virtudes medicinais, usadas para tratar problemas digestivos, como indigestão, gastrite e constipação. Suas fibras mucilaginosas ajudam a acalmar o trato gastrointestinal e melhoram a digestão. As aplicações são diversas, atuando na melhora tanto do funcionamento digestivo quanto na perda de peso corporal, no controle da diabetes e apresenta ação muito difundida no aumento dos níveis de testosterona livre e estradiol. Os fenos gregos, tanto suas folhas quanto suas sementes, são muito utilizados por todas as partes ao redor do mundo, seja na busca por efeitos medicinais ou pelo uso tradicional na culinária.

#### 8. Harpago



Nome científico: *Harpagophytum procumbens* D.C.

Nome popular: Garra do Diabo, no Brasil; Harpagofito, em espanhol; Devil's Claw, em inglês.

Família: Pedaliaceae.

Parte Utilizada: Raiz.

Composição Química: Glicosídeos Iridóides: harpagosídeo (éster do ácido cinâmico), procumbina e harpapágido; Ácido Cinâmico Livre; Glicosídeos Fenólicos: acteosídeo e isoacteosídeo; Fitosteróis: sitosterol; Ácidos Terpênicos; traços de Óleo Essencial; Açúcares: glicose, frutose e rafinose.

A Garra do Diabo é uma planta que vem da África do Sul e do Leste da África. Ela tem grandes raízes redondas e suas flores parecem trombetas, podendo ser roxas ou vermelhas. Seus frutos são cobertos de espinhos e conhecidos por serem usados em armadilhas para pegar animais. As raízes, que são a parte usada para remédios, têm um cheiro forte e um gosto amargo e adstringente. Foi somente em 1958 que os cientistas comprovaram os efeitos medicinais da planta, o que fez com que seu uso crescesse bastante. Antes disso, os povos africanos já utilizavam para tratar doenças como reumatismo, diabetes, e problemas nos rins e no fígado. Os tubérculos da Garra do Diabo são indicados nos reumatismos, nas artrites reumatosas, nas artroses, nas bursites, nas fibromialgias e nos traumatismos. Seu uso permite reduzir as doses dos corticoides e anti-inflamatórios não esteroidais utilizados nestas afecções. Esta droga vegetal possui uma ação anti-inflamatória, analgésica, antiespasmódica, sedativa e estimulante digestiva.

#### 9. Isoflavona

Nome científico: *Glycine max* L.

Nome popular: Isoflavona de soja; Soybean.

Família: Fabaceae

Parte Utilizada: Grãos de soja.

Composição Química: Extrato padronizado em 40% isoflavona.

As Isoflavona são compostos naturais encontrados na soja, sendo os principais a genisteína, daidzeína e glicisteína. Esses compostos são considerados fitoestrógenos, o que significa que têm uma ação

semelhante à dos hormônios femininos, mas em uma forma mais fraca de estrogênio. Elas são usadas como alternativa à programação hormonal para tratar e prevenir sintomas da menopausa, como doenças cardíacas e osteoporose, além de serem indicadas no tratamento de Alzheimer, câncer de mama e uterino, e endometriose. As Isoflavona também têm propriedades que fortalecem o sistema imunológico e atuam. As Isoflavona de soja têm a capacidade de normalizar os níveis de estrógenos circulantes (altos ou baixos). Sua estrutura química é semelhante ao estrógeno e por isso também é uma substância capaz de aliviar os efeitos da menopausa e da tensão pré-menstrual; atua na prevenção de doenças crônicas-degenerativas como o câncer de mama, de colo de útero e de próstata.

10. Maca peruana



Nome científico: *Lepidium meyenii* Walpers

Nome popular: Maca peruana, maca-andina, planta-maca, maca-pó, macaginseng, peruvian maca.

Família: Brassicaceae.

Parte Utilizada: Raiz.

Composição Química: Esteróides; Compostos Fenólicos; Flavonóides; Taninos; Glicosídeos; Saponinas; Aminoácidos Secundários Alifáticos; Aminoácidos Terciários; Alcalóides; Antocianidinas, Dextrinas; Glicosinolatos.

A planta *Lepidium meyenii*, também conhecida como Maca Peruana, é nativa da Região dos Andes Peruano. Na medicina

tradicional peruana ela é utilizada por proporcionar uma variedade de benefícios a saúde: aumenta a vitalidade, combate o stress, promove a libido, aumenta a fertilidade, o desempenho sexual, auxilia em dietas de emagrecimento e combate a osteoporose e anemia, utilizada também para perda da memória, nos problemas de menstruação, na tuberculose e na menopausa, além da síndrome da fadiga crônica. Recentemente os atletas estão encontrando na Maca uma alternativa excelente para substituir os anabolizantes. Apresenta numerosas indicações como energético e restaurador físico e psicológico melhorando a memória e a concentração, fortalece o sistema imunológico. A maca é uma planta adaptógena, ou seja, restaura o equilíbrio homeostase do corpo e pode ser usada como alternativa aos esteróides anabolizantes, pois é rica em esteróis. Casos de desnutrição, descalcificação, depressão e osteoporose também podem ser tratados com maca. (Florien, 2017).

11. Melão de são Caetano



Nome científico: *Momordica charantia* L.

Nome popular: Bitter melon (inglês), Erva-de-São-Caetano, Melão-de-São-Caetano, Erva-de-lavadeira, melão amargo

Família: Cucurbitaceae.

Parte Utilizada: Fruto

Composição Química: mormodicina (alcalóide), mormodipicrina e ácido mormódico. (Extrato padronizado à 10% de Charantina)

*Momordica charantia*, conhecida como melão amargo, é uma planta medicinal encontrada na Ásia, África Ocidental e América do Norte.

Seu fruto, semelhante a um pepino e com nervuras na superfície, é rico em carboidratos, proteínas, minerais, vitaminas e fitoquímicos, incluindo glicosídeos, saponinas, alcalóides, redutores de açúcar, resinas fenólicas, ácidos livres e óleos. Amplamente estudado e utilizado para o tratamento do diabetes mellitus (DM), é uma das plantas mais empregadas para esse propósito no mundo. O Melão de São Caetano é considerado uma terapia alternativa que tem sido usado principalmente em pacientes com diabetes mellitus tipo II usado para hipoglicemia (baixar os níveis de glicose), possivelmente através da redução dos danos oxidativos, inibição de enzimas de hidrólise de hidratos de carbono, preservação das células beta-pancreáticas e aumento na resistência à insulina, bem como a absorção de glicose pelas células do fígado e tecidos adiposos e periféricos.

## 12. Morosil



Nome científico: *Citrus Aurantium Dulcis*.

Nome popular: Morosil.

Parte Utilizada: fruto.

O Morosil é um extrato derivado do suco das laranjas vermelhas Moro (*Citrus Sinensis* (L.) Osbeck), cultivadas exclusivamente na região ao redor do vulcão

Etna, no leste da Sicília, Itália. Devido às condições ambientais e climáticas específicas dessa área, a laranja Moro se distingue por sua

intensa coloração vermelha, resultante de um pigmento natural rico em antocianinas, poderosos antioxidantes raramente presentes em outras frutas cítricas.

Além disso, as laranjas vermelhas possuem um teor mais elevado de vitamina C e compostos fenólicos em comparação com as laranjas amarelas. (BIONAP/Itália, 2022). Os efeitos do extrato da laranja Moro se devem pela ação sinérgica de seus componentes. No controle da obesidade, contribui para a redução da inflamação e EO, eventos associados com a hipertrofia dos adipócitos. Também contribui para a redução da esteatose hepática por modular a expressão de genes no fígado envolvidos na síntese de triacilgliceróis. De acordo com Galeno o foi feito um estudo e foi publicado pela revista International Journal of Obesity, mostrou que o extrato da Laranja Vermelha Moro, obtido do suco enriquecido, diminui o ganho de peso e o acúmulo de gordura induzida em animais alimentados com dieta hiperlipídica.

### 13. Passiflora



Nome científico: *Passiflora incarnata* L.

Nome popular: Flor-da-paixão, maracujá,  
maracujá-guaçu, maracujá-silvestre, passiflora.

Família: Passifloraceae.

Parte Utilizada: Folha.

Composição Química: Flavonóides: Isovitexina, Schaftosídeo, Isoschaftosídeo, Apigenina, Luteolina, Quercetina, Kaempferol, Orientina, Iso-orientina, Swertisina, Crisina; Alcalóides: Harmina,



Harmol, Harmana; carboidratos, aminoácidos, benzopironas, maltol, etil-maltol, ginocardina. Extrato padronizado em 3% Flavonoides e extrato padronizado em 2% de Vitexina.

Passiflora é um gênero botânico com cerca de 500 espécies, sendo as mais usadas em medicamentos a *Passiflora alata* (maracujá doce) e a *Passiflora incarnata* (flor da paixão). O extrato seco é obtido das folhas, contendo flavonoides (como isovitexina, quercetina e luteolina), alcaloides, carboidratos, aminoácidos e outros compostos. Sua padronização varia de 0,06% a 0,2% de flavonoides totais, expressos em apigenina. Indicado como ansiolítico, sedativo leve. Atua no alívio da tensão nervosa e insônia, como diurético, anti-hipertensivo, antiarrítmico, antiespasmódico, antimicrobiano.

#### 14. Própolis



Parte Utilizada: Resina.

Composição Química: Resinas vegetais e bálsamos: 50%; cera de abelha: 30%; óleos essenciais: 10%; grãos de pólen: 5%.

Além disso, flavonóides, vitaminas, enzimas e minerais (alumínio, cálcio, estrôncio, ferro, magnésio, silício, titânio, bromo e zinco).

O própolis é uma resina coletada por abelhas da espécie *Apis mellifera* de diversas partes das plantas como brotos, botões florais e exudados resinosos, a sua ação farmacológica deve-se em grande parte à presença dos ácidos fenólicos e derivados. Vários ensaios biológicos destacam as propriedades da própolis como anti-inflamatória, bactericida, fungicida, hepatoprotetora, cicatrizante, anti-úlceras, anti-cárie e anestésica, anti-virótica, anti-protozoário, cicatrizante e regeneração de tecidos, antissépticas



e hipotensivas, estimuladora do sistema imunológico, ação inibidora na multiplicação de células tumorais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir esse levantamento dos principais fitoterápicos comercializados em Palmas, Tocantins, observa-se uma rica diversidade de opções disponíveis para diferentes necessidades terapêuticas. Entre os fitoterápicos mais destacados estão a Amora e a Ashwagandha, conhecidas por suas propriedades adaptogênicas e anti-inflamatórias, que ajudam a equilibrar o estresse e promover a saúde geral. A Astraxantina e o Chá Verde são reconhecidos por seu potente efeito antioxidante, contribuindo para a proteção celular e a redução dos danos oxidativos.

Outros fitoterápicos como a Cúrcuma e o Melão de São Caetano são amplamente utilizados no tratamento de condições inflamatórias e metabólicas, como diabetes e doenças hepáticas. O Drenow C se destaca por suas propriedades diuréticas, auxiliando na redução da retenção de líquidos e no manejo de problemas estéticos e de saúde relacionados ao acúmulo de água no corpo. Já o Feno Grego é valorizado por suas propriedades digestivas e hormonais, além de contribuir para a perda de peso e controle do diabetes.

A Maca Peruana, a Isoflavona, o Morosil, a Passiflora e a Própolis completam o panorama com suas diversas aplicações terapêuticas. A Maca Peruana é conhecida por aumentar a vitalidade e combater a osteoporose, enquanto as Isoflavonas oferecem suporte hormonal e para a menopausa. O Morosil ajuda no controle da obesidade, a Passiflora atua como um nível ansiolítico, e a Própolis é reconhecida por suas propriedades antimicrobianas e imunológicas. A atualização e eficácia desses fitoterápicos refletem o interesse crescente na fitoterapia como uma abordagem natural e personalizada para a promoção da saúde e bem-estar.

A abordagem desses fitoterápicos no planejamento nutricional e suas prescrições feitas por nutricionistas refletem uma abordagem holística e personalizada no cuidado da saúde. Os nutricionistas, ao incorporarem essas substâncias naturais em suas recomendações, são capazes de oferecer soluções terapêuticas que complementam a dieta e potencializam os resultados do tratamento nutricional. Essa prática não apenas valoriza o conhecimento tradicional das plantas medicinais, mas também amplia as opções disponíveis para o manejo de condições específicas e o aprimoramento da qualidade de vida dos pacientes. A escolha e a dosagem correta desses fitoterápicos são fundamentais para garantir benefícios terapêuticos e promover uma abordagem integrada e eficaz.

#### REFERÊNCIAS

COSTA, K. C.; RIOS, L. D. J. S.; REIS, I. M. A.; COVA, S. C. O uso de fitoterápicos e plantas medicinais em processo de redução de peso: analisando prescrições nutricionais. *Brazilian Journal of Development*. v. 6, n. 1, p. 3484-3504, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n1-252. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6309>. Acesso em: 14 jan. 2024.

DA SILVA MARINHO, Larissa Caroline; LAMEIRA DA SILVA, Rhaissa Calazans; NOBRE LIMA DO NASCIMENTO, Guilherme. COMPARAÇÃO FARMACOECONÔMICA ENTRE MEDICAMENTOS E FITOTERÁPICOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DA

DEPRESSÃO. *DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*. v. 9, n. 2, p. 220-228, 2022. DOI: 10.20873/uftv9-14460. Disponível em:

<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/14460>. Acesso em: 13 jan. 2024.

SANTANA, M. D. O. et al. O PODER DAS PLANTAS MEDICINAIS: UMA ANÁLISE HISTÓRICA E CONTEMPORÂNEA SOBRE A FITOTERAPIA NA

VISÃO DE IDOSAS. Palmas-TO. Revista Multidebates. v.2, n.2, 2018–10–14. Disponível em: <https://www.revista.faculdadeitop.edu.br/index.php/revista/article/view/116/86>. Acesso em: 15/01/2024.

SILVEIRA FILHO, A. D. et al. Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS: ATITUDE DE AMPLIAÇÃO DE ACESSO. 2006. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pnpic.pdf>. Acesso em: 12/01/2024.

LUNA SIQUEIRA, Ana Bolena; MARTINS, René Duarte. Prescrição fitoterápica por nutricionistas: percepção e adequação à prática. VITTALLE - Revista de Ciências da Saúde. v. 30, n. 1, p. 72–83, 2018. DOI: 10.14295/vittalle.v30i1.7744. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/7744>. Acesso em: 14 mar. 2024.

SOUZA, K. J. F. de et al. O Uso de Fitoterápicos no Tratamento da Obesidade. 12/09/2021. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/?id=105845>. Acesso em: 12/01/2024.

MAGISTRAL, I. AMORA PRETA. 2019. Disponível em: <https://www.iberomagistral.com.br/Arquivos/Insumo/arquivo-082639.pdf>. Acesso em: 20/05/2024.

NUTRIÇÃO, C. C. F. de. Resolução CFN nº 556 DE. 11/05/2015. Publicado no DO. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-556-2015\\_284698.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-556-2015_284698.html). Acesso em: 12/01/2024.

SOUSA, Gutemberg Delfino de; MACK, Thaliane Tereza Araújo Dias; JUNIOR, Plinio Bonfim Rocha; OLIVEIRA, Márcia Silva de. USO POTENCIAL DA ASHWAGANDHA (WITHANIA SOMNIFERA) NA PRÁTICA DESPORTIVA. Revista Científica UMC, [S. l.], v. 7, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revista.umc.br/index.php/revistaumc/article/view/1717>. Acesso

em: 9 set. 2024.

FERREIRA, E.E.; CARVALHO, E. dos S.; SANT'ANNA, C. de C. A importância do uso de fitoterápicos como prática alternativa ou complementar na atenção primária: revisão de literatura. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento. v. 1, pág. e44611124643, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.24643. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/24643>. Acesso em: 14 mar. 2024.

FITOTERAPIA, F. AMORA PRETA. 2016. Disponível em: <https://florien.com.br/>

[wp-content/uploads/2016/06/AMORA-PRETA.pdf](#). Acesso em: 20/05/2024.

WELCTON DE OLIVEIRA/GOVERNO DO TOCANTINS. Projeto de uso de plantas medicinais e fitoterápicas é debatido na Agrotins 2018. Disponível em:

<https://www.to.gov.br/seagro/noticias/projeto-de-uso-de-plantas-medicinais-e-fitoterapicas-e-debatido-na-agrotins-2018/4jy0eihx7qv0>. Acesso em: 12/01/2024.

FLORIEN. ASHAWAGANDA. 2023. Disponível em: <https://www.infinitypharma.com.br/>

[wp-content/uploads/2023/06/Ashwagandha-Ginsensg-Indiano.pdf](#). Acesso em: 20/05/2024.

PHARMA, I. ASHAWAGANDA. 2017. Disponível em: <https://www.infinitypharma.com.br/>

[wp-content/uploads/2023/06/Ashwagandha-Ginsensg-Indiano.pdf](#). Acesso em: 20/05/2024.

FLORIEN. HAEMATOCOCCUS (ASTAXANTINA). 2017. Disponível em: <https://florien.com.br/wp-content/uploads/2017/06/HAEMATOCOCCUS-ASTAXANTINA.pdf>. Acesso em: 20/05/2024.

PHARMA, I. Chá Verde. 2017. Disponível em: <https://www.infinitypharma.com.br/>

wp-content/uploads/2023/06/Cha-Verde.pdf. Acesso em: 19/07/2024.

FLORIEN. Chá Verde. 2016. Disponível em:  
<https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/CHA-VERDE.pdf>.  
Acesso em: 15/06/2024.

PHARMA, I. Curcuma. 2017. Disponível em:  
[https://www.infinitypharma.com.br/  
wp-content/uploads/2023/06/Curcuma-Longa.pdf](https://www.infinitypharma.com.br/wp-content/uploads/2023/06/Curcuma-Longa.pdf). Acesso em:  
15/06/2024.

FLORIEN. Curcumaina. 2016. Disponível em:  
<https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/CURCUMINA.pdf>.  
Acesso em: 15/06/2024.

FLORIEN. DRENOW C. Disponível em:  
[https://florien.com.br/wp-content/uploads/2019/02/  
Literatura-Drenow-C.pdf](https://florien.com.br/wp-content/uploads/2019/02/Literatura-Drenow-C.pdf). Acesso em: 15/06/2024.

FLORIEN. Feno Grego. 2017. Disponível em:  
<https://florien.com.br/wp-content/uploads/2017/06/FENO-GREGO.pdf>.  
Acesso em: 15/06/2024.

PHARMA, I. Feno Grego. 2023. Disponível em:  
[https://www.infinitypharma.com.br/  
wp-content/uploads/2023/06/Feno-Grego-1.pdf](https://www.infinitypharma.com.br/wp-content/uploads/2023/06/Feno-Grego-1.pdf). Acesso em: 15/06/2024.

FLORIEN. GARRA DO DIABO. 2016. Disponível em:  
[https://florien.com.br/wp-content/  
uploads/2016/06/GARRA-DO-DIABO.pdf](https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/GARRA-DO-DIABO.pdf). Acesso em: 28/06/2024.

PHARMA, I. GARRA DO DIABO. 2023. Disponível em:  
[https://www.infinitypharma.com.  
br/wp-content/uploads/2023/06/Garra-do-diabo-ext-seco.pdf](https://www.infinitypharma.com.br/wp-content/uploads/2023/06/Garra-do-diabo-ext-seco.pdf). Acesso  
em: 28/06/2024.

FLORIEN. ISOFLAVONA. 2016. Disponível em:  
<https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/ISOFLAVONA.pdf>.  
Acesso em: 28/06/2024.

PHARMA, I. ISOFLAVONA. 2023. Disponível em:  
<https://www.infinitypharma.com.br/>

- wp-content/uploads/2023/06/Isoflavonas.pdf. Acesso em: 28/06/2024.
- FLORIEN. MACA PERUANA. 2017. Disponível em: <https://florien.com.br/wp-content/uploads/2017/06/MACA.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.
- PLANTA, P. MACA PERUANA: TENHA MAIS SAÚDE, ENERGIA E REPOSIÇÃO HORMONAL COM ESTE SUPLEMENTO ALIMENTAR 100% NATURAL. 2017.
- Disponível em: <https://cdn.awsli.com.br/523/523476/arquivos/ebook-macap Peruana.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.
- FLORIEN. BITTER MELON. 2016. Disponível em: <https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/BITTER-MELON.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.
- GALENA. MOROSIL. 2017. Disponível em: <https://byoderma.com.br/wp-content/uploads/2017/02/morosil.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.
- GALENA. MOROSIL. 2022. Disponível em: <https://info.galena.com.br/hubfs/Material%20T%C3%A9cnico/IC/IC%20-%20MOROSIL.pdf?hsLang=pt-br>. Acesso em: 28/06/2024.
- FLORIEN. PASSIFLORA INCARNATA. 2018. Disponível em: <https://florien.com.br/wp-content/uploads/2018/02/PASSIFLORA-INCARNATA-.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.
- PHARMA, I. Passiflora Extrato Seco. 2023. Disponível em: <https://www.infinitypharma.com.br/wp-content/uploads/2023/06/Passiflora-extrato-seco.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.
- FLORIEN. Própolis. 2016. Disponível em: <https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/PROPOLIS.pdf>. Acesso em: 28/06/2024.
- MENEZES, H. Própolis: PRÓPOLIS: UMA REVISÃO DOS RECENTES

ESTUDOS DE SUAS PROPRIEDADES FARMACOLÓGICAS. São Paulo,;  
[s.n.], ul./set., 2005.

Disponível em:  
<https://florien.com.br/wp-content/uploads/2016/06/PROPOLIS.pdf>.  
Acesso em: 28/06/2024.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

## Capítulo 12

# ASSOCIAÇÃO DE COMORBIDADES PRÉ-EXISTENTES E FATORES DE RISCO COM INCIDÊNCIA DE LESÃO POR PRESSÃO

Ednays Paolla Ferreira Anet  
Giselle Pinheiro Lima Aires Gomes  
Araída Dias Pereira

Palavras-chave: segurança do paciente, lesão por pressão, enfermagem

## INTRODUÇÃO

As lesões por pressão (LP) são definidas como lesões localizadas na pele e ou em tecidos adjacentes, geralmente sobre uma proeminência óssea, em resultado da pressão ou de uma combinação entre esta e forças de torção e fricção (BRASIL, 2018, p. 14)

De acordo com Rocha (2009) as LP podem ser descritas como áreas localizadas de isquemia e necrose tecidual, que se desenvolvem pela compressão prolongada dos tecidos moles entre proeminência óssea e a superfície externa. Ainda segundo o autor, as áreas anatômicas mais comuns para o desenvolvimento de LP são a região sacral, o ísquio, região do calcanhar, região occipital, que é geralmente causada pelo uso prolongado de dispositivos médicos e a região do trocanter.

Os fatores de riscos para lesão por pressão podem ser intrínsecos, que são fisiológicos, por exemplo: idade, mobilidade reduzida, desnutrição, comorbidades, incontinência urinária e fecal, e extrínsecos, que são fatores externos que danificam a pele, como: medicação, umidade excessiva, fricção e cisalhamento. Paciente com



maior risco de desenvolver a LP são pacientes acamados com mobilidade diminuída, que não conseguem deambular, com percepção sensorial prejudicada, com baixa nutrição, tempo prolongado de internação. “[...] Quanto aos diagnósticos médico, as doenças do sistema nervoso e do aparelho circulatório foram as mais frequentes” associadas ao aparecimento de LP (JESUS *et al.*, 2020, p.8).

A incidência de LP em instituição hospitalar deve ser utilizada como indicador de qualidade da assistência de enfermagem (DENON *et al.*, 2018, p. 822 e 823). A incidência e a prevalência de LP são indicadores utilizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para determinar a qualidade dos cuidados prestados. (PORTUGAL, 2018, p.3).

Esses indicadores também orientarão no planejamento das intervenções de enfermagem para a LP (SANTOS *et al.*, 2021, p.6) Atualmente, as escalas de predição de risco disponíveis para o desenvolvimento de LP, e validadas para o português são as de Braden que avalia seis itens: percepção sensorial; umidade; atividade; mobilidade; nutrição e fricção e cisalhamento. (CASTANHEIRA *et al.*, 2018, p.2) E, a escala de Waterloo, que consiste na avaliação de onze itens: Relação de peso/altura; avaliação visual da pele em áreas de risco; sexo/idade; continência; mobilidade; apetite; medicações; subnutrição do tecido celular, déficit neurológico; tempo de cirurgia e trauma, e por fim a escala de Norton, que consiste na avaliação de cinco itens: condição física; nível de consciência; atividade; mobilidade e incontinência (CASTANHEIRA *et al.*, 2018, p.2).

A incidência das LP varia significativamente de acordo com ambiente clínico e as características do paciente, sendo que em paciente agudamente hospitalizados ou naqueles que necessitam de cuidados institucionais de longo prazo, as LP ocorrem com maior frequência (MORAIS *et al.*, 2016, p.2).

“[...] A lesão por pressão é o terceiro tipo de evento adverso mais notificado pelos núcleos de segurança do paciente, nos serviços de

saúde do país, de acordo com o relatório Nacional de Incidências Relacionadas à Assistência à Saúde" (BRASPEN, 2020, p.3). A segurança do paciente visa a redução de danos desnecessários, logo é de extrema importância a atuação do enfermeiro na implementação de ações para prevenir o desenvolvimento das lesões por pressão, tendo em vista o uso de escalas para detectar o risco e a suscetibilidade do paciente ser acometido, com essa ferramenta é possível traçar um planejamento com medidas de prevenção e tratamento adequado para cada paciente.

Dentre as principais comorbidades, hipertensão arterial sistêmica, doença cardiovascular, diabetes mellitus e doenças neurológicas, são definidas como preditoras para a incidência de LP (SANTOS *et al.*, 2021, p.3). Assim, com o objetivo de identificar os fatores de risco para a redução deste evento adverso de grande impacto para a saúde pública e para a enfermagem, este trabalho se faz necessário no sentido de avaliar quais as principais comorbidades relacionadas à incidência e prevalência de LP, no hospital do Tocantins, para que a partir dos resultados evidenciados possam ser traçadas ações de melhoria.

## MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de uma pesquisa retrospectiva, descritiva, exploratória e documental. Realizada a partir da análise dos prontuários de pacientes internados em um hospital público de referência para o Estado do Tocantins e regiões vizinhas.

A pesquisa documental é o tipo de pesquisa que tem o levantamento de documentos como base (FONTELLES *et al.*, 2009, p.7). É realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos (não fraudados); tem sido largamente utilizada para a investigação histórica, a fim de descrever/comparar fatos sociais, estabelecendo

suas característica ou tendência (PIANA, 2009 p.122). A pesquisa retrospectiva o estudo é desenhado para explorar fatos do passado, podendo ser delineado para retornar, do momento atual até um determinado ponto no passado (FONTELLES et al., 2009, p.7)

O serviço do estudo é composto por 374 leitos de internação em enfermarias, sendo, 50 de Unidade de Terapia Intensiva (UTI); 86 leitos de Pronto-Socorro Adulto; 30 leitos para Quimioterapia; 12 de Psiquiatria; 06 leitos de UTI Coronária tipo II; 05 leitos de UTI para pós-operatório Mediato; 20 leitos de UTI Pediátrica; 06 leitos de Unidade de Cuidados do AVC; 10 leitos de Hemodinâmica; 40 leitos de Pronto-Socorro Pediátrico; 10 Salas Cirúrgicas; 13 leitos RPA; 14 Consultórios de Ambulatório de Especialidades; 06 Consultórios de Ambulatório de Oncologia e 04 Consultórios de Ambulatórios de pediatria (BRASIL, 2023).

Os dados foram coletados no Serviço de Arquivo Médico e Estatística (SAME) no Hospital Geral de Palmas -TO. Todos os pesquisadores foram treinados para análise e integração do material de coleta. O instrumento de auxílio para coleta dos dados em prontuário contém tópicos relacionados à avaliação e diagnósticos de enfermagem, diagnóstico clínico, desenvolvimento de lesão por pressão, avaliação nutricional, medicamentosa e de exames.

Todos formulários de avaliação dos prontuários-pacientes incluídos na pesquisa foram lançados no Google forms para posterior estratificação dos dados, bem como foram inseridas para controle, as fichas dos pacientes excluídos da pesquisa, ou seja, os que não preenchem os requisitos, foram lançados no Google forms de exclusão.

Foram avaliados todos os prontuários dos pacientes internados e que atenderem aos critérios de inclusão.

Critérios de inclusão: foram incluídos no estudo todos os pacientes internados na instituição, com idade superior a 18 anos, com escala de avaliação de risco para lesão por pressão durante a admissão e

que tenha tempo de internação superior a 72 horas para possibilitar posterior reavaliação durante a internação. Critérios de exclusão: pacientes com prontuário incompleto ou preenchido inadequadamente.

O trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Tocantins, seguindo as Normas Operacionais das Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), sob CAAE: 26949219.1.0000.5519 e parecer (última emenda) nº: 5.980.032.

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 436 pacientes, sendo que 473 foram considerados ilegíveis para a pesquisa, dentre os incluídos no estudo a maior parte eram do sexo feminino 64,9% (n=283) e um menor percentual do sexo masculino 35,1% (n=153). Quanto à idade, houve uma predominância na faixa etária de 51 anos ou mais com 61,2% (n=267). Em relação a etnia, os achados representam 88,1% de pardos, 9,4% de brancos, 1,6% de negros e o restante divididos entre indígenas e amarelos. A escolaridade apresenta que 47,2% dos participantes estudaram menos que 9 anos, 27,8% estudaram mais de 9 anos, sem escolaridade com 9,4% e não informado com 15,6% (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis sociodemográficas dos participantes da pesquisa (n=436)

Variáveis	n	%
Sexo		
Feminino	283	64.9%
Masculino	153	35.1%
Idade		
18 a 30 anos	47	10.8%
31 a 50 anos	122	28.0%
51 anos ou mais	267	61.2%

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Etnia		
Branco	41	9.4%
Pardo	384	88.1%
Negro	7	1.6%
Indígena	1	0.2%
Amarela	3	0.7%
Escolaridade		
Estudou mais que 9 anos	121	27.8%
Estudou menos que 9 anos	206	47.2%
Sem escolaridade	41	9.4%
Não informado	68	15.6%

Dentre as principais comorbidades apresentada, destaca-se Hipertensão arterial sistêmica com 44,5% (n=194), Diabetes mellitus 23,6% (n=103) e Neoplasia com 17,0% (n=74). O tempo de permanência mostra que 45,6% (n=199) dos pacientes ficaram internados por 10 dias ou mais, 22,0% (n=96) de 4 a 6 dias e 17,0% (n=74) em até 3 dias. (Tabela 2).

Tabela 2. Características clínicas e fatores de risco dos pacientes (n=436)

Variáveis	n	%
Características clínicas		
Hipertensão	194	44.5%
Diabetes	103	23.6%
Neoplasia	74	17.0%
Deficiência neurológica	61	14.0%
Doença renal crônica	25	5.7%
Doenças vasculares	26	6.0%
Cardiopatias	30	6.9%
Mobilidade física prejudicada		
Sim	195	44.7%
Não	159	36.5%
Não avaliado	82	18.8%

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Tempo de permanência		
Até 3 dias	74	17.0%
4 a 6 dias	96	22.0%
7 a 9 dias	67	15.4%
10 dias ou mais	199	45.6%

Quanto a presença das lesões por pressão, em seu tempo inicial foi de 9,9% (n=43) e no tempo final 11,9% (n=52), entre os locais anatômicos mais afetados com a LPP foram as regiões sacral/glúteo/cóccix com 8,3% (n=36) em seu tempo inicial e 10,6% (n=46) em seu tempo final. Com maior prevalência nas lesões de estágio 1 e estágio 2 com 6,7% (n=29) no tempo inicial e 6,4% (n= 28) no tempo final. Em relação à classificação de risco segundo a escala de Braden, 38,3% (n=167) apresentaram sem risco no tempo inicial e 39,0% (n= 170) no tempo final; risco moderado 3,0% (n=13) no tempo inicial e 4,6% (n=20) no tempo final; risco alto 8,0% (n=35) no tempo inicial e 11,7% (n=51) no tempo final. Quanto aos pacientes que não receberam a avaliação de risco para LPP pela escala de Braden foram 36,9% (n=161) no tempo inicial e 29,1% (n= 127) no tempo final. (Tabela 3).

Tabela 3. Presença e caracterização das lesões por pressão e classificação de risco de lesão por pressão segundo Braden (n=436)

Variáveis	Tempo inicial (n)	%	Tempo final (n)	%
Presença de LPP				
Sim	43	9.9%	52	11.9%
Não	393	90.1%	384	88.1%
Classificação das LPP				
Estágio 1 ou Estágio 2	29	67.4%	28	53.8%
Estágio 3 ou Estágio 4	9	20.9%	16	30.8%
LPP não classificável	6	14.0%	9	17.3%

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Tissular profunda	6	14.0%	2	3.8%
Estágio não informado	4	9.3%	5	9.6%
Local da LPP				
Sacral/Glútea/Cóccix	36	83.7%	46	88.5%
Trocanter	7	16.3%	7	13.5%
Maléolo	1	2.3%	1	1.9%
Calcâneo	5	11.6%	2	3.8%
Cotovelo	2	4.7%	1	1.9%
Risco de LPP				
Sem risco	167	38.3%	170	39.0%
Baixo risco	53	12.2%	63	14.4%
Risco moderado	13	3.0%	20	4.6%
Risco alto	35	8.0%	51	11.7%
Risco muito alto	7	1.6%	5	1.1%
Não avaliado	161	36.9%	127	29.1%

\*LPP – Lesão por pressão

## DISCUSSÃO

Este estudo apresentou uma incidência de lesão por pressão de 9,9% (n=43), número inferior ao encontrado em um estudo com amostra de 369 pacientes, 42 desenvolveram LPP, correspondendo assim a uma incidência de 11,4% (TEIXEIRA et al., 2022). Em outro estudo realizado na unidade de clínica médica de um hospital do sudoeste da Bahia, com amostra composta por 70 pacientes, sua incidência foi de 24,3% (JESUS et al., 2020). Posterior a este estudo, foi realizado outro no qual foi avaliado 40 pacientes em um hospital terciário filantrópico de uma cidade do interior do estado de São Paulo, que obteve incidência de 20% (RODRIGUES et al., 2021). Quanto à idade, houve um maior percentual em pacientes com 51 anos ou mais com 61,2%, alguns estudos apontam um predomínio maior em paciente com idade superior a 60 anos, em um deles com

47,5% apresentaram idade maior que 60 anos (RODRIGUES et al., 2021). Outro estudo evidenciou que 65,7% dos pacientes apresentaram 60 anos ou mais (JESUS et al., 2020). Em mais um estudo realizado em uma Unidade de Emergência de um hospital público do sudoeste da Bahia também apresentou um número maior de pacientes idosos com 51,5% (SOARES et al., 2022)

O processo de envelhecimento da pele do idoso facilita o desenvolvimento da LPP, onde suas estruturas de suporte ligadas a outros sistemas do corpo tornam a pele mais suscetível à pressão, cisalhamento e fricção (ANDRADE et al., 2022).

Em relação às comorbidades pré-existentes dentre os pacientes incluídos na pesquisa, a Hipertensão Arterial Sistêmica apresenta 44,5%, em segundo lugar com 23,6% a Diabetes Mellitus, e as Neoplasias com 17,0%. Em um estudo realizado em um hospital de ensino do interior do Estado do Rio Grande do Sul, mostra maior prevalência das doenças cardiovasculares, DM e HAS (THUMÉ et al., 2021). Corroborando com esses dados, outro estudo evidenciou que 59,4% dos pacientes possuíam Hipertensão Arterial Sistêmica, 47% doenças cardiovasculares, 38% Diabetes Mellitus e 17% doenças respiratórias (SANTOS et al., 2021).

As comorbidades associadas à HAS e ao DM foram as mais frequentes, representando 55,5% e 31,1% dos casos, respectivamente. Ainda segundo o autor as comorbidades são consideradas um fator de causa intrínseca no desenvolvimento de lesões de pele (STEFANELLO et al., 2020).

Em estudo realizado em um hospital público de alta complexidade no município do interior do estado da Paraíba, com amostra de 85 pacientes, evidenciou que a maioria dos pacientes acometidos por LPP possuem comorbidades pré-existentes que agravam ainda mais o estado de saúde em que se encontram, constatando-se associação positiva entre a presença de comorbidades pré-existentes como um fator de risco para desenvolvimento de LPP durante a estadia



hospitalar (ROCHA et al., 2020)

No presente estudo, houve um predomínio nas lesões de estágio 1 e estágio 2 com 67,4% (n=29) em avaliação no tempo inicial e 53,8% (n=28) no tempo final. E os locais anatômicos com maior prevalência foram região Sacral/Glútea/Cóccix com 83,7% (n=36) em tempo inicial e 88,5% (n=46) em tempo final. Em seguida Trocanter com 16,3% (n=7) em tempo inicial e 13,5% em tempo final. Em estudo coorte realizado em um hospital terciário filantrópico de uma cidade do interior do estado de São Paulo apresenta os principais locais acometidos pela LPP, que foram a região sacral 77,7%, seguida pelo calcâneo 11,1% e glúteo 11,1%. Quanto ao estadiamento, houve predominância das lesões em estágio 1 com 33,3% e estágio 2 com 33,3% (RODRIGUES et al., 2021).

Em outro estudo a distribuição dos locais das lesões foi a seguinte: sacral com 55,41%, seguida do calcâneo e trocanter com 14,86%, região auricular e maléolos com 6,76% e região escapular com 1,35%. E quanto à classificação dos estágios das LPP na admissão, observou-se o predomínio do estágio 1, com 44,59%, seguido dos estágios 2 com 32,43% (CAVALCANTI., 2021).

Em relação ao tempo de internação, foi avaliado neste estudo que 45,6% (n=199) tiveram tempo de permanência de 10 dias ou mais. 22,0% com tempo de permanência de 4 a 6 dias e 17,0% em internações de até 3 dias. Em um estudo mostrou que 35,7% tiveram tempo de permanência de até 3 dias, 25,7% com tempo de internação de 10 dias ou mais e 21,4% de 4 a 6 dias (JESUS et al., 2020).

Quanto aos cuidados, foram identificados a mudança de decúbito, utilização de colchão pneumático e hidratação da pele com AGE. Corroborando com esses dados em um estudo realizado em um hospital de ensino, localizado na cidade de Sobral, no interior do Ceará, no que diz respeito aos cuidados foram identificados a mudança de decúbito, utilização de colchão pneumático, elevação de calcâneo, hidratação da pele, lençóis secos e estirados e pacientes

bem posicionados no leito (MACÊDO *et al.*, 2023).

## CONCLUSÃO

O presente estudo contribui para avaliar a associação de comorbidades pré-existentes e fatores de risco com a incidência de lesão por pressão. Diante desses resultados, enfatiza-se a necessidade das avaliações de risco de desenvolvimento da LPP na prática diária da equipe de enfermagem.

Como visto, neste trabalho, 36,9% dos pacientes não tiveram a sua avaliação de risco para desenvolvimento de LPP nas 48 horas da admissão e 29,1% não foram avaliados pela escala de Braden em seu tempo final, visto que a ferramenta implementada no hospital em questão é a escala de Braden. Outro ponto relevante, quanto a escala de Evaruci que é utilizada para avaliação de risco de LPP em pacientes em unidades de terapia intensiva (UTI), notou-se um pequeno percentual de utilização.

Para tanto é necessário que a equipe multiprofissional esteja atenta aos fatores de risco, como mobilidade reduzida, idade, comorbidades, tempo de internação, suporte nutricional e condições clínicas de cada paciente para que sejam implementadas medidas de prevenção de modo a reduzir a incidência de Lesão por pressão

## DIFICULDADES ENCONTRADAS ATÉ O MOMENTO

Prontuários incompletos, informações não legíveis nos prontuários, falta de continuidade em avaliações da enfermagem, bem como o não preenchimento completo da SAE e das fichas de avaliação nutricional.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, Gláucia de Sousa Abreu *et al.* Lesão por pressão na unidade de terapia intensiva: incidência e fatores de risco. *Revista Nursing*. [s.l.], 2018; 21 (239): 2124-2128. Disponível em [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2023/04/907895/lesao-por-pressao-na-unidade-de-terapia-intensiva-incidencia-e\\_ITGYiH2.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2023/04/907895/lesao-por-pressao-na-unidade-de-terapia-intensiva-incidencia-e_ITGYiH2.pdf). Acesso: 09 maio 2023.

ANDRADE, Camilla Victória Gusmão *et al.* Enfermagem e cuidado no tratamento de lesão por pressão em idoso. *Research, Society and Development*, v.11, p. 1-8, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.38587>. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/38587-Article-419347-1-10-20221213.pdf>. Acesso: 01 agosto 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Protocolos de segurança do paciente II. Brasília, 2018. 63p. Disponível em: <https://acesse.one/GR29s>. Acesso: 09 maio 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da comunicação. HGP completa 18 anos referência em saúde pública no Tocantins. Tocantins, 2023. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/hgp-completa-18-anos-de-referencia-em-saude-publica-no-tocantins/3d5xbx37l1dc>. Acesso: 08 março 2024.

CASTANHEIRA, Ludmilla Silva *et al.* Escala de predição de risco para lesão por pressão em pacientes criticamente enfermos: revisão integrativa. *Enfermagem Foco*, Minas Gerais, v.9, p. 55 - 61, 2018. Disponível em: <http://revista.cofen.gov.br/index.php/enfermagem/article/view/1073/446>.

Acesso: 09 maio 2023.

CAVALCANTI, E.O.; KAMADA, I. Lesão por pressão relacionada a dispositivos médicos: frequência e fatores associados. *Estima, Braz. J. Enterostomal Ther*, São Paulo, v. 20, p. 1-11, nov. 2021/fev. 2022. DOI: [https://doi.org/10.30886/estima.v20.1146\\_PT](https://doi.org/10.30886/estima.v20.1146_PT). Disponível em:

<https://www.revistaestima.com.br/estima/article/view/1146/519>. Acesso: 09 maio 2023.

DEBON, Raquel et al. A visão de enfermeiros quanto a aplicação da escala de braden no paciente idoso. Rev Fund Care Online, p. 817 - 823, jul/set 2018. DOI:<http://dx.doi.org/10.9789/2175-5361.2018.v10i3.817-823>. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/6210-Texto%20do%20artigo-37803-1-10-20180619.pdf> Acesso: 08 março 2024.

FONTELLES, Mauro José et al. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. Rev. para. med, p. 1-8, 2009. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/0101-5907/2009/v23n3/a1967.pdf> . Acesso: 09 março 2024.

JESUS, Mayara Amaral Pereira et al. Incidência de lesão por pressão em pacientes internados e fatores de risco associados. Revista Baiana de Enfermagem. Salvador, v. 34, p. 1-11, nov. 2020. DOI <http://dx.doi.org/10.18471/rbe.v34.36587>. Disponível em: [http://www.revenf.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2178-86502020000100341](http://www.revenf.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2178-86502020000100341). Acesso: 11 maio 2023.

MACÊDO, Samara Kelly Sousa et al. Fatores predisponentes para lesão por pressão em pacientes internados em uma unidade hospitalar. Research, Society and Development, v.12, p. 1-11, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i12.43931>. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/43931-Article-462211-1-10-20231115.pdf>. Acesso: 26 julho 2024.

MATOS, Liane Brescovici Nunes de et al. Campanha Diga Não à Lesão por Pressão. Braspen Jornal, [s.l.], v. 3, p. 1-18, 2020. DOI: 10.37111/braspenj.diganaoalesao2020. Disponível em: [https://66b28c71-9a36-4ddb-9739-12f146d519be.usrfiles.com/ugd/66b28c\\_763bfa2916bc4dbbabef747b3c43de9b.pdf](https://66b28c71-9a36-4ddb-9739-12f146d519be.usrfiles.com/ugd/66b28c_763bfa2916bc4dbbabef747b3c43de9b.pdf) Acesso: 10 maio 2023.

PIANA, M.C. A construção da pesquisa documental: avanços e

desafios na atuação do serviço social no campo educacional. Editora UNESP, São Paulo, p.118- 166, 2009. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/vwc8g/pdf/piana-9788579830389-05.pdf> .

Acesso: 09 março 2024.

PORTUGAL, L.B.A; CRISTOVAM, B.P. Estimativa do custo do tratamento da lesão por pressão, como prevenir e economizar recursos. Revista enfermagem atual, [s.l.], v. 86, p.1-9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.31011/reaid-2018-v.86-n.24-art.93> . Disponível em <https://revistaenfermagematual.com.br/index.php/revista/article/view/93>. Acesso: 12 maio 2023.

ROCHA, Sara de Sousa *et al.* Análise da presença de lesão por pressão em pacientes hospitalizados e as principais comorbidades associadas. Research, Society and Development, v.9, p. 1-14, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.3009>. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/3009-Article-12277-1-10-20200321.pdf.

Acesso: 02 julho 2024

RODRIGUES, Jacqueline Marques *et al.* Incidência e fatores relacionados ao aparecimento de Lesão por pressão em unidade de terapia intensiva. Estima, Braz. J. Enterostomal Ther., São Paulo, p. 1-11, 2021. DOI: . [https://doi.org/10.30886/estima.v19.1014\\_PT](https://doi.org/10.30886/estima.v19.1014_PT) . Disponível em: [file:///C:/Users/User/Downloads/Estudo%20observacional,%20coorte,%20prospectivo%20-%20B1%20\(Incid%C3%Aancia%20e%20fatores%20relacionados%20ao%20aparecimento%20de%20les%C3%B5es%20por%20press%C3%A3o%20em%20unidade%20de%20terapia%20intensiv a\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Estudo%20observacional,%20coorte,%20prospectivo%20-%20B1%20(Incid%C3%Aancia%20e%20fatores%20relacionados%20ao%20aparecimento%20de%20les%C3%B5es%20por%20press%C3%A3o%20em%20unidade%20de%20terapia%20intensiv%20a).pdf). Acesso: 26 julho 2024.

SANTOS, Cássia Teixeira *et al.* Evidências clínicas do diagnóstico de enfermagem Lesão por pressão em adulto. Revista da escola de enfermagem da USP, São Paulo, p.1-8, mar./jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2021-0106>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reeusp/a/v3vGDYnhZ7pBVhWNVvW78Tp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso: 09 maio 2023.

SANTOS, Séphora Julia dos *et al.* Ocorrência de lesão por pressão em pacientes internados em unidade de terapia intensiva. Revista Mineira de Enfermagem. [s.l.], nov. 2020/fev. 2021. DOI: 10.5935/1415.2762.20210015. Disponível em:

<http://www.revenf.bvs.br/pdf/reme/v25/1415-2762-reme-25-e1367.pdf> .

Acesso: 09 maio 2023.

SOARES, Luzia Célia Batista *et al.* Desenvolvimento de Lesão por pressão e complexidade assistencial em pacientes de um serviço de emergência. Cogitare Enfermagem, Bahia, p. 1-11, 2022.

DOI:<http://dx.doi.org/10.5380/ce.v27i0.82550>. Disponível em:

file:///C:/Users/User/Downloads/art1-1.pdf. Acesso: 26 julho 2024.

TEIXEIRA, Andreza de Oliveira *et al.* Fatores associados à incidência de lesão por pressão em pacientes críticos: estudo de coorte. Revista Brasileira de Enfermagem, p. 1-7, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0267pt>. Disponível em:

[file:///C:/Users/User/Downloads/Estudo%20de%20coorte%20retrospectivo-](file:///C:/Users/User/Downloads/Estudo%20de%20coorte%20retrospectivo-A4%20(Fatores%20associados%20%C3%A0%20incid%C3%Aancia%20de%20les%C3%A3o%20por%20press%C3%A3o%20em%20pacientes%20criticos%20estudo%20de%20coorte).pdf)

[A4%20\(Fatores%20associados%20%C3%A0%20incid%C3%Aancia%20de%20les%C3%A3o%20por%20press%C3%A3o%20em%20pacientes%20criticos%20estudo%20de%20coorte\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Estudo%20de%20coorte-A4%20(Fatores%20associados%20%C3%A0%20incid%C3%Aancia%20de%20les%C3%A3o%20por%20press%C3%A3o%20em%20pacientes%20criticos%20estudo%20de%20coorte).pdf).

[0por%20press%C3%A3o%20em%20pacientes%20criticos%20estudo%20de%20coorte\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Estudo%20de%20coorte-A4%20(Fatores%20associados%20%C3%A0%20incid%C3%Aancia%20de%20les%C3%A3o%20por%20press%C3%A3o%20em%20pacientes%20criticos%20estudo%20de%20coorte).pdf).

## Capítulo 13

# CARACTERIZAÇÃO DA GUILDA DE LEVEDURAS EM CHÁ DE AYAHUASCA PRODUZIDOS POR COMUNIDADES RELIGIOSAS DE PALMAS - TO

Danilo Gonçalves da Silva<sup>1</sup>  
Paula Benevides de Moraes<sup>2</sup>

### RESUMO

A ayahuasca é uma bebida psicoativa quimicamente formada pela decocção do cipó mariri *Banisteriopsis caapi* e das folhas do arbusto chacrona *Psycotria viridis*. No Brasil, houve um grande desenvolvimento no feitiço e uso da Ayahuasca nas religiões não indígenas, sendo as de maior expressão o Santo Daime e a União do Vegetal. Diversos estudos discutem sobre os aspectos químicos, fisiológicos e religiosos dessa bebida, entretanto existe pouca literatura que discute a sua microbiologia. Assim, esse trabalho se propôs a realizar a caracterização da guilda de leveduras presentes em chá de ayahuasca, além de verificar a presença de fungos filamentosos e bactérias e analisar o possível processo de fermentação desta bebida. Houve crescimento de leveduras em 8 das 19 amostras de chás coletados, indicando que estes fungos unicelulares fazem parte da comunidade microbiana da ayahuasca, mas parecem não ser as principais responsáveis pela fermentação desta bebida. Uma das nossas hipóteses é que a fermentação é realizada por bactérias lácticas e acéticas, porém outros testes são necessários para a sua comprovação. As leveduras isoladas, perfazendo um total de 52 leveduras, estão no processo de identificação de suas espécies. Foram detectadas colônias de fungos filamentosos em 6 amostras de chás; e de bactérias heterotróficas em 5 amostras. Apenas uma amostra apresentou presença de coliformes totais, e em outra amostra foi detectada a presença de estafilococos que parecem ser resultados de uma contaminação extemporânea sem riscos à saúde humana.

Palavras-chave: leveduras não-convencionais; comunidades de leveduras; associações levedura-planta; ayahuasca

---

<sup>1</sup> Graduando em Medicina, Pibic/CNPQ, Universidade Federal do Tocantins, goncalves.danilo@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Doutora em Ciências (Microbiologia), Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, moraispb@mail.uft.edu.br

## INTRODUÇÃO

A presente proposta de pesquisa se insere no INCT-LEVE, sob a coordenação do Dr. Carlos Augusto Rosa, da Universidade Federal de Minas Gerais. A proposta do INCT-LEVE visa conhecer, preservar e utilizar de forma sustentável as leveduras da biodiversidade brasileira. Como parte desta proposta, o presente projeto propõe estudar a ocorrência de leveduras associadas à bebida chamada Ayahuasca, de crescente uso em terapias médicas e não-médicas e em contextos rituais, e às plantas que são seus componentes receiptuais.

O ritual com plantas sagradas, seja bebida, aspirada, fumada ou mascada, influencia na saúde espiritual, demonstrado empiricamente pelos povos tradicionais com a Ayahuasca na região amazônica e a Jurema no nordeste brasileiro, onde nas suas produções e rituais, diferem entre si, mas compartilham de algo especial: a DMT e efeito enteógeno (Dicionário Priberam, 2019). No Brasil, a Ayahuasca é oferecida nos rituais por líderes religiosos, amparada pela Resolução de 2010 do Conselho Nacional de Políticas sobre Drogas (CONAD) (Brasil, 2010). Nos EUA e alguns países da Europa também está autorizada com esse fim (De Alverga, 2004; Schneider, 2003).

A palavra Ayahuasca é de origem indígena. *Aya* quer dizer “pessoa morta, alma espírito” e *waska* significa “corda, liana, cipó ou vinho”. Assim a tradução, para o português, seria algo como “corda dos mortos” ou “vinho dos mortos”. No Peru, encontrou-se o seguinte significado: “soga de los muertos”, (Labate e Araújo, 2004). A ayahuasca quimicamente não é chá, mas sim uma decocção do cipó mariri *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Griseb.) C. V. Morton, da família Malpighiaceae; e as folhas do arbusto chacrona *Psycotria viridis* (Ruiz & Pav.) da família Rubiaceae. De acordo com Gonçalves *et al.* (2023), no presente, mais de cem diferentes plantas são utilizadas na preparação da ayahuasca como *Nicotiana tabacum*,



*Tabernaemontana* spp., *Datura suaveolens*, *Lochroma fuchsioides*, *Malouetia tamarquina*, *Brugmansia suaveolens*, *Psychotria carthagenensis*, *Brunfelsia* spp., *Juanulloa* spp. e *Peganum harmala*, entre outros. O uso – inicialmente restrito aos povos indígenas – passou a ser incorporado pelas civilizações e vilarejos da Amazônia Ocidental, surgindo o *vegetalismo* (medicina popular de civilizações rurais do Peru e da Colômbia, que mantém elementos antigos sobre plantas, absorvidos das tribos indígenas e influências do esoterismo europeu dos colonizadores) (Labate e Araújo, 2004). Nos últimos anos passou à sua “urbanização”, iniciando nas comunidades próximas a esses povos e hoje nas cidades. No Brasil houve um grande desenvolvimento no feitiço e uso da Ayahuasca nas religiões não indígenas, reinventando um novo caminho nas tradições religiosas multicultural brasileiras sendo as de maior expressão a União Do Vegetal (UDV) e o Santo Daime.

Uma análise microbiológica da ayahuasca detectou a presença de *Streptococcus* sp. e *Staphylococcus* sp. em aproximadamente 50% das amostras estudadas. Foram também encontrados fungos unicelulares (leveduras) de origem ambiental não patogênica. A falta de standardização no armazenamento da bebida, que é feita artesanalmente, pode ocasionar o azedamento das que ficam armazenadas por um período longo de tempo (Santos, 2004). Para evitar esses problemas, as comunidades estão cada vez mais adotando medidas profiláticas como esterilização dos frascos e armazenamento em local apropriado, algumas já possuindo departamentos próprios, onde uma das atribuições é estarem fazendo esse acompanhamento como, por exemplo, o Departamento Médico Científico (DEMEC) da UDV (Gentil e Neves, 2011).

Vários estudos demonstram que a ayahuasca tem ação anti-microbiológica e anti-parasitária (Bezerra et al., 2012; Callaway, 2005; Duke, 2002; Labate e Cavnar, 2014; Luna, 1986; Pomilio et al., 1999; Santos, 2004; Sêrpico, Camurça e Zanzini., 2006), que provocam

alterações e incômodos gastro-intestinais (Duke, 2002; Labate e Cavnar, 2014). O extrato etanólico de *B. caapi* tem ação antibacteriana (Duke, 2002) contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* nas concentrações 0.0625mg/ml e 1mg/ml, respectivamente (Bussmann *et al.*, 2010). Há também relatos de combate a infecções por vários tipos de vírus (Caligiuri, 2008; Lanier, 2008).

Outros chás são fermentados, como a Kombucha e o Pu-her. A kombucha é produzida por meio da fermentação de chá preto ou verde (ambos derivados da planta *Camellia sinensis*), com a adição de açúcar como fonte de substrato para o processo fermentativo. A fermentação ocorre graças a uma associação simbiótica entre diversas leveduras e bactérias acéticas. A composição microbiológica varia conforme a origem da cultura. (Mukadam *et al.*, 2016). Essa bebida pode agir como um probiótico, ajudando a equilibrar a microbiota intestinal, além de trazer diversos benefícios para a saúde (Watawana *et al.*, 2015).

O Pu-her, conhecido como chá vermelho, é derivado das folhas secas da *Camellia sinensis* var. *Assamica* e é feito por meio de uma fermentação microbiana. Neste processo de fermentação há alterações em sua composição química, como oxidação de polifenóis, degradação de carboidratos e condensação de seus componentes. Este chá possui uma potente capacidade de regular o metabolismo lipídico do sangue, melhorar potencialmente a saúde e prevenir algumas doenças crônicas (Zhao; Chen; Wu, 2017)

Recentemente, inúmeros estudos sobre substratos capazes de manter o crescimento de leveduras têm revelado que na natureza todas as leveduras ou grupo de espécies têm habitats altamente especializadas, o que torna possível o isolamento de leveduras específicas provenientes de substratos apropriados e em áreas geográficas onde estes substratos se encontram (Buzzini *et al.*, 2017). Os estudos sobre leveduras mostram que muitas espécies são

especialistas em alguns habitats, tais como a superfície e trato digestório de insetos e outros animais, materiais vegetais em decomposição, filoplano, flores e frutos, e solos (Peter e Rosa, 2006).

Os trabalhos que exploram leveduras em chá de ayahuasca ainda são escassos, seu extenso potencial ainda está em processo de descoberta e seu uso religioso está cada vez mais frequente. Por isso, se faz importante caracterizar as leveduras ocorrentes em chá de ayahuasca, produzidos por diferentes comunidades religiosas em Palmas - Tocantins.

## MÉTODO E MATERIAIS

### 1. Coleta dos chás

Os chás foram coletados em quatro comunidades religiosas sediadas em Palmas-Tocantins após o consentimento obtido das quatro casas. Foram realizadas seis coletas entre setembro de 2023 e agosto de 2024 (Quadro 1).

As amostras foram obtidas quando da ocorrência de cerimônias de cada casa, ocasião em que vasilhames selados são abertos para uso. Em cada amostragem, foram obtidos chás de diferentes lotes de fabricação, em cada casa. Volumes de 30-50 mL do chá foram coletados em frascos esterilizados, a partir de garrafas anteriormente lacradas, guardadas pelas casas produtoras e transportados ao laboratório.

Quadro 1: Chás de Ayahuasca coletados para análise de crescimento da guilda leveduras e casas de origem

CASA DE ORIGEM	CHAS COLETADOS
Casa A	Chá 1, Chá 2, Chá 3, Chá 4, Chá 5, Chá 6, Chá 7, Chá 8, Chá 9
Casa B	Chá 10
Casa C	Chá 11

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Casa D	Chá 12
Casa E	Chá 13A, Chá 13 B, Chá 13C, Chá 13D, Chá 13E

## 2. Inoculação das amostras

Cada amostra de chá obtida foi submetida a diluições decimais variáveis, de acordo com resultados preliminares, e alíquotas de 100 µL de amostra não diluídas e diluições entre  $10^{-1}$  e  $10^{-4}$  foram inoculados, em triplicata, em placas contendo os meios de cultivo YMA (1% Glicose; 0,5% Peptona; 0,3% Extrato de levedura; 0,3% Extrato de malte; 2% Ágar 2%; 0,02% Cloranfenicol) e YNB Xil (2,5% Ágar, 0,67% YNB, 0,5% Xil, 0,02% Cloranfenicol).

As placas semeadas foram incubadas a temperatura de 20° C por 24 h até 14 dias. Após o crescimento de colônias, foram realizadas as contagens das populações de leveduras e fungos filamentosos, expressa em UFC/mL; e representantes de cada morfotipo de levedura crescida foi descrita, recebeu um código alfanumérico CH#. As colônias de leveduras foram descritas morfológicamente e analisadas quanto a forma (circular, irregular, rizoide, filamentosa ou puntiforme), elevação (côncava, elevada, ondulada, protuberante, achatada ou convexa) bordas (lisos, lacerados, lobados, filamentosos ou ondulados), brilho (transparente, translúcida ou opaca) e cor (incolor, branca ou pigmentada) (MADIGAN *et al*, 2016).

As amostras foram também inoculadas em meios de cultivo para as contagens gerais, sendo BDA/Czapek ou Agar Dichloran (Dichloran Medium Base 15,75g/ 500 ml, 1% Ágar) para as contagens de fungos filamentosos; Agar Nutriente para contagens bacterianas. Também, chás selecionados foram submetidos a contagens de enterobactérias (EMB Ágar) e bactérias gram-positivas potencialmente patogênicas (Agar Sal-Manitol) sob temperaturas de incubação de 37° C.

## 3. Fermentação dos chás

O acompanhamento da possível fermentação do chá, após aberto, está sendo realizado produzindo-se alíquotas de 1mL de cada amostra em tubos esterilizados; incubados por período de zero, 30, 60, 90 e 120 dias, em duas temperaturas de incubação: 20°C (para mimetizar o armazenamento em geladeira do chá recém-aberto e em uso, realizado por várias comunidades) e 30°C (temperatura média ambiental, para mimetizar o armazenamento tradicional em outras comunidades).

Após o período determinado de incubação, as alíquotas das amostras são semeadas em YMA, após diluições seriadas, para contagem de leveduras totais, e isolamento de morfoespécies presentes.

#### 4. Preservação das leveduras

As colônias de leveduras obtidas foram descritas morfolologicamente e purificadas. Posteriormente, foram preservadas em tubo contendo 20% de caldo GYMP (0,1% Extrato de Levedura, 0,5% Peptona, 1% Glicose, 0,02% Fosfato de sódio monobásico) e 80% de glicerol no freezer à -80° C para identificação posterior.

Os isolados de leveduras obtidos estão sendo purificados e mantidos vivos e inativos, congelados a -80 °C ou em nitrogênio líquido, na Coleção de Culturas de Microrganismos e Células da UFMG.

#### 5. Identificação das leveduras

Todas as leveduras serão identificadas pelo sequenciamento de porções do RNA ribossomal. Inicialmente os isolados são agrupados com base na morfologia colonial. Amostras que apresentarem a mesma morfologia colonial e celular são submetidas ao agrupamento molecular pela utilização do iniciador (GTG)<sub>5</sub>. Sempre que possível, mais de um representante de cada grupo molecular será submetido ao sequenciamento dos domínios D1/D2 da

subunidade maior do gene do RNA ribossomal. Quando necessário será realizado o sequenciamento dos espaçadores transcritos internos (ITS) 1 e 2 para confirmar a identificação da espécie de levedura (Costa Neto e Moraes, 2020).

#### 6. Análises estatísticas

Análises estatísticas básicas serão calculadas: frequência de ocorrência e abundância das espécies de leveduras, segundo Rosa *et al.* (2009); análises da riqueza de espécies, índice de riqueza estimada Chao 1, índices de diversidade Shannon-Wiener e Simpson, e a equitabilidade na distribuição das espécies de leveduras vetorizadas no software PAST (Hammer *et al.*, 2001). Análises das comunidades incluirão análises de similaridade, riqueza e diversidade, através da construção de dendrogramas de associação pelo método de ligação por grupos pareados, empregando os índices de similaridade Jaccard, a partir de uma matriz de presença e ausência, e a distância Euclidiana (Valentin, 1995; Ramette, 2007), sendo as análises realizadas no PAST e programa R..

#### DADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das contagens de leveduras nos chás coletados estão descritos na Tabela 1. Entre as 17 amostras coletadas em diferentes casas e de idades diferentes de fabricação, houve crescimento de leveduras no meio YMA em apenas 7 amostras analisadas, cerca de 50% das amostras coletadas. As contagens de Unidades Formadoras de Colônias, no YMA, variaram entre  $10^2$  e  $10^4$  UFC/100 microlitros. No meio YNB-xil, também 7 amostras apresentaram crescimento de leveduras entre  $10^4$  e  $10^5$  UFC/100 microlitros. Os chás 2, 13A, 13D e 13E só apresentaram crescimento de leveduras em YNB-xil, e isto pode se dever à presença, não detectada, de bactérias como BAL (bactérias do ácido láctico) e BAC (bactérias do ácido acético), que poderia inibir, quando em altas contagens, o

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

crescimento de leveduras nas amostras de chá. Santos (2004) avaliou 19 lotes diferentes de chá de ayahuasca, tendo como base diferentes origens e idades de conservação no Distrito Federal e notou que todas as amostras (19) apresentaram diferentes densidades de fungos unicelulares (leveduras), que não ofereceram riscos à saúde humana.

Tabela 1 - Contagem populacional de leveduras dos chás incubados a 20°C após a coleta

Identificação do chá		Contagem (UFC/100 microlitros)		Número de isolados de leveduras obtidos
		YMA	YNB Xilose	
Chá 1	A*		A	0
Chá 2	I*		2,9 x 10 <sup>4</sup>	5
Chá 3	5 x 10 <sup>2</sup>		A	2
Chá 4	1,12 x 10 <sup>4</sup>		A	0
Chá 5	1,6 x 10 <sup>4</sup>		1,88 x 10 <sup>4</sup>	2
Chá 6	1,6 x 10 <sup>4</sup>		I	2
Chá 7	A		A	0
Chá 8	A		A	0
Chá 9	A		A	0
Chá 10	1 x 10 <sup>2</sup>		NI***	2
Chá 11	2,63 x 10 <sup>4</sup>		2,3 x 10 <sup>4</sup>	3
Chá 12	A		A	0
Chá 13A	A		8,9 x 10 <sup>2</sup>	1
Chá 13B	A		A	0
Chá 13C	7,2 x 10 <sup>3</sup>		7,5 x 10 <sup>3</sup>	3
Chá 13D	A		5,6 x 10 <sup>5</sup>	1
Chá 13E	A		8 x 10 <sup>3</sup>	1
Total				22

\*A = ausente, \*\*I = incontáveis, \*\*\*NI= não inoculado neste meio. Fonte: Produzida

pelos autores, 2024.

As leveduras isoladas, perfazendo um total de 52 leveduras, estão em processo de identificação. Até o momento 31 isolados já tiveram seu DNA extraído (CH 01 a CH 034). A Figura 1 mostra o perfil de bandas no gel de GTG5-PCR dos isolados CH 01 a CH 34. A Tabela 2 mostra os agrupamentos formados a partir do perfil de bandas no gel de GTG5-PCR.

Figura 1: Perfil de bandas no gel de GTG5-PCR dos isolados CH 01 a CH 34

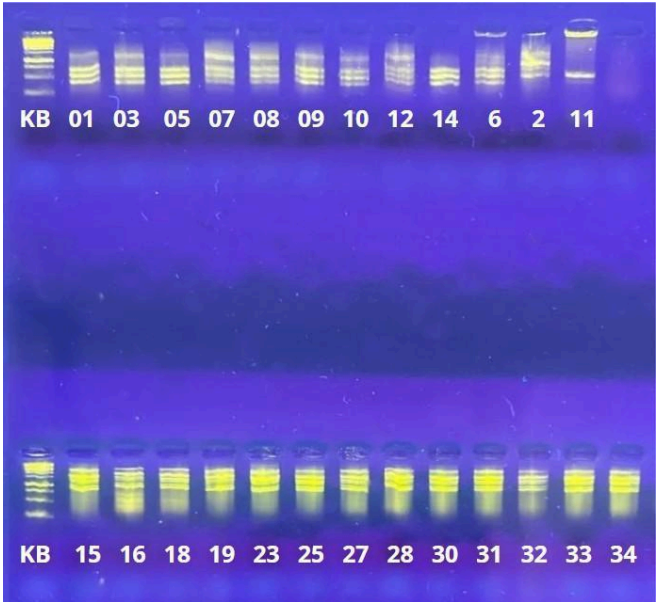


Tabela 2: Grupos formados a partir do perfil de bandas no gel de GTG5-PCR

Grupos	Código das leveduras
Grupo 1	CH 01, CH 03, CH 05, CH 06, CH 07, CH 08, CH 09, CH 10, CH 12, CH 14
Grupo 2	CH 15, CH 16, CH 18, CH 19, CH 23, CH 25, CH 27, CH 28, CH 30, CH 31, CH 32, CH 33, CH 34
Grupo 3	CH 02
Grupo 4	CH 11



Quatro representantes do Grupo 1 (CH 03, CH 06, CH 07 e CH 14) , duas representantes do Grupo 2 (CH 23 e CH 33), CH 02 e CH 11 estão em processo de sequenciamento dos domínios D1/D2 da subunidade maior do gene do RNA ribossomal. Alguns isolados (CH 13, CH 17, CH 20, CH 22 e CH 29) tiveram a extração de DNA realizada, mas não foi efetiva. Isto vai requerer a testagem de outros protocolos de extração de DNA para estes isolados.

A tabela 3 mostra as contagens de outros microrganismos nos chás pesquisados. Foram detectadas colônias de fungos filamentosos em 6 amostras de chás; e de bactérias heterotróficas em 5 amostras. A presença de microrganismos mesófilos se deve, provavelmente, ao método de feitiço do chá de ayahuasca. Labate e Coutinho (2014), Pacheco (2014), Assis e Labate (2014) e Barreto (2018) estudaram os modos rituais de feitura desta bebida, em casas religiosas ligadas a religiões daimistas, mostrando que há um ritual bastante complexo envolvido nesta fabricação, vindo de uma tradição derivada de rituais dirigidos por comunidades indígenas amazônicas e modificadas por um mestre seringueiro, o mestre Irineu.

Este conjunto de cerimônias que acompanha a fabricação do chá envolve recomendações de armazenamento específicas. Dentre estas, há a recomendação de uso de lavagens dos vasilhames (garrafas de vidro) com “água forte”, que é água fervente - após a série de cozimentos dos dois vegetais componentes da ayahuasca, o jagube e a chacrona.. Há também a recomendação de uso reservado dos vasilhames somente para o chá após pronto, sendo todos desinfetados por fervura em “água forte”. Finalmente, os vasilhames são preenchidos sem espaço para ar internamente, e lacrados, guardados em geral em lugar arejado, sendo abertos somente para o consumo, podendo ficar armazenados por até 4 anos (Teixeira *et al*, 2008; Mesquita, 2019). O chá é engarrafado ainda quente e armazenado em algumas comunidades religiosas, já em outras esta

bebida só é armazenada após resfriada nas panelas de cozimento (Teixeira *et al.*, 2018). Então, a presença de microrganismos pode ser considerada uma contaminação nesta etapa, realizada pelos participantes das casas religiosas, sob o efeito do uso do próprio chá, uma substância enteógena, ou psicodélica (Tupper, 2011).

Estudos de Duke (2002) e Bussmann *et al.* (2010) mostraram que o extrato do cipó 'jagube' ou *B. caapi* tem ação antibacteriana contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Não é improvável que o chá tenha ação inibitória para outros microrganismos. Apenas uma amostra apresentou presença de coliformes totais, e em outra amostra foi detectada a presença de estafilococos. Embora o número de amostras já testadas não seja muito grande, podemos hipotetizar que esta seja uma contaminação extemporânea, incomum e que a bebida não representa risco à saúde dos consumidores. Também, o trabalho de Santos (2004) mostrou que não há contaminação em amostras estudadas no Distrito Federal.

Tabela 3: Chás examinados para a contagem de fungos e bactérias incubados a 37°C após coleta

Observação de crescimento (presença ou ausência)				
Amostra	Fungos filamentosos	Bactérias Totais	Enterobactéria s	Estafilococos
Chá 6	Presença	NI*	NI	NI
Chá 7	Presença	NI	NI	NI
Chá 8	Presença	NI	NI	NI
Chá 9	Ausência	NI	NI	NI
Chá 10	Presença	NI	NI	NI
Chá 11	Ausência	NI	Presença	Ausência
Chá 12	Presença	Presença	Ausência	Presença
Chá 13A	Ausência	Presença	Ausência	Ausência
Chá 13B	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Chá 13C	Ausência	Presente	Ausência	Ausência
---------	----------	----------	----------	----------

Amostra

Observação de crescimento (presença ou ausência)

Fungos filamentosos	Bactérias Totais	Enterobactérias	Estafilococos	
Chá 13D	Ausência	Presença	Ausência	Ausência
Chá 13E	Presença	Presença	Ausência	Ausência

\*Chá não inoculado neste meio

Avaliou-se o processo de fermentação nos chás 6, 7, 8 e 9, os chás seguintes ainda estão em processo de análise da fermentação. Os primeiros chás coletados apresentaram quantidades insuficientes para tal experimento. Os resultados obtidos na fermentação estão presentes na tabela 4.

Tabela 4: Contagem populacional de leveduras da fermentação dos chás 6 a 9 durante 30, 60, 90 e 120 dias incubados a 20°C e 30°C em YMA

Amostras	Contagem de leveduras (UFC/ml)							
	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C
Chá 6	I	I	6,22 x 10 <sup>6</sup>	1,47 x 10 <sup>4</sup>	5,8 x 10 <sup>5</sup>	A	5x 10 <sup>4</sup>	I
Chá 7	A	A	A	A	A	A	A	A
Chá 8	A	A	A	A	A	A	A	A
Chá 9	A	A	A	A	A	A	A	A

\*A = ausente, \*\*I = incontáveis. Fonte: Produzida pelos autores, 2024.

Apenas o chá 6 apresentou contagens de leveduras após incubação a 20° e 30° C. As contagens variaram de 10<sup>4</sup> a 10<sup>6</sup>. Aparentemente, não há elevação das contagens indicando que as leveduras provavelmente não são responsáveis pelo processo de

fermentação do chá de ayahuasca.

Na ayahuasca, o principal componente é a água, já que a umidade representa em torno de 75% da composição. Os valores de cinzas, proteínas e lipídeos são superiores a outras bebidas como o café e chás. Já o teor de carboidratos totais é bem semelhante ao caldo de cana (UNICAMP, 2011). Portanto, é uma bebida rica em água e açúcares, proporcionando fermentação. Nas narrativas tradicionais encontradas nos trabalhos antropológicos sobre o ritual ayahausqueiro, a fermentação ocorre após o chá ser aberto para uso (Labate e Coutinho, 2014; Pacheco, 2014). Esta fermentação pode ser causada por comunidades bacterianas, especialmente bactérias lácticas e acéticas, o que requer investigações posteriores.

O trabalho de Etgeton e Zanette (2020) avaliou o crescimento de leveduras em kombucha, uma bebida fermentada milenar, utilizando como meio de cultura o ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol (DRBC). A bebida foi fermentada em vidro coberto com pano poroso por 14 dias em estufa (Novalnstruments) à temperatura de 25 °C. Foram coletadas amostras nos dias 0, 3, 6, 9 e 14 para realização das análises físico-químicas e microbiológicas. A contagem inicial (dia 0) das leveduras foi de 4,41 log UFC/mL e ao final da fermentação foi observada contagem de 2,84 log UFC/mL, mostrando uma diminuição na contagem de leveduras. Embora nosso trabalho tenha usado 120 dias como período de fermentação e meio de cultura YMA, também obtivemos uma diminuição na contagem de leveduras dos chás ao analisarmos a contagem de 60 dias de fermentação para 120 dias incubados a 20°C que passou de  $6,22 \times 10^6$  UFC/ml para  $5 \times 10^4$ . Isto se deve provavelmente ao esgotamento dos açúcares presentes no chá, como na maioria dos processos fermentativos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve crescimento de leveduras em 8 das 19 amostras de chás

coletados, indicando que estes fungos unicelulares fazem parte da comunidade microbiana da ayahuasca, mas parecem não ser as principais responsáveis pela fermentação desta bebida, pois não houve elevação de contagens durante o período avaliado para a fermentação.

A sua origem não parece ser contaminação ocasional, já que a maioria dos isolados apresentou alta similaridade e consegue se manter em contagens relativamente elevadas até 120 dias após incubação em duas temperaturas, 20 e 30°C.

Estes isolados deverão ser submetidos a testes de fermentação de glicose, para comprovar sua habilidade de fermentar, além de sua identificação para verificar quais espécies estão presentes nos chás testados. No entanto, como dito acima, provavelmente bactérias lácticas e acéticas podem ser responsáveis pela fermentação, atuando como competidoras após a abertura dos vasilhames. Esta pode ser a explicação para o desaparecimento das leveduras de todos, menos do chá 6, após abertura dos vasilhames e incubação em temperaturas amenas. A detecção e contagem de bactérias lácticas e acéticas pode corroborar esta hipótese.

## REFERÊNCIAS

- ASSIS, G. L.; LABATE, B. C.. Dos igarapés da Amazônia para o outro lado do Atlântico: a expansão e internacionalização do Santo Daime no contexto religioso global. *Religião e Sociedade*, Rio de Janeiro, v. 34, nº 2, p 11-35, 2014.
- BARRETO, J. K. M. Perfil de compostos fenólicos e alcalóides da ayahuasca. Monografia (Graduação de Nutrição). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- BEZERRA, W.S.; MENEGUETTI, D.U.O.; CAMARGO, L.M.A. A busca de fármacos para Mtratamento da Tripanossomíase Americana: 103 anos de negligência. *Saúde (Santa Maria)*, v.38, n.1, p. 112, 2012

BRASIL. Gabinete de Segurança Institucional Conselho Nacional de Políticas Sobre Drogas. Resolução Nº 1, de 25 de janeiro de 2010. Disponível em [http://www.mpggo.mp.br/portal/arquivos/2013/07/30/11\\_33\\_03\\_744\\_resolucao\\_n\\_1\\_de\\_25\\_de\\_janeiro\\_de\\_2012\\_conad.pdf](http://www.mpggo.mp.br/portal/arquivos/2013/07/30/11_33_03_744_resolucao_n_1_de_25_de_janeiro_de_2012_conad.pdf). Acesso em 27 de mar. de 2024.

BUSSMANN, R. W. G. *et al.* Minimum inhibitory concentrations of medicinal plants used in Northern Peru as antibacterial remedies. *Journal of Ethnopharmacology*, v.132, n.1, p.101- 108, 2010

BUZZINI, P.; LACHANCE, M-A.; YUKOV, A. Yeasts in natural ecosystems: diversity. Ed. Springer-Link. 2017. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62683-3>. Acesso em 15/05/2023.

CALLAWAY, J.C. Various alkaloid profiles in decoctions of *Banisteriopsis caapi*. *Journal of Psychoactive Drugs*, v.37, p.151-5, 2005

CALIGIURI, M.A. Human natural killer cells. *Blood*, v.112, p.461-469, 2008

COSTA NETO, D.J.; MORAIS, P.B. The vectoring os *Starmerella* species and other yeasts by stingless bees in a Neotropical savanna. *Fungal Ecology*, 47:100973, 2020.

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013, "Enteógeno" <https://dicionario.priberam.org/ente%C3%B3geno> [consultado em 23-01-2024].

DE ALVERGA, A.P. Santo Daime agora é livre nos Estados Unidos. Igreja do Oregon ganha direito de importar o sacramento. Disponível em:

[http://www.iceflu.org.br/sistema/editorvirtual/noticia\\_publica.php?CodigoDaNoticia=500&LANG=1&CACHEOPTION=1#anexo](http://www.iceflu.org.br/sistema/editorvirtual/noticia_publica.php?CodigoDaNoticia=500&LANG=1&CACHEOPTION=1#anexo). Acesso em 27 de mar. 2024.

DUKE, J.A. Handbook of medicinal herbs. 2.ed, CRC Press, 2002. 870p; ETGETON, S. A. P.; ZANETTE, C. M. Desenvolvimento de kombucha: caracterização microbiológica, físicoquímica e aspectos de mercado. *Brazilian Journal of Food Research*, Campo Mourão, v. 11 n. 4, p. 1-14, out./dez. 2020.

- GENTIL, L.R.B.; NEVES, E.S. Histórico do processo de formação do Departamento Médico Científico e da Comissão Científica. In: COSTA, J.B. Hoasca, ciência, sociedade e meio ambiente. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2011.p.61-68
- GONÇALVES J. *et al.* A Systematic Review on the Therapeutic Effects of Ayahuasca. *Plants*, vol. 12, nº 13, 2023  
<https://doi.org/10.3390/plants12132573>
- HAMMER, O. *et al.* PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica* 4:1-9, 2001.
- LABATE, B.C.; ARAÚJO, W. S.. O uso ritual da ayahuasca. Campinas: Mercado das Letras, 2004. 732p.
- LABATE, B. C.; CAVNAR, C. The therapeutic use of ayahuasca. Berlin/Heidelberg: Elsevier. 2014. 226p.
- LABATE, B. C.; COUTINHO, T.. "O meu avô deu a ayahuasca para o Mestre Irineu". *Revista de Antropologia* , Vol. 57, No. 2, pp. 215-250, 2014.
- LANIER, L.L. Evolutionary struggles between NK cells and viruses. *Nature Reviews Immunology*,v.8, p.259-268, 2008
- LUNA, L. E. Vegetalismo: Shamanism Among the Mestizo Population of the Peruvian Amazon. *Studies in Comparative Religion*, Stockholm. Almqvist and Wiksell International, 1986.
- MADIGAN, M. T. *et al.* Microbiologia de Brock. 14ª. Ed. Editora Artmed, Porto Alegre, RS, 2016.
- MESQUITA, U. O.. Bioculturalidade em contexto amazônico: o uso terapêutico das plantas de poder. Tese (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019.
- MUKADAM, T. A. *et al.* Isolation and Characterization of Bacteria and Yeast from Kombucha Tea. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v. 5, p. 32-41, 2016.
- PACHECO, C. E. N.. Um Psicoativo Em Trânsito: o Caso Histórico Da Ayahuasca. Dissertação (Pós-Graduação em História) - Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, 2014.
- PETER, G; ROSA, C.A. Biodiversity and ecophysiology of yeasts. The

- Yeast Handobook Series. Ed. Springer Berlin, Heideberg. <https://doi.org/10.1007/3-540-30985-3>. Acesso em 15/05/2023.
- POMILIO, A. B. Ayahoasca: na experimental psychosis that mirrors the transmethylation hypothesis of schizophrenia. *Journal of Ethnopharmacology*, v.65, p.29- 51, 1999.
- ROSA, L.H. *et al.* Endophytic fungi associated with the Antarctic grass *Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae). *Polar Bio* 32:161-167, 2009..
- SANTOS, R.G. Ayahuasca: chá de uso religioso Estudo microbiológico, observações comportamentais e estudo histomorfológico de cérebro em Murídeos (*Rattus norvegicus* da linhagem Wistar). Monografia (Graduação em Biologia) Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2004.
- SCHNEIDER, F. Cultura do Santo Daime é legalizada na Espanha. Religião genuinamente acreana conquista a Europa e já está regularizada entre os holandeses e espanhóis. Disponível em: [http://www.santodaime.org/site/site-antigo/arquivos/noticias/espanha\\_2003b.htm](http://www.santodaime.org/site/site-antigo/arquivos/noticias/espanha_2003b.htm). Acesso em 27 de mar. de 2024.
- SÉRPICO, R. L.; CAMURÇA, D. M.; ZANZINI, E. S. *Ayahuasca: revisão teórica e considerações botânicas sobre as espécies*. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2006.
- TEIXEIRA D. C. *et al.* Uso e manejo de plantas ritualísticas na comunidade de Santo Daime em Galdinópolis, Nova Friburgo/RJ, Brasil. *Revista Ciência da Vida*.v. 28, nº2, p. 63-74, 2008.
- TUPER, K. W. Entéógenos e Inteligência Existencial: Plantas Mestres como Instrumentos Cognitivos. *Revista Periferia*, vol. 3, nº. 2, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, 2011.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Tabela brasileira de composição de alimentos - VALENTIM, J. L. Agrupamento e Ordenação. In PERES-NETO, P.R.; VALENTIM, J.L.;



FERNANDEZ, F.A.S. (org.). *Oecologia brasiliensis* v2. pp-27-55, 1995.

WATAWANA, M. I. et al. Health, Wellness, and Safety Aspects of the Consumption of Kombucha. *Journal of Chemistry*, v. 2015, p. 1-11, 2015.

ZHAO, Ran; CHEN, Dong; WU, Hualing. Effects of Pu-erh ripened tea on hyperuricemic mice studied by serum metabolomics. Elsevier. China, p. 149-156., 2017.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Programa PIBIC-UFT/CNPq e do INCT-Leve, financiado pelo processo 406564/2022-1 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

## Capítulo 14

### DOENÇA FALCIFORME: IMPACTO SUBJETIVO EM CUIDADORES DE CRIANÇAS

Catherine Marie de Campos Menezes Rosa <sup>1</sup>

Leila Rute Oliveira Gurgel do Amaral <sup>2</sup>

#### RESUMO

Pacientes com Doença Falciforme (DF) apresentam sintomas limitantes, como dores articulares e complicações em órgãos como coração e cérebro, devido às crises vaso-oclusivas causadas pela hemoglobina alterada. O diagnóstico de uma doença crônica complexa, como a DF, altera a dinâmica familiar, sobrecarregando o cuidador principal, geralmente um familiar próximo. Esses cuidadores enfrentam mudanças em suas vidas, adquirindo habilidades que vão desde o manejo de medicamentos até o suporte emocional e o reconhecimento de crises. Este estudo tem como objetivo compreender o impacto subjetivo da DF nos cuidadores de crianças entre 3 e 12 anos, atendidas no Ambulatório de Hematologia de Palmas-TO, Brasil. Foram entrevistados 91 cuidadores utilizando questionários socioculturais e a Caregiver Burden Scale (CBS). Os resultados foram tabulados no Excel e analisados no SPSS®. A análise estatística descritiva foi realizada por meio de frequências absoluta e percentual para variáveis qualitativas. As associações entre as variáveis foram verificadas por meio dos testes Qui-quadrado ou Exato de Fisher, ao nível de significância de 5%. Os dados indicam que a maioria dos cuidadores apresentaram sobrecarga moderada em várias dimensões, especialmente Tensão Geral e Decepção. Considerando as variáveis dos cuidadores verificou-se associações significativas entre: escore global do Impacto Subjetivo e faixa etária; Tensão Geral e sexo; Decepção e espiritualidade; e Isolamento e local de residência. Tais resultados revelam a necessidade de maior suporte aos cuidadores de crianças com DF.

Palavras-chave: Criança; Doença da Hemoglobina S; Familiar Cuidador.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Medicina, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, [marie.catherine@mail.uft.edu.br](mailto:marie.catherine@mail.uft.edu.br).

<sup>2</sup> Doutora em Ciências, Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, [leila.gurgel@mail.uft.edu.br](mailto:leila.gurgel@mail.uft.edu.br).

## INTRODUÇÃO

Pacientes com Doença Falciforme podem referir sintomatologias limitantes, como as dores articulares, lombares e torácicas que podem ser proporcionadas pelas crises oclusivas associadas à morfologia patológica da hemoglobina alterada, úlceras, necroses osteoarticulares, além de complicações em órgãos- alvo como coração e cérebro (DARBARI, 2020). O contexto de diagnóstico de doença crônica complexa modifica a dinâmica intrafamiliar e direciona o cuidado demandado pelo paciente para um componente desse núcleo, aquele que se torna o cuidador principal dessa criança afetada pela Doença Falciforme (GUIMARÃES, 2009).

Sobre o cuidador, esta passa por modificações em sua própria vida, a fim de se adaptar às necessidades do paciente, além de gradativamente adquirir habilidades desde a administração de medicamentos, suporte emocional até o reconhecimento precoce de uma crise que exija atendimento hospitalar. Embora normalmente o foco seja no paciente devido todo o contexto patológico, os cuidadores podem enfrentar desafios significativos, os quais podem interferir negativamente em seu estado de saúde físico e mental (CAICEDO, 2014).

A sobrecarga do cuidador está relacionada com estresse, depressão, ansiedade e isolamento social. No estudo de Elmståhl et al. (2018) foi analisada a carga percebida de 343 cuidadores de idosos utilizando a Caregiver Burden Scale (CBS) e os resultados mostraram que os cuidadores de pessoas com demência e depressão apresentaram as maiores proporções de elevado impacto subjetivo. Assim, a ausência de suporte formal aos cuidadores de pacientes com doenças crônicas afeta severamente a saúde pública. Na presente pesquisa buscou-se compreender os fatores relacionados ao Impacto Subjetivo da Doença Falciforme em cuidadores de

crianças (entre 3 e 12 anos) acompanhadas pelo Ambulatório de Hematologia de Palmas-TO. O estudo deste tema é relevante, principalmente, em virtude da iminência da redução da qualidade de vida dos cuidadores de tais pacientes.

## MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de pesquisa de abordagem quantitativa, analítico-descritiva e transversal. O estudo foi desenvolvido no Ambulatório de Hematologia de Palmas, o qual faz parte da Hemorrede do Tocantins, que é responsável pela promoção e aplicação da Política Nacional do Sangue no Estado, foi implantada em 1996. Está de acordo com a RDC nº 151 de 21 de agosto de 2001 (BRASIL, 2001). No Estado do Tocantins estão registrados 737 pacientes com DF.

Dentre esses, 114 têm entre 3 e 12 anos e estão cadastrados no Ambulatório de Hematologia de Palmas (BRASIL, 2022). Dos 114 pacientes cadastrados, 18 estão inativos, ou seja, não compareceram para consulta hematológica por mais de 24 meses. Assim, atualmente, há 96 crianças de 3 a 12 anos acompanhadas. Dentre os cuidadores das 96 crianças, houve 3 recusas e 2 desistências durante as entrevistas, de forma que os participantes da presente pesquisa totalizaram 91.

Para coleta de dados utilizou-se os seguintes instrumentos: 1. Questionário sociocultural e de condições de saúde para cuidadores, composto por 23 perguntas referentes a gênero, idade, escolaridade, estado civil, ocupação, renda familiar, etnia autodeclarada dos cuidadores e, com relação às crianças, idade, desempenho escolar, crises de dor nos últimos 3 meses, uso de medicamentos, últimas internações e transfusão sanguínea; 2. Caregiver Burden Scale (CBS), escala para medir o impacto subjetivo da doença/sobrecarga sobre o cuidador, adaptada culturalmente e validada para brasileiros por Medeiros (1998), composta por 22 questões, distribuídas em cinco

domínios: Tensão Geral, Isolamento, Decepção, Envolvimento Emocional e Ambiente. Cada item é pontuado em uma escala Likert de 1 a 4 (de modo algum, raramente, algumas vezes ou frequentemente).

O escore para cada domínio é obtido através da média aritmética dos valores de cada item que compõe aquele domínio e o escore global calculando-se a média aritmética dos 22 itens (podendo variar de 1 a 4), quanto maior o escore maior o impacto. Os dados foram expressos como média geral do Escore total e médias específicas para cada uma das cinco dimensões. Para analisar a severidade da sobrecarga, as médias foram categorizadas em três intervalos: baixa (1,00 a 1,99), moderada (2,00 a 2,99) e alta sobrecarga (3,00 a 3,99). Essa categorização foi aplicada tanto ao escore total quanto às dimensões individuais, permitindo uma avaliação detalhada da sobrecarga percebida pelos cuidadores, como descrito em Elmståhl et al. (2018).

Iniciou-se a coleta de dados em setembro de 2023 e finalizou-se em abril de 2024. Após a coleta, as respostas foram tabuladas em planilha do Excel (Microsoft Office Excel® 2022) com dupla conferência pelos pesquisadores e, posteriormente, transportadas para o programa estatístico SPSS® (Statistical Package for the Social Sciences - versão 29.0). A análise estatística descritiva dos dados dos questionários socioculturais e de condições de saúde do cuidador foi efetuada por meio de frequências absoluta e percentual. As associações entre o Impacto Subjetivo da doença e suas dimensões com as variáveis socioculturais e de saúde foram verificadas por meio dos testes Qui-quadrado ou Exato de Fisher, ao nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Tocantins (UFT) sob o parecer nº 62.60.859/2023.

## DADOS E DISCUSSÃO

#### Pacientes Pediátricos:

Em relação às crianças, sob a responsabilidade dos sujeitos da pesquisa, verificou-se que 57,73% eram do sexo masculino, 61,85% apresentavam o genótipo HbSS e 51,55% o tipo sanguíneo "O positivo". Em 55,70% das crianças há relato de pelo menos uma transfusão sanguínea e em 86,60% um episódio de crise álgica. Além disso, a situação vacinal estava atualizada em 26,80% dos pacientes. Considerando os últimos 24 meses, 57,29% dos pacientes não faltaram à consulta hematológica e entre os faltosos, 39,39% faltaram uma vez e 18,57% acima de duas vezes. Considerando os últimos 24 meses, 77,32% apresentaram pelo menos uma crise álgica e 30,93% realizaram pelo menos uma transfusão.

Cuidadores de crianças com Doença Falciforme (sujeitos da pesquisa). Dentre os 91 cuidadores de pacientes entre 3 a 12 anos de idade com Doença Falciforme, 82 (90,11%) eram do sexo feminino, com média de idade de 35,16  $\pm$  9,90 anos com amplitude de 22 a 67 anos. Dentre eles, 73 (80,22%) se declararam pardos, 55 (60,44%) viviam acompanhados, 55 (60,44%) concluíram o Ensino Médio e 26 (28,57%) não tinham o Ensino Fundamental completo. Ainda, 37 (40,66%) estavam desempregados e 77 (84,62%) viviam com 1 a 2 salários-mínimos. Sobre o vínculo com a criança, 71 (78,02%) eram mães, 10 (10,99%) avós, 9 (9,89%) pais e 1 (1,10%) tia.

No presente estudo, 33 (36,26%) residiam em Palmas, 49 (53,85%) viviam em moradia própria e 29 (31,87%) não recebiam benefícios, enquanto 24 (26,37%) recebiam Bolsa Família, 20 (21,98%) Benefício de Prestação Continuada (BPC) e 18 (19,78%) Benefício Doença. O perfil sociocultural dos cuidadores está detalhado na Tabela 1.

Tabela 1- Distribuição de frequências das variáveis socioculturais e associação com o Impacto Subjetivo do Cuidador e suas dimensões em cuidadores de pacientes pediátricos com Doença Falciforme atendidos no Ambulatório de Hematologia de Palmas, Tocantins,

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Brasil, 2024.

Variáveis	Categoria	N (%)	Tensão Geral	Isolamento	Decepção	Envolvimento Emocional	Ambiente	Score Global
			<i>p</i>	<i>p</i>	<i>P</i>	<i>p</i>	<i>p</i>	<i>P</i>
Faixa Etária	[22-33[	4 (48,35%)						
		4						
	[33-44[	3 (38,4%)						
		5	0,931 <sup>a</sup>	0,055 <sup>a</sup>	0,768 <sup>a</sup>	0,423 <sup>a</sup>	0,063 <sup>a</sup>	<b>0,030<sup>a</sup></b>
	[44-54[	6 (6,59%)						
	≥ 55	6 (6,59%)						
Sexo	Feminino	8 (90,11%)						
		2	<b>0,049<sup>a</sup></b>	0,610 <sup>a</sup>	0,417 <sup>a</sup>	1,000 <sup>a</sup>	0,498 <sup>a</sup>	1,000 <sup>a</sup>
	Masculino	9 (9,89%)						
Etnia	Parda	7 (80,22%)						
		3						
	Branca	1 (10,99%)	0,369 <sup>a</sup>	0,280 <sup>a</sup>	0,253 <sup>a</sup>	0,279 <sup>a</sup>	0,409 <sup>a</sup>	0,182 <sup>a</sup>
		0						
	Preta	8 (8,79%)						
Espiritualidade	Com crença e frequente instituição religiosa	6 (73,63%)						
		7						
	Com crença, mas não frequente instituição religiosa	1 (20,88%)	0,431 <sup>a</sup>	0,280 <sup>a</sup>	<b>0,046<sup>a</sup></b>	0,345 <sup>a</sup>	0,077 <sup>a</sup>	0,560 <sup>a</sup>
		9						
	Sem crença	5 (5,49%)						
Local de residência	Interior	5 (63,74%)						
		8	0,108 <sup>b</sup>	<b>0,014<sup>a</sup></b>	0,714 <sup>a</sup>	1,000 <sup>a</sup>	0,245 <sup>b</sup>	0,923 <sup>a</sup>
	Capital	3 (36,26%)						
		3						
Relacionamento Conjugual	Vive acompanhado	5 (60,44%)	0,427	0,401 <sup>b</sup>	0,354 <sup>a</sup>	0,828 <sup>a</sup>	0,762 <sup>a</sup>	0,431 <sup>a</sup>
		5						

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

	Vive sozinho	3 (39,56%) 6						
Zona	Urbana	8 (94,51%) 6	0,213 <sup>a</sup>	0,511 <sup>a</sup>	0,829 <sup>a</sup>	0,295 <sup>a</sup>	0,348 <sup>a</sup>	0,710 <sup>a</sup>
	Rural	5 (5,49%)						
Tipo de moradia	Própria	4 (53,85%) 9	0,752 <sup>a</sup>	0,864 <sup>a</sup>	0,931 <sup>a</sup>	0,841 <sup>a</sup>	0,874 <sup>a</sup>	0,624 <sup>a</sup>
	Aluguel	4 (43,96%) 0						
	Emprestada	2 (2,20%)						
Escolaridade	Fundamental	2 (28,57%) 6	0,687 <sup>a</sup>	0,886 <sup>a</sup>	0,342 <sup>a</sup>	1,000 <sup>a</sup>	0,100 <sup>a</sup>	0,396 <sup>a</sup>
	Incompleto	5 (60,44%)						
	Médio	5 (60,44%)						
	Completo	5						
Ocupação	Superior	1 (10,99%) 0	0,667 <sup>a</sup>	0,262 <sup>a</sup>	0,893 <sup>a</sup>	0,957 <sup>a</sup>	0,712 <sup>a</sup>	0,927 <sup>a</sup>
	Completo	0						
	Desempregado	3 (40,66%) 7						
	Autônomo	2 (30,77%) 8						
	Empregado	2 (27,47%) 5	0,667 <sup>a</sup>	0,262 <sup>a</sup>	0,893 <sup>a</sup>	0,957 <sup>a</sup>	0,712 <sup>a</sup>	0,927 <sup>a</sup>
	Aposentado	1 (1,10%)						

Benefício	Bolsa Família	2 (26,37%) 4	0,790 <sup>a</sup>	0,451 <sup>a</sup>	0,430 <sup>a</sup>	0,388 <sup>a</sup>	0,611 <sup>a</sup>	0,446 <sup>a</sup>
	BPC	2 (21,98%) 0						
	Benefício	1 (19,78%)						
	Doença	8						
Renda (em salários mínimos)	Não	2 (31,87%) 9	0,618 <sup>a</sup>	0,735 <sup>a</sup>	1,000 <sup>a</sup>	0,641 <sup>a</sup>	0,704 <sup>a</sup>	0,253 <sup>a</sup>
	< 1 salário	3 (3,30%)						
	1 a 2 salários	7 (84,62%) 7						
Vínculo com a criança	3 a 5 salários-mínimos	1 (12,09%) 1	0,193 <sup>a</sup>	0,813 <sup>a</sup>	0,814 <sup>a</sup>	0,781 <sup>a</sup>	0,534 <sup>a</sup>	0,372 <sup>a</sup>
	Avó	1 (10,99%) 0						
	Mãe	7 (78,02%) 1						
	Pai	9 (9,89%)						
	Tia	1 (1,10%)						

<sup>a</sup>: Teste exato de Fisher; <sup>b</sup>: Teste de Qui-quadrado de Pearson; N: frequência absoluta; %: frequência percentual.

Fonte: elaborado pelos autores

Dentre os sujeitos da pesquisa, 48 (52,75%) apresentaram nível



moderado no escore global de Impacto Subjetivo da doença/sobrecarga. Com relação às dimensões, a maioria dos cuidadores apresentou nível moderado para Tensão Geral, Decepção e Ambiente e nível baixo para Isolamento e Envolvimento Emocional, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2- Distribuição de frequências para o Impacto Subjetivo da Doença e seus domínios em cuidadores de pacientes pediátricos com Doença Falciforme atendidos no Ambulatório de Hematologia de Palmas, Tocantins, Brasil, 2024.

Dimensão	Categoria	N	(%)
Tensão Geral	Baixo	1	(19,78%)
	Moderado	8	)
	do Alto	4	(51,65%)
		2	(28,57%)
Isolamento	Baixo	4	(46,15%)
		2	)
	Moderado	3	(42,86%)
	do Alto	1	(10,99%)
Decepção	Baixo	2	(31,87%)
		9	)
	Moderado	5	(54,95%)
	do Alto	1	(13,19%)
Envolvimento	Baixo	8	(93,41%)

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

nto		5	(%)
Emocional	Moderado	4	(4,40%)
	Alto	2	(2,20%)
	Baixo	3	(41,76%)
Ambiente	Moderado	4	(45,05%)
	Alto	1	(13,19%)
	Baixo	2	(25,76%)
Escore Global	Baixo	4	(43,96%)
	Moderado	4	(52,75%)
	Alto	3	(3,30%)

N: frequência absoluta; % frequência percentual. Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

A Tabela 1 também apresenta as associações entre o Impacto Subjetivo da doença e suas dimensões com variáveis socioculturais. Observaram-se associações significativas entre: escore global do Impacto Subjetivo e faixa etária ( $p=0,030$ ); Tensão Geral e sexo ( $p=0,049$ ); Decepção e espiritualidade ( $p=0,046$ ); e Isolamento e local de residência ( $p=0,014$ ).

As frequências das categorias do Impacto Subjetivo da doença e seus domínios de acordo com as classes das variáveis socioculturais que apresentaram associação significativa em cuidadores de pacientes pediátricos com Doença Falciforme estão demonstradas na Tabela 3.

Observou-se que a maioria dos cuidadores com menor faixa etária apresentou baixo nível de sobrecarga geral, enquanto aqueles

na faixa etária intermediária nível moderado. Tal dado sugere que a sobrecarga pode ser percebida mais intensamente com o passar do tempo. Pope et al. (2022) demonstraram que jovens adultos conseguiam aliar naturalmente o papel de cuidador familiar com o seu próprio cotidiano, por meio do que é denominado de “integração do cuidado”.

A sobrecarga do cuidador tende a se modificar ao longo do tempo, com cuidadores experienciando maior sobrecarga emocional pelas limitações relacionadas à carreira e à socialização que o cuidado com um paciente crônico pode impor em pessoas de meia-idade e jovens adultos (CARTER et al., 2010). Segundo Koumoutzis et al. (2020), entre os cuidadores de meia – idade, a prevalência de escore global moderado pode estar associada à fase de vida e às demandas de integrar o cuidado ao trabalho externo.

Com relação à dimensão de Tensão Geral, verificou-se que o sexo feminino é mais frequente nos três níveis, de modo que 31,7% das cuidadoras classificam-se no nível alto. Em comparação aos cuidadores do sexo masculino, há uma concentração de 88,9% deles na classificação moderada sobrecarga. A associação entre Tensão Geral e sexo pode ser relacionada ao direcionamento do cuidado majoritariamente pelas mulheres, as quais se tornam cuidadoras principais ou únicas, contexto impactante em sua qualidade de vida, bem-estar e saúde, padrão também evidenciado por Souza et al. (2015).

Em relação à dimensão Decepção, verificou-se que a maior parte dos indivíduos que possuem algum tipo de crença apresentou níveis moderados, independentemente de frequentar uma instituição, enquanto aqueles que não possuem crença tiveram nível alto de decepção. Em geral, a espiritualidade atua como um sistema de suporte emocional que pode ajudar os cuidadores a enfrentar os desafios impostos pelo ato de cuidar, ainda que exista níveis de alta sobrecarga na dimensão da Decepção mesmo entre cuidadores que

relataram a crença e visita regular a espaços religiosos. A concepção de saúde abrange vários contextos, inclusive o de espiritualidade, que transcende o conceito de religião, mas relaciona-se com o entendimento da própria vida (GOMES et al., 2019).

Em doenças crônicas, como a DF, as limitações e sintomas severos podem gerar grande sofrimento para o paciente e seu cuidador familiar, de forma que a religiosidade e espiritualidade podem atuar como ferramenta de coping e de busca de resiliência frente ao processo de saúde e doença, embora também possa se manifestar em sua forma negativa, quando a doença passa a ser vista como uma punição religiosa (FARINHA et al., 2022).

Nota-se que os moradores da capital tendem a relatar predominantemente Isolamento baixo, enquanto os moradores de outros municípios, que necessitam se deslocar até Palmas para que seus familiares sejam atendidos, tendem a relatar com maior frequência Isolamento moderado. A distância geográfica do serviço de saúde de acompanhamento dos doentes falciformes pode implicar diretamente na sobrecarga do cuidador. Faz-se um paralelo com o período de isolamento social e a diminuição do atendimento presencial imposto pela Pandemia da Covid-19, que segundo Sá et al. (2024) levou ao aumento da sobrecarga do cuidador. Tal contexto relaciona-se à situação dos cuidadores que residem fora de Palmas e apresentam dificuldades de acessar o serviço de saúde pela distância.

Tabela 3-Distribuição de frequências do Impacto Subjetivo da doença e seus domínios para as variáveis socioculturais que apresentaram associação significativa em cuidadores de pacientes pediátricos com Doença Falciforme atendidos no Ambulatório de Hematologia de Palmas, Tocantins, Brasil, 2024.

Variáveis	Categoria	Dimensão N (%)	Total
-----------	-----------	----------------	-------

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Escore Global					
		Baixo	Moderado	Alto	
Faixa etária	[22-33[	23 (52,5%)	19 (43,2%)	2 (4,5%)	44 (100%)
	[33-44[	10 (28,26%)	25 (71,4%)	0 (0%)	35 (100%)
	[44-54[	4 (66,7%)	1 (16,7%)	1 (16,7%)	6(100%)
	≥ 55	3 (50,0%)	3 (50,0%)	0 (0%)	6 (100%)
Total		40 (44,0%)	48 (52,7%)	3 (3,3%)	91(100%)
Tensão Geral					
		Baixa	Moderada	Alta	
Sexo	Feminino	17 (20,7%)	39 (47,6%)	26 (31,7%)	82 (100%)
	Masculino	1 (11,1%)	8 (88,9%)	0 (0%)	9 (100%)
Total		18 (19,8%)	47 (51,6%)	26 (28,6%)	91(100%)
Decepção					
		Baixa	Moderada	Alta	
Espiritualidade	Com crença e frequente	24 (35,8%)	37 (55,2%)	6 (9,0%)	67 (100%)
	Com crença, mas não frequente	4 (21,1%)	12 (63,2%)	3 (15,8%)	19 (100%)
	Sem crença	1(20,0%)	1(20,0%)	3 (60,0%)	5 (100%)
	Total	29 (31,9%)	50 (54,9%)	12 (13,2%)	91 (100%)
Isolamento					
		Baixo	Moderado	Alto	
Local de residência	Palmas	18 (54,5%)	8 (24,2%)	7 (21,2%)	33 (100%)
	Interior	23 (39,7%)	31 (53,4%)	4 (6,9%)	58 (100%)
	Total	41 (45,1%)	39 (42,9%)	11 (12,1%)	91 (100%)

N: frequência absoluta; % frequência percentual Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Calculou-se a média e o desvio padrão das pontuações para o escore

global de Impacto Subjetivo da doença e suas dimensões, conforme segue: 2,12  $\pm$ 0,57; 2,53 $\pm$  0,87; 1,88 $\pm$  0,93; 2,18  $\pm$ 0,68, 1,31 $\pm$ 0,53 e 1,99  $\pm$ 0,56, respectivamente para Escore Global de sobrecarga, Tensão Geral, Isolamento, Decepção, Envolvimento Emocional e Ambiente. Tais resultados refletem que esta população apresenta, de forma geral, níveis de sobrecarga moderados para Escore Global, Tensão Geral e Decepção e níveis de sobrecarga baixos para Isolamento, Envolvimento Emocional e Ambiente.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se na presente pesquisa que o Impacto Subjetivo da doença/sobrecarga sobre os cuidadores de crianças de 3 a 12 anos com doença falciforme, atendidas no ambulatório de Hematologia de Palmas-Tocantins, apresentou níveis de baixos a moderados, demonstrando associações com faixa etária, sexo, espiritualidade e local de residência.

A sobrecarga gerada sobre essa população aponta para a necessidade de políticas públicas que forneçam não apenas suporte ao paciente com DF, mas também aos seus cuidadores. Programas de apoio psicológico e emocional e redes de apoio social podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida desses cuidadores, inclusive no âmbito econômico, já que alguns interrompem suas atividades para dedicarem-se ao cuidado dos pacientes. Ressalta-se a importância de estudos relacionados aos impactos da Doença Falciforme sobre os cuidadores, auxiliando-os no processo precoce de identificação de possíveis comprometimentos emocionais e gerando estratégias para a promoção da saúde física e mental.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. RDC nº. 151, 21 agosto de 2001. Aprovar o Regulamento Técnico

sobre Níveis de Complexidade dos Serviços de Hemoterapia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Especializada a Saúde. Coordenação Geral de Sangue e Hemoderivados. Pedido de Acesso à informação [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <luciana.meloborges86@gmail.com> em 22 set. 2022.

CAICEDO, C. Families With Special Needs Children. Journal of the American Psychiatric Nurses Association, v. 20, n. 6, p. 398–407, nov. 2014.

CARTER, J. H. et al. Does age make a difference in caregiver strain? Comparison of young versus older caregivers in early-stage Parkinson's disease. Movement Disorders, v. 25, n. 6, p. 724–730, 3 mar. 2010.

DARBARI, D. S.; SHEEHAN, V. A.; BALLAS, S. K. The Vaso-Occlusive Pain Crisis in Sickle Cell Disease: Definition, Pathophysiology, and Management. European Journal of Haematology, v. 105, n. 3, 16 abr. 2020.

ELMSTÅHL, S. et al. The association between medical diagnosis and caregiver burden: a cross- sectional study of recipients of informal support and caregivers from the general population study "Good Aging in Skåne", Sweden. Aging Clinical and Experimental Research, v. 30, n. 9, p. 1023– 1032, 13 dez. 2017.

FARINHA, Francely Tineli et al. Influência da religiosidade/espiritualidade em cuidadores informais de crianças com leucemia. Revista Bioética [online]. 2022, v. 30, n. 4 [Acessado 21 Agosto 2024],

pp. 892-899. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/1983-80422022304579PT>

GOMES, M. V. et al. "Waiting for a miracle": Spirituality/Religiosity in coping with sickle cell disease. Revista Brasileira de Enfermagem [online]. 2019, v. 72, n. 6, , pp. 1554-1561. Available from: <<https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0635>>. Epub 21 Oct 2019. ISSN

1984-0446. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0635>.

GUIMARÃES, T. M. R.; MIRANDA, W. L.; TAVARES, M. M. F. O cotidiano das famílias de crianças e adolescentes portadores de anemia falciforme. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, v. 31, n. 1, p. 9-14, 2009.

KOUMOUTZIS, A. et al. Age Differences and Similarities in Associated Stressors and Outcomes Among Young, Midlife, and Older Adult Family Caregivers. *The International Journal of Aging and Human Development*, p. 009141502090526, 14 fev. 2020.

POPE, N. D. et al. Becoming a Caregiver: Experiences of Young Adults Moving into Family Caregiving Roles. *Journal of Adult Development*, v. 29, n. 2, 28 jan. 2022.

SÁ, C. L. P. de; LIMA, A. D. C. dos S.; PAIVA, A. L.; CONTREIRAS, D. G.; MORGADO, F. do

V.; CORRÊA, J. B. C. de; GONÇALVES, J. P.; RAMOS, K. S.; DIAS, L. E.; MAIA, M. A. da S.

Q.; PIMENTEL, M. de J. S.; COSTA, R. S. da; DOURADO, S. M.; SILVA, T. D. da; SILVA, V. C. A.; CORRÊA, V. C. R.; OLIVEIRA, J. M. de. Dos cuidados às dificuldades do cuidador em tempos de pandemia da COVID-19: uma revisão integrativa. *Brazilian Journal of Health Review*, [S. l.], v. 7, n. 2, p. e68602, 2024. DOI: 10.34119/bjhrv7n2-262.

SOUZA, L. R. et al.. Sobrecarga no cuidado, estresse e impacto na qualidade de vida de cuidadores domiciliares assistidos na atenção básica. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 23, n. 2, p. 140-149, abr. 2015.

#### FINANCIAMENTO

“O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil”.



## Capítulo 15

# RESULTADOS DE HISTEROSCOPIA REALIZADAS EM UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO: PAPEL DA ATENÇÃO PRIMÁRIA NA PREVENÇÃO E MANEJO DE PATOLOGIAS MALIGNAS DO TRATO REPRODUTIVO FEMININO

Taís Rodrigues Barros<sup>1</sup>  
Valdir Francisco Odorizzi<sup>2</sup>  
Eliane Patrícia Lino Pereira Franchi<sup>3</sup>

## RESUMO

As patologias malignas do trato reprodutivo feminino são de importante prevalência no cenário de saúde pública brasileira, com destaque para o câncer de colo de útero, quarta neoplasia maligna mais frequente em mulheres, e o de endométrio, sexta mais comum, porém cuja incidência vem aumentando em países desenvolvidos. Ambas as neoplasias originam-se, majoritariamente, de lesões precursoras, de modo que é papel dos profissionais da atenção primária conhecer as formas de prevenção e de reconhecimento de lesões ou de sintomas sugestivos de neoplasia. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o papel do exame de histeroscopia na atenção primária, bem como os resultados encontrados em pacientes submetidas a esse exame em uma unidade especializada, chamada Célula de Atendimento Ginecológico em Palmas-TO e as possíveis intervenções que podem ser realizadas a nível primário para diminuição na incidência de neoplasias do trato reprodutivo feminino. Foram analisados, no total, 192 laudos de histeroscopia, realizados todos via SUS pelo mesmo médico e aparelho. Os dados contidos são: nome, sexo e idade. A idade das mulheres apresentou média de 44,9 anos e 85,4% das que realizaram o exame apresentavam alguma alteração na cavidade endometrial, sendo que aproximadamente 41% das pacientes apresentavam pólipos.

Palavras-chave: Câncer, histeroscopia, atenção básica, sangramento uterino anormal.

---

<sup>1</sup>Graduanda em Medicina, PIBIC/UFT,, [barros.tais@mail.uft.edu.br](mailto:barros.tais@mail.uft.edu.br)

<sup>2</sup>Doutor em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, [vfo@mail.uft.edu.br](mailto:vfo@mail.uft.edu.br)

<sup>3</sup> Doutora em Doenças Tropicais pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" -UNESP, ITPAC- Porto Nacional, [fliane24@yahoo.com.br](mailto:fliane24@yahoo.com.br)

## INTRODUÇÃO

O câncer de colo de útero (CCU) constitui-se como a 4ª neoplasia maligna mais frequente em mulheres, excluindo-se o de pele não melanoma, sendo cerca de 85% dos casos de câncer de colo uterino diagnosticados em países menos desenvolvidos (FEBRASGO, 2019). No Brasil, representa o 3º mais incidente na população feminina, com destaque para região Norte - 2º mais incidente, 20,48 casos a cada 100 mil habitantes (em comparação aos 13,25/100 mil estimados para todo o território em 2023). No Tocantins, a incidência é de 22 casos a cada 100 mil habitantes, perdendo apenas para o câncer de mama (38,58/100 mil). Na capital Palmas, as estimativas são de 14,85/100 mil para o ano de 2023 (INCA, 2022). Com exceção do câncer de pele, esse tumor é o que apresenta maior potencial de prevenção e cura quando diagnosticado precocemente.

O estabelecimento dessa patologia inicia-se com lesões precursoras, as neoplasias intraepiteliais cervicais (NICs) ou adenocarcinoma in situ (AIS), que podem evoluir para invasão, num processo geralmente lento (FEBRASGO, 2019). Nesse sentido, o rastreamento e a detecção precoce dessas lesões, realizados ainda no âmbito na atenção primária, tornam-se fundamentais para o prognóstico das pacientes acometidas, bem como para prevenção de casos mais graves e melhoria da incidência e letalidade da patologia. Por serem passíveis de serem realizados na atenção primária, os profissionais de saúde que atuam nessa linha, com destaque para médicos e enfermeiros, devem conhecer o regime de rastreamento bem como os possíveis achados a partir da coleta de PCCU.

A atenção primária constitui-se como o eixo estruturante do SUS. As unidades de atenção primária devem representar o primeiro contato dos usuários com o sistema de saúde, sendo o primeiro serviço no qual as pacientes com indicação de rastreamento devem ser atendidas (TOMASI, et. al, 2015). Os serviços considerados de

atenção secundária e terciária devem servir de referência para um conjunto de unidades de atenção básica e disponibilizar atendimento mediante encaminhamento. Assim, a partir dos resultados desse primeiro exame, a paciente será encaminhada para serviços de maior complexidade, caso necessário, ou apenas manter o regime de prevenção na própria unidade.

Embora a colposcopia com biópsia seja o padrão-ouro para o diagnóstico do CCU, outros exames que avaliam o trato reprodutivo feminino podem ser necessários para complementar o diagnóstico ou avaliar o grau de lesão. Tendo em vista que a junção escamocolumnar (JEC) , região de metaplasia, é onde há maior probabilidade de aparecimento, é fundamental sua análise para diagnóstico de lesões. Como é uma região mutável cuja localização depende de outros fatores (como idade, ciclo menstrual e paridade da paciente), pode ser necessária a avaliação do canal endocervical para afastar a lesão.

Nesse sentido, a histeroscopia pode entrar como método de avaliação. A histeroscopia é o método padrão-ouro na avaliação endometrial, pois permite a visualização direta de toda cavidade uterina, possibilitando a identificação de patologias e biópsia de lesões suspeitas. Qualquer processo patológico intracavitário pode beneficiar-se do diagnóstico histeroscópico, além de oferecer resultados muito superiores aos obtidos pela dilatação e curetagem (ESTEVE, et al, 2012).

Diante disso, este estudo objetivou analisar os resultados de histeroscopia de mulheres que passaram por atendimento pela Célula de Atendimento Ginecológico localizada em uma unidade básica de saúde do município de Palmas-TO.

## MÉTODO E MATERIAIS

TIPO DE ESTUDO: Foi realizado um estudo descritivo de abordagem

quantitativa a partir de dados de atendimentos pregressos na chamada “Célula de Atendimento Ginecológico” localizada na UBS 409 Norte na cidade de Palmas-TO.

LOCAL DE ESTUDO: o território Kanela está localizado na Região Norte do Município de Palmas e, segundo dados do último censo, apresenta uma população total de 41.455 habitantes, que corresponde a 17,2% da população do município. Tal unidade é composta por 3 equipes de saúde da família e saúde bucal, cada uma abrangendo quadras específicas da região.

PERÍODO DE ESTUDO: a coleta de dados ocorreu no segundo semestre de 2023 e no primeiro semestre de 2024, momento que foi coletado os dados referentes aos atendimentos realizados nos anos de 2018 a 2022.

POPULAÇÃO DE ESTUDO: O estudo foi realizado a partir da coleta de informações das fichas de atendimento das pacientes e dos resultados obtidos dos exames histeroscópicos das mulheres atendidas. A população de interesse para o estudo consiste em mulheres que residem na região de saúde da 409 Norte. Foram incluídas todas as fichas das pacientes que realizaram os exames de histeroscopia no período delimitado no estudo.

PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS: após aprovação pela Secretaria municipal de saúde e Comitê de ética em Pesquisa, foram solicitados à UBS 409 Norte os resultados de exames de histeroscopias realizadas no período delimitado do estudo. Os pesquisadores foram realizar várias visitas a UBS, previamente agendadas com a coordenação e equipe local, de modo a não alterar a rotina de atendimento da unidade. As variáveis foram coletadas em planilha Excel.

**VARIÁVEIS:** A principal variável levada em consideração para análise foi a idade das pacientes, registrada junto dos resultados conclusivos das histeroscopias e das biópsias. Pela falta de acesso ao prontuário completo das pacientes, não foi possível determinar o tempo decorrido entre solicitação e entrada no laboratório. Raça/etnia, escolaridade e estado conjugal não foram coletados por não estarem registrados no banco de dados. A busca ativa das pacientes não foi possível, visto que os atendimentos na célula foram encerrados.

**ANÁLISE DOS DADOS:** A análise dos dados ocorreu por meio de tabulação das variáveis em planilha do Office Excel, e posterior análise descritiva (frequências absolutas/relativas, médias, desvios padrões) e estatística (teste  $X^2$  ou teste exato de fisher), utilizando Stata®18. Foram verificados os pressupostos de normalidade, sendo considerado intervalo de confiança de 95% e p-valor  $\leq 0,05$ . Gráficos e Tabelas foram construídos para melhor apresentação dos dados.

**ASPECTOS ÉTICOS:** O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Tocantins (UFT) com o CAAE nº 91394418.5.0000.5519.

## DADOS E DISCUSSÃO

Para a realização do presente estudo, foram coletados laudos de histeroscopias às quais foram submetidas pacientes do sexo feminino, de idade entre 22 e 77 anos, no período de maio de 2019 a dezembro de 2022. Os exames foram realizados no serviço de colposcopia da “Célula de Atendimento Ginecológico”, localizado na Unidade de Saúde 409 Norte, no município de Palmas-TO.

Foram analisados, no total, 192 laudos, todos realizados no mesmo serviço, com o mesmo aparelho e o mesmo médico. Todas as 192

histeroscopias foram realizadas via SUS. Os dados contidos são: nome, sexo e idade da paciente. Não foram informados raça/etnia ou estado civil. No que tange ao exame propriamente dito, foram descritos dados técnicos, canal cervical, orifício interno, cavidade endometrial, óstios tubários, biópsia, procedimento realizado e conclusão.

A tabela 1 demonstra as frequências absolutas e relativas dos resultados extraídos dos exames de histeroscopia, sendo que a idade das mulheres apresentou média de 44,9 anos, desvio padrão de 10,07 anos, variando de 22 a 77 anos. A figura 1 apresenta a distribuição das idades das mulheres participantes do estudo.

Tabela 1: Descrição dos exames histeroscópicos das mulheres atendidas na célula ginecológica da unidade de saúde da 409 Norte, Palmas-TO.

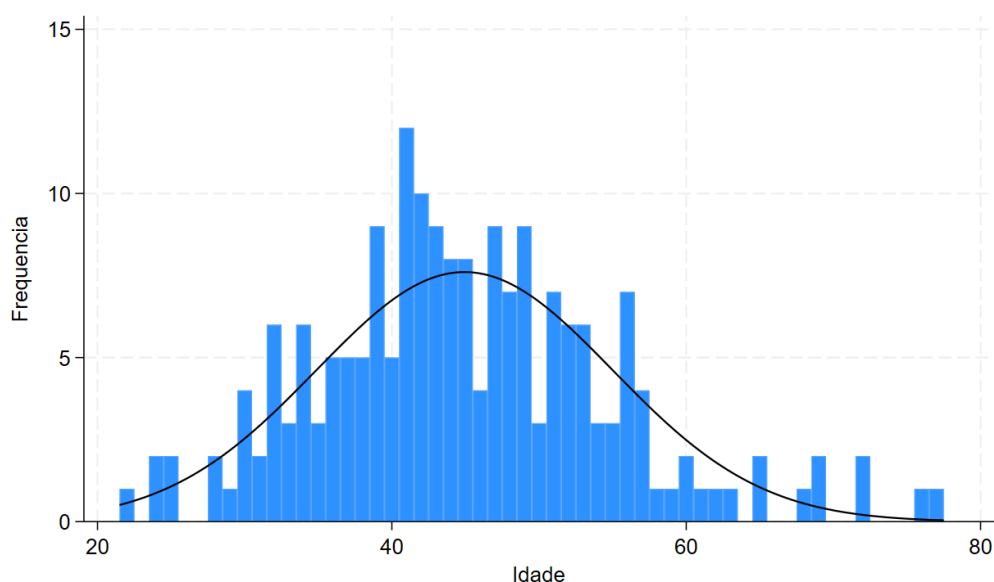
Total (n=192)		Total (n=192)	
Variáveis	n (%)	Variáveis	n (%)
<i>Faixa etária</i>		<i>Óstios tubários</i>	
20-29 anos	8 (4,16)	Visualizado/ normal	148 (77)
30-39 anos	48 (25)	Não visualizado	39 (20,5)
40-49 anos	81 (42,18)	Alterado	3 (1,5)
50-59 anos	41 (31,35)	Ignorado	2 (1)
60-69 anos 70 ou + anos	10 (5,2) 4 (2,11)		
<i>Canal cervical</i>		<i>Biópsia</i>	
Normal	157 (81,77)	Sim	87 (45,3)
Alterado	35 (18,23)	Não	105 (54,7)
<i>Orifício interno</i>		<i>Conclusão</i>	
Normal	186 (97)	Normal	24 (12,5)
Alterado	3 (1,5)	Alterado	167 (87)
Ignorado	3 (1,5)	Inconclusivo	1 (0,5)
<i>Cavidade endometrial</i>		<i>Alterações</i>	
	23 (12)	Pólipos Miomas	98 (51)

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Normal	Alterado	168 (87,5)	29 (15,1)
Ignorado		1 (0,5)	

A maioria das pacientes submetidas à histeroscopia estavam na faixa etária de 40-49 anos (42,18%), enquanto somente 2,11% delas estavam acima dos 70 anos na data da realização do exame. 77% dos óstios tubários foram visualizados e encontravam-se sem alterações.

Figura 1: Distribuição das idades das mulheres com histeroscopias realizadas na célula de atendimento ginecológico da 409 Norte, Palmas-TO.

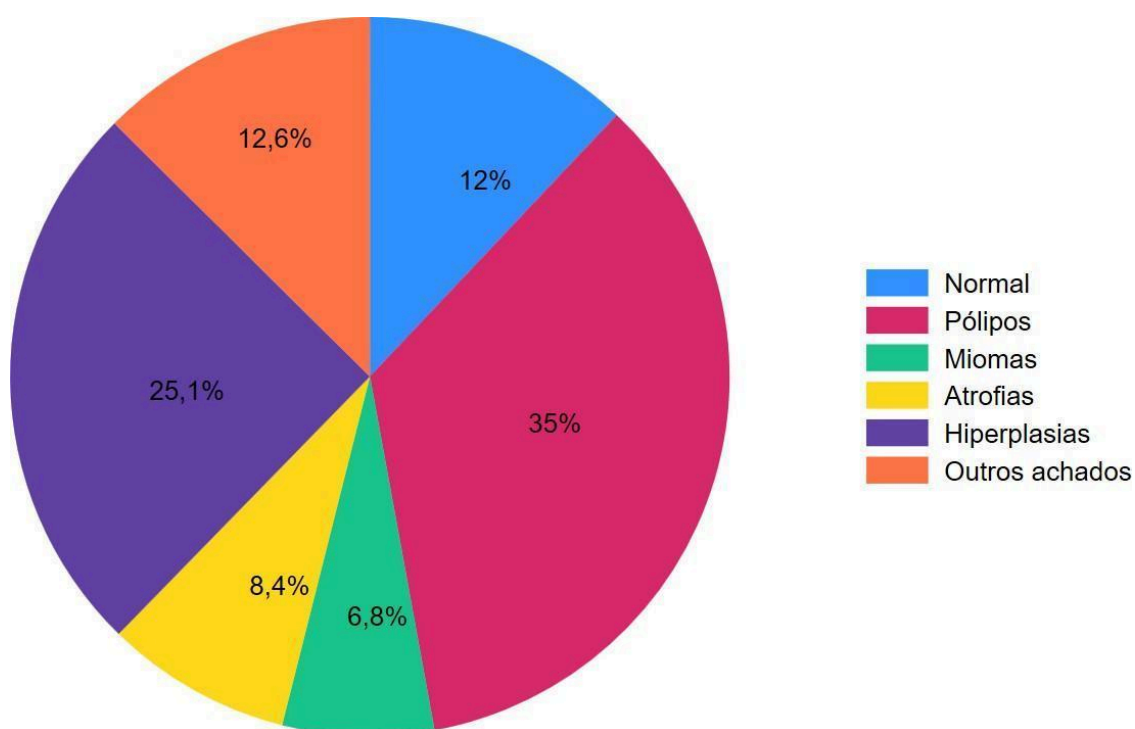


Dentre as pacientes que realizaram o exame, 85,4% apresentavam alguma alteração na cavidade endometrial, enquanto 14,6% do total apresentavam cavidade endometrial normal e condizente com o período do ciclo menstrual em que a paciente se encontrava. Hiperplasia endometrial, atrofia endometrial, pólipos e miomas constituíam algumas das alterações encontradas e, sendo que aproximadamente 41% das pacientes apresentavam pólipos e 15,1%, miomas, sendo ambos encontrados no canal cervical, na cavidade endometrial ou em ambos.

A maioria dos pacientes com a presença e 45,3% das pacientes

tiveram material coletado para biópsia de endométrio. 88% dos laudos das histeroscopias realizadas vieram alterados, conforme apresentado na figura 2.

Figura 2: Resultados conclusivos das histeroscopias coletadas de mulheres atendidas na célula de atendimento ginecológico da unidade de saúde da 409 Norte, Palmas-TO.



A tabela 3 demonstra a análise de associação entre os achados do canal cervical, orifício interno, cavidade endometrial e conclusão da histeroscopia agrupados por idade, sendo possível confirmar que a idade mais avançada (46 anos ou mais) apresenta maior relação com alterações no exame.

Tabela 3: Principais achados histeroscópicos segundo a idade das mulheres atendidas na célula de atendimento ginecológico da unidade de saúde da 409 Norte, Palmas-TO.

Características	Até 45 anos n(%)	46 anos ou + n(%)	p-valor
-----------------	------------------	-------------------	---------



Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

<i>Canal cervical</i>	92(58,6)	65(41,4)	0,165*
Normal Alterado	16(45,7)	19(54,3)	
<i>Orifício interno</i>	106(56)	83(43,9)	0,594**
Normal Alterado	2(66,7)	1(33,3)	
<i>Cavidade endometrial</i>	21(75)	7(25)	0,030**
Normal Alterado	87(53)	77(47)	
<i>Conclusão</i>	19(82,6)	4(17,4)	0,005**
Normal Alterado	88(52,4)	80(47,6)	

\* teste X<sup>2</sup> de Pearson; \*\*teste exato de fisher.

Os resultados das análises de laudos no presente estudo corroboram com achados de outros estudos anteriormente realizados em populações distintas da estudada. Leal e Souza, 2024, realizaram um levantamento de prontuários de 36 pacientes acompanhadas em um hospital público do Distrito Federal, onde a maioria (55,6%) apresentou idade superior a 60 anos. Além disso, 41,7% apresentaram faixa etária entre 50 e 60 anos, totalizando 97,3% das pacientes com idade superior a 50 anos.

Em consonância com os dados encontrados no estudo realizado no DF, é relatado na literatura que os casos de CE usualmente são observados em pacientes na pós menopausa e com idade superior a 50 anos (OLIVEIRA; MEDEIROS, 2020) (SILVA; FALLER; CHAVES, 2019) (LEAL;SOUZA, 2024). Em um estudo observacional, retrospectivo, do tipo coorte transversal, que foi realizado a partir da coleta de dados em prontuário das pacientes que foram submetidas ao exame da histeroscopia diagnóstica em Hospital Universitário (GARCIA, et al, 2024), foram incluídas 3.804 pacientes do sexo feminino, com idades entre 18 e 92 anos, idade média estimada em torno de 49,97 anos com um desvio padrão de 13,18 anos.

Todas as pacientes foram submetidas à histeroscopia e 81% delas apresentaram alterações nos exames. O achado mais comum foi a

presença de pólipos na cavidade, acometendo 50% das pacientes. Identificou-se que 13.2% das pacientes apresentaram miomas ao exame.

Apenas 12% das participantes apresentaram espessamento endometrial à visualização direta, sendo que um total de 54 pacientes (1.5%) apresentaram sinais sugestivos de malignidade. Em relação à estenose cervical, 11% das pacientes apresentaram esse achado. Porém, apenas 6% de todos os exames realizados foram interrompidos por dor (GARCIA, et al, 2024).

As principais alterações encontradas nas pacientes submetidas à histeroscopia, tanto no presente estudo quanto na literatura nacional e internacional, foram pólipos endometriais, distúrbios intrauterinos localizados que podem causar sangramento uterino anormal. Como abordado por Dias et al. (2013), o caráter aparentemente benigno, associado à frequente ausência de sintomas, muitas lesões são subnotificadas, o que dificulta a determinação da real incidência dos pólipos endometriais. Estima-se que a prevalência seja bastante elevada, atingindo cerca de 25 a 30% da população, sendo maior entre mulheres com idades entre 40 e 60 anos, e duas vezes mais comum no período pós-menopausa.

Conforme Dias et al. (2013), acredita-se que um ambiente hiperestrogênico, ao promover uma proliferação tanto focal quanto difusa do endométrio, seja responsável pela formação dos pólipos. Dependendo da suscetibilidade da mulher e do tempo de exposição, esse ambiente pode, inclusive, causar alterações atípicas e neoplásicas. No endométrio normal, os processos de proliferação e apoptose celular são influenciados pela concentração de esteroides sexuais.

Dessa forma, tanto o estrogênio quanto a progesterona atuam no crescimento das glândulas endometriais, do tecido estromal e das artérias espiraladas, criando condições propícias para o desenvolvimento de pólipos. Clinicamente, esses pólipos podem ser

assintomáticos em até 80% dos casos, sendo comum o diagnóstico incidental em exames de ultrassonografia pélvica transvaginal rotineiros.

Quando apresentam sintomas, manifestam-se mais frequentemente como sangramento uterino anormal, em suas diversas formas, podendo ou não estar associado à dismenorreia. Dependendo da localização, do tamanho e da quantidade, as lesões polipoides podem causar infertilidade ou abortos recorrentes com frequência. A incidência de câncer de endométrio associado aos pólipos está em torno de 3,5% e como fatores de risco para o seu desenvolvimento, bem como para sua malignização, são considerados os mesmos fatores associados ao câncer de endométrio, tais como idade avançada, nuliparidade, menarca precoce, menopausa tardia, obesidade, hipertensão, diabetes e uso de tamoxifeno.

A histeroscopia é o exame padrão-ouro para avaliação da cavidade endometrial. A ultrassonografia e dilatação e curetagem uterina (D&C) foram métodos bastante utilizados para detecção de lesões endometriais, porém resultados falsos negativos a partir de estudos ultrassonográficos são frequentes e a dilatação e curetagem consiste na coleta às cegas do material. Um estudo realizado por Bedner e Rzepka-Górska (2007) revelou que a histeroscopia com biópsia direta foi mais sensível que dilatação e curetagem na avaliação de patologias uterinas. De um total de 734 pacientes, a histeroscopia não conseguiu diagnosticar apenas quatro casos de patologia endometrial, em comparação com 21 casos não diagnosticados por D&C (BEDNER; RZEPKA- GÓRSKA, 2007).

Assim, com o advento da histeroscopia, são preferíveis técnicas minimamente invasivas de avaliação endometrial. Além disso, a histeroscopia permite a visualização direta da cavidade endometrial e, conseqüentemente da lesão, propiciando uma melhor abordagem. Pacientes que necessitam de biópsia de endométrio devem ser

submetidas à histeroscopia para realização da biópsia guiada com posterior encaminhamento do material para anatomopatológico.

De acordo com Lee et al (2008), a histeroscopia diagnóstica em pacientes com forte suspeita de câncer é indicada no sangramento uterino anormal e espessamento endometrial, casos que necessitam de biópsia para diferenciar entre hiperplasia endometrial atípica e câncer, e no acompanhamento do câncer endometrial que estão recebendo tratamento para preservação da fertilidade.

Outras aplicações da histeroscopia no diagnóstico e tratamento do câncer uterino incluem a diferenciação entre adenocarcinomas endometriais e cervicais, além da verificação da extensão cervical do câncer endometrial quando fragmentos tumorais são observados na curetagem endocervical. Conforme Manchada e Thapa (2020): Os achados histológicos são classificados como normais se forem atróficos ou hipotróficos e como anormais em casos de pólipos endometriais, miomas submucosos, endometrites, adenomiose, hiperplasia endometrial e câncer endometrial (TANDULWADKAR, 2009).

As pacientes com lesões endometriais podem apresentar-se como sintomáticas ou assintomáticas, sendo o principal sintoma o sangramento uterino anormal, especialmente pós ou perimenopausa. Na maioria dos casos, este sinal de alerta leva ao diagnóstico precoce e, neste momento, o câncer provavelmente ainda está restrito à cavidade uterina, havendo bom prognóstico, com 63% das pacientes apresentando cura com 5 ou mais anos de tratamento (LEAL; SOUZA, 2024).

Conforme dissertado por Leal e Souza (2024): “O câncer de endométrio (CE) é a sexta neoplasia mais comum, a nível mundial, nas mulheres. Cerca de 90% dos casos são registrados em pacientes com faixa etária superior a 50 anos (MIGUEZ, et al., 2022) (LUCENA, et al., 2021; SUNG, et al., 2021). Observa-se, atualmente, aumento da incidência do CE em países desenvolvidos, sendo os dois principais fatores que contribuem para isso, a alta prevalência de obesidade

por mudanças no estilo de vida e o aumento da expectativa de vida nestes países (YASIN, et al., 2021) (AMANT, et al., 2018) (...). Associa-se à obesidade, a presença de inflamação crônica, sendo observado a produção aumentada de citocinas pró-inflamatórias, como o fator de necrose tumoral (TNF-alfa), a Interleucina-6 (IL-6) e proteína C reativa.

Outro mecanismo está relacionado à excessiva conversão periférica de androgênios em estrona pelas células adiposas, contribuindo para a hiperplasia endometrial e, muitas vezes, evoluindo para a carcinogênese (MORAES, et al., 2023) (YASIN, et al., 2021) (PASSARELLO, et al., 2019)".

Conforme Tomás et al (2016) a histeroscopia tornou-se de grande relevância no diagnóstico complementar de patologias intra-uterinas, com bom custo-benefício a qualquer sistema de saúde. Ao longo dos anos a histeroscopia tem sido realizada em centro cirúrgico, num modelo inpatient, ou seja, com internação hospitalar de aproximadamente 24h e realização de exames pré-operatórios, consulta prévia de anestesiologia e anestesia, geral ou local, durante o procedimento. No entanto, ao longo dos últimos 20 anos, os avanços tecnológicos, possibilitaram que o mesmo procedimento pudesse ser realizado no próprio consultório (TOMAS, et al, 2016).

Esta constitui uma estratégia de menor risco para o binômio médico e paciente e também de menor custo, tanto para o profissional de saúde que a realiza, quanto para o serviço que a oferece. No estudo de Wortman, Dagget e Ball (2013), mulheres submetidas à histeroscopia de consultório, mostraram-se em sua maioria satisfeitas com o procedimento realizado via ambulatorial e expressaram preferência por esse modelo de histeroscopia. Nesse sentido, seja para melhor direcionamento de recursos, seja pelo bem-estar da paciente, no momento do encaminhamento para histeroscopia, deve-se preferir a realização do procedimento via ambulatorial, como foi o caso do presente estudo.

Tendo em vista que há associação entre fatores de risco

modificáveis e hiperplasia endometrial com possível carcinogênese, a educação em saúde ao nível de atenção primária deve ser realizada. Embora não haja medidas específicas de rastreio para Câncer Endometrial ou visibilidade no que tange a políticas de saúde pública (como no caso do Câncer de Colo de Útero), pacientes que se enquadram no perfil epidemiológico ou que apresentem fatores de risco consideráveis devem ser orientadas sobre sinais de alerta e quando buscar o serviço de saúde.

A principal estratégia para o diagnóstico precoce e consequente aumento nas chances de sucesso no tratamento e sobrevida das pacientes consiste ainda na realização regular de exames ginecológicos, como citologia e a ultrassonografia transvaginal, pois podem identificar alterações endometriais sugestivas de neoplasia (BURNELL, et al., 2020).

Embora não sejam exames específicos para rastreio de CE, tais exames podem auxiliar na intervenção precoce e são exames passíveis de serem solicitados e realizados na atenção básica. Além dos exames de rotina, é importante estar atento aos sintomas que podem indicar a presença do câncer de endométrio. O principal sintoma é o sangramento vaginal anormal, porém outros como dor pélvica, dor e/ou sangramento após relação sexual, aumento da frequência urinária e perda de peso inexplicada também são sinais de alarme (FIDELIS; COSTA, 2024).

Caso esses sintomas sejam observados, é fundamental buscar atendimento médico para a realização de exames complementares sendo, no SUS, consultas em atenção primária o primeiro atendimento. Assim, é fundamental o conhecimento dos profissionais sobre tais sintomas, bem como quais exames de rotina ginecológicos e complementares devem ser realizados antes de encaminhar a paciente com suspeita de neoplasia para serviços de maior complexidade.

Deve-se discutir sobre mudanças no estilo de vida, principalmente

no combate à obesidade e resistência insulínica, fatores de risco não só para câncer de endométrio, mas também para outras patologias oncológicas e não-oncológicas (SCHMANDT, et al., 2011).

O excesso de peso está associado a um maior risco de desenvolvimento do câncer de endométrio, pois o tecido adiposo produz estrogênio, hormônio que pode estimular o crescimento anormal das células do endométrio.

Em consonância com O'Mara e Crosbie (2020) o uso de contraceptivos orais também pode ajudar a reduzir o risco de câncer de endométrio. Os contraceptivos orais contêm hormônios que podem regular o ciclo menstrual e diminuir a frequência da ovulação, reduzindo assim a exposição do endométrio a estrogênios. Os profissionais da APS devem se atentar para prescrição sempre combinada de estrogênio e progesterona, pois a segunda contrapõe-se ao efeito proliferativo endometrial dos estrogênios. Pode-se optar também pela prescrição isolada de progesterona, seja em sua forma micronizada por via oral ou em outras formas de administração.

A terapia hormonal pós-menopausa deve ser feita de forma cautelosa, pois o uso prolongado e sem supervisão médica pode aumentar o risco de câncer de endométrio (ARAUJO JUNIOR; ATHANAZIO, 2007). Os riscos e benefícios da terapia hormonal devem ser discutidos antes de iniciar o tratamento. Sabe-se que as causas mais frequentes do espessamento endometrial na pós menopausa são condições benignas, no entanto as neoplasias malignas também podem ser a causa de espessamento endometrial, embora menos comuns, devem ser suspeitadas em casos de sangramento uterino anormal (Guimarães, et al., 2020). O uso do tamoxifeno também deve ser levado em consideração por sua associação ao CE de endométrio.

É importante atentar-se também para a síndrome de Lynch, a qual refere-se a uma condição genética relacionada a um risco em

potencial de neoplasia de endométrio e ovário em mulheres. Pacientes com histórico familiar de câncer de endométrio ou síndrome do câncer colorretal hereditário podem necessitar de avaliação especializada com geneticista para avaliar o risco e discutir a possibilidade de realizar testes genéticos, sendo papel dos profissionais da atenção primária identificar fatores de risco e o momento de encaminhamento para especialista a fim de evitar gastos desnecessários.

Essas medidas, embora não sejam específicas para prevenção de patologias malignas do trato reprodutivo feminino, podem ser incrementadas nas orientações em atendimentos no nível de atenção primária.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no estudo realizado no presente trabalho, é evidente que, no que tange a patologias malignas do trato reprodutivo feminino, os profissionais da atenção primária podem e devem atuar no rastreio e na prevenção de possíveis lesões que podem evoluir com carcinogênese e na orientação sobre possíveis hábitos que podem diminuir a chance de desenvolvimento de tais patologias, sendo o encaminhamento para especialistas feito somente após a realização dessa primeira abordagem na atenção primária à saúde.

Em relação ao câncer de colo de útero, deve-se conhecer o regime de o regime de rastreamento, a técnica correta de coleta do Papanicolau e os possíveis achados a serem obtidos, bem como proceder em relação a cada achado, principalmente a respeito de quando devem ser realizados novos exames, como colposcopia com biópsia e histeroscopia.

A histeroscopia, embora considerada o exame padrão-ouro para avaliação da cavidade uterina e detecção de patologias intrauterinas malignas (YELA, et al., 2011), não é empregada na rotina ginecológica, não sendo, portanto, o primeiro exame a ser realizado em pacientes



com queixas de sangramento uterino anormal ou outras queixas ginecológicas que se associam ao CE.

As pacientes que se enquadram no perfil epidemiológico de CE e aquelas pós-menopausa, devem ser orientadas sobre fatores de risco, como obesidade, resistência insulínica, uso de estrogênios ou tamoxifeno e Síndrome de Lynch, bem como sobre sinais de alarme, com destaque para o sangramento uterino anormal. Antes de serem encaminhadas para histeroscopia, tais pacientes devem ser orientadas e submetidas a exames de rotina ginecológica, principalmente devido ao alto custo do exame de histeroscopia, ainda que realizado em regime ambulatorial. As pacientes que devem ser submetidas à histeroscopia são principalmente as pós-menopausadas, com idade média superior a 50 anos. Os principais achados histeroscópicos são benignos, com destaque para pólipos, porém a biópsia endometrial é mandatória para exclusão ou diagnóstico de neoplasias.

#### REFERÊNCIAS

- AMANT, F., et al..Cancer of the corpus uteri. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, 2018; 143: 37-50.
- ARAÚJO JÚNIOR, N. L. C.; ATHANAZIO, D. A. Terapia de reposição hormonal e o câncer do endométrio. *Cadernos de Saúde Pública* 2007; 23(11) doi: 10.1590/S0102- 311X2007001100009.
- BATISTA, M. G.;RAMOS, K. da S.; & ALMEIDA COSTA, C. B.. Perfil Sociodemográfico e Clínico de Mulheres com Câncer do Colo do Útero Associado ao Estadiamento Avançado. *Revista De Ciências Da Saúde Nova Esperança*, 15(2), 77-87 out/2017.
- BEDNER, R.; RZEPKA-GÓRSKA, I.. Hysteroscopy with directed biopsy versus dilatation and curettage for the diagnosis of endometrial hyperplasia and cancer in perimenopausal women. *European Journal of Gynaecological Oncology*, 2007;28(5):400-2.
- BURNELL, M.; GENTRY-MAHARAJ, A.; GLAZER, C.; KARPINSKYJ, C.; RYAN,

A.;

APOSTOLIDOU, S.. Serial endometrial thickness and risk of non-endometrial hormone- dependent cancers in postmenopausal women in UKCTOCS. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, v. 56, n. 2, p. 267-275, 2020. Doi: <https://dx.doi.org/10.1002/uog.21894>.

CARVALHO, M. L. O; PIROTTA, K. C. M.; SCHOR, N. Participação masculina na contracepção pela ótica feminina. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 23-31, fev. 2001.

CARVALHO NETO, F. A. C. B., et al.. Perfil de mulheres com câncer de endométrio acompanhadas em um hospital de referência de Pernambuco: estudo coorte. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade Pernambucana de Saúde, Graduação em Medicina, Recife, 2021.

CLARK, T. J., et al.. Accuracy of hysteroscopy in the diagnosis of endometrial cancer and hyperplasia: a systematic quantitative review. *JAMA*, 2002 Oct 2;288(13):1610-21. doi: 10.1001/jama.288.13.1610.

ESTEVE, M; CRISPI FILHO, D.; MACHADO, S.; GURGEL, E.. Indicações da histeroscopia diagnóstica e cirúrgica. In: CRISPI, C; OLIVEIRA, F; DAMIAN JÚNIOR, J; OLIVEIRA, M; RIBEIRO, P. *Tratado de Endoscopia Ginecológica: Cirurgia Minimamente Invasiva*. 3. ed. Rio de Janeiro: Revinder; 2012. p.496-507.

FERNANDES, César Eduardo; SILVA DE SÁ, Marcos Felipe.. *Tratado de Ginecologia* FEBRASGO. São Paulo: Elsevier; 2018.

FIDELIS, L. M. N. de V; COSTA, L. L.. Câncer de endométrio - diagnóstico precoce e estratégias de prevenção. *Brazilian Journal of Health Review*, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 1343-1355, 2024. DOI: 10.34119/bjhrv7n1-102.

GUIMARÃES, L. C.; GARCIA, P. L.; SANTOS, V. H. F.; LIMA, M. F. P.. Achados histopatológicos em amostras de espessamento endometrial pós-menopausa. *Revista Médica de Minas Gerais*, v. 30, 2020. Doi: <https://rmmg.org/exportar-pdf/2723/e30115>.

HOFFMAN, Barbara L. et al. *Ginecologia de Williams*. 2ª. Ed. Porto

Alegre: McGraw- Hill Artmed; 2013.

LEAL, M. da S.; SOUZA, S. M. de P. Avaliação do perfil epidemiológico de pacientes diagnosticadas com câncer de endométrio em um hospital regional do Distrito Federal. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 24(5), e16028. <https://doi.org/10.25248/reas.e16028.2024>.

LEE, C. L.; HUANG, K. G.; CHEN, H. L.; YEN, C. F. The roles of endoscopy in endometrial cancer. *Taiwan Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2008 Dec;47(4):379-83. doi: 10.1016/S1028-4559(09)60002-4.

MANCHANDA, R.; THAPA, S.. An overview of the main intrauterine pathologies in the postmenopausal period. *Climacteric*, v.23, n. 4, 2020. DOI: 10.1080/13697137.2020.1776694

MIGUEZ, I. M., et al. Análisis del cáncer de endometrio en un hospital universitario de Ourense, España. *Ginecologia y Obstetricia de México*, 2022; 90 (10): 819-825.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR

GOMES DA SILVA (INCA). Diretrizes brasileiras para o rastreamento do câncer do colo do útero. 2. ed. rev. atual – Rio de Janeiro: INCA, 2016.

MORAES, J. M. S., et al. Obesidade como fator de risco para o desenvolvimento de Câncer do Endométrio. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 2023; 16(8): 1076-1085.

OLIVEIRA, A. N.; MEDEIROS, F. das C.. Avaliação da influência dos fatores de risco, da presença de sangramento pós-menopausa e da espessura do eco endometrial em mulheres com diagnóstico de câncer de endométrio. 2020. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Mestrado Profissional em Saúde da Mulher e da Criança, Fortaleza, 2020.

O'MARA, T. A.; CROSBIE, E. J. Polygenic risk score opportunities for early detection and prevention strategies in endometrial cancer. *British Journal of Cancer*, v. 123, n. 7, p. 1045– 1046, 6 Jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1038%2Fs41416-020-0959-7>.

PASSARELLO, K., et al. Endometrial Cancer: An Overview of

Pathophysiology, Management, and Care. *Seminars in Oncology Nursing*, 2019; 35(2): 157-65.

PATTERSON, David A.; HENNESSY, John L.; Organização e projeto de computadores:

a interface hardware/software. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

SCHMANDT, R. E., et al.. Understanding obesity and endometrial cancer risk: opportunities for prevention. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 2011, Volume 205, Issue 6, 518 - 525.

SILVA, C. L.; FALLER, A. L. K.; CHAVES, G. V.. Consumo de alimentos ultraprocessados por mulheres com câncer de endométrio. 2019. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Programa de Pós- Graduação em Nutrição Clínica, Rio de Janeiro, 2019.

SUNG, H., et al..Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: a Cancer Journal for Clinicians*, 2021; 71(3): 209-49.

TANDULWADKAR, S.; DESHMUKH, P.; LODHA, P.; AGARWAL, B..

Hysteroscopy

in postmenopausal bleeding. *J Gynecol Endosc Surg*, 2009;1:89-93.

TOMASI, Elaine et al.. Estrutura e processo de trabalho na prevenção do câncer de colo de útero na Atenção Básica à Saúde no Brasil: Programa de Melhoria do Acesso e da Qualidade – PMAQ. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, Recife, 15 (2): 171-180 abr. / jun., 2015.

WALID, M. S.; HEATON, R. L.. Office Hysteroscopy & Healthcare Efficiency. *Proceeding in Obstetrics and Gynecology*, 2011; November 2(2): Article 2 [ 5 p.].

WORTMAN, M.; DAGGETT, A; BALL, C.. Operative hysteroscopy in an office-based surgical setting: review of patient safety and satisfaction in 414 cases. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, 2013 Jan-Feb;20(1):56-63. doi: 10.1016/j.jmig.2012.08.778

WUNSCH FILHO, V.; KOIFMAN, S. Tumores malignos relacionados com

o trabalho. In: MENDES, R. (Coord.). Patologia do trabalho. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. p. 990-1040.

YASIN, H. K.; TAYLOR, A. H.; AYAKANNU, T.. A Narrative Review of the Role of Diet and Lifestyle Factors in the Development and Prevention of Endometrial Cancer. *Cancers*, 2021; 13(9): 2149.

YELA, D. A.; HIDALGO, S. R.; PEREIRA, K.C.; GABIATTI, J. R.; MONTEIRO, I. M..

Comparative study of transvaginal sonography and outpatient hysteroscopy for the detection of intrauterine diseases. *Acta Médica Portuguesa*, 2011, Dec. 29;24:65-70.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins.

## Capítulo 16

### Perfil clínico e os Graus de Incapacidade em hanseníase em Tocantins

Samia Salim Leocadio  
Marcela Antunes Paschoal Popolin

#### RESUMO

**Introdução:** A hanseníase é uma doença que atinge pele, nervos periféricos e gera incapacidades se tratada de forma tardia. É incapacitante, pois compromete a autonomia, corpo e saúde mental. É classificada em Graus de Incapacidade Física 0,1 e 2, sendo o grau 2 determinado pela presença de deficiências visíveis, atreladas ao diagnóstico tardio. **Objetivo:** Analisar os fatores associados às incapacidades físicas no Estado do Tocantins no período de 2017 a 2023. **Metodologia:** Estudo transversal em que foram considerados os casos com graus de incapacidade física notificados pelo SINAN. Foram realizadas análises descritivas com contagem de frequência e a aplicação do teste qui-quadrado, considerando  $p < 0,05$ . **Resultados:** 4530 casos com incapacidade física, sendo 3449 (76,1%) com GIF 1 e 1081 (23,9%) com GIF 2. Predominância no sexo masculino: GIF 1 (55,6%), GIF 2 (66,9%); raça parda: GIF 1 (63,3%), GIF 2 (64,4%); escolaridade: GIF 1 (17,9%) ensino médio completo, GIF 2 (20,1 %) 1º à 4ª série do ensino fundamental; faixa etária: 15 e 59 anos em ambos: GIF 1 (71,4%), GIF 2 (61,7%); modo de entrada: caso novo GIF 1 (74,9%), GIF 2 (20,5%); formas clínicas: dimorfa: GIF 1 (77,2%), GIF 2 (69,5%) tipo de saída: cura: GIF 1 (63%) e GIF 2 (54,9%). **Teste de associação:**  $p = 0,0000$  para todas as variáveis. **Considerações Finais:** As variáveis demográficas e de saúde avaliadas apresentaram associação com os graus de incapacidade de hanseníase no Tocantins.

**Palavras-chave:** Hanseníase; Diagnóstico tardio; Grau de Incapacidade.

## INTRODUÇÃO

A hanseníase é um agravo de importância epidemiológica e social, permanece ainda como um problema de saúde pública e configura-se como a principal causa de deficiência e incapacidades. É uma doença milenar, que carrega consigo um estigma impregnado e dissociado tanto pela sociedade quanto pela pessoa que a tem (Hespanhol, Domingues, Figueiredo, 2021).

Por ser negligenciada, atinge principalmente as regiões onde as desigualdades sociais estão presentes. Logo, os fatores socioeconômicos têm grande influência sobre a doença. Atrasos no diagnóstico, diagnósticos equivocados (falta de conhecimento pelos profissionais da saúde) e negação/vergonha da doença são alguns dos fatores que podem influenciar no tratamento precoce para hanseníase e acarretar incapacidades físicas (Hespanhol, Domingues, Figueiredo, 2021).

O Grau de Incapacidade Física (GIF) é uma medida que indica a existência de perda da sensibilidade protetora e/ou deformidade visível em olhos, mãos e pés, consequência da lesão neural. É um indicador epidemiológico utilizado na avaliação que determina a precocidade do diagnóstico e o sucesso das ações que visam à interrupção da cadeia de transmissão. É classificada em GIF 0, 1 e 2, sendo o grau 2 determinado pela presença de deficiências visíveis nos segmentos avaliados (Brasil, 2017).

A busca por incapacidades físicas nos pacientes diagnosticados é uma das etapas contempladas na avaliação neurológica, todavia, a falta de qualificação dos profissionais e o diagnóstico tardio dos casos contribuem para as altas taxas de incapacidades físicas. Enquanto isso, a realização do diagnóstico com incapacidade instalada sugere a falha nos serviços de saúde, contribuindo para a permanência de casos não diagnosticados precocemente que evoluem para deformidades, incapacidades e para a continuidade da

cadeia de transmissão (Silva et al., 2014; Nardi et al., 2006).

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2022, foram registrados 174.087 casos novos de hanseníase, com uma taxa de detecção de 21,8 casos por milhão de habitantes e um total de 9.554 casos com grau dois de incapacidade (GIF 2), representando uma taxa de 1,2 casos por um milhão de habitantes, tendo o Brasil como um país prioritário (Brasil, 2023). No mesmo ano, no Brasil, foram notificados mais de 27.864 casos novos de hanseníase, dos quais 21.851 foram classificados como multibacilares e 1.545 detectados em menores de 15 anos. Quanto ao grau de incapacidade física, dentre 23.843 pacientes avaliados no momento do diagnóstico, 2.351 apresentaram GIF2 (Brasil, 2023).

No Brasil, um número grande de pacientes é diagnosticado tardiamente, com a presença de incapacidades e deformidades, contribuindo para o estereótipo da doença. O preconceito e a discriminação geram uma demora na detecção e no tratamento, colaborando também para o surgimento de sequelas psicológicas, como a depressão, o isolamento social, a perda da capacidade laborativa e implicações socioeconômicas (Mármora, Lurdes, 2017).

Nesse sentido, existem fatores de ordem social, econômica, racial, fisiológica e moral que estão associados às incapacidades. Por mais que a hanseníase não escolha o indivíduo a qual infectar, as incapacidades apresentam-se frequentemente na população mais carente e exposta às iniquidades sociais (Pieri et al., 2012). Um estudo descritivo do perfil epidemiológico dos casos novos de hanseníase no país, observou uma taxa média de 10,53 casos para cada milhão de habitantes diagnosticados com GIF 2, com uma média de 2.042 pessoas/ano no período estudado (Brasil, 2018).

Outro estudo demonstrou que em algumas localidades brasileiras, os GIF 1 e 2 no momento do diagnóstico alcançaram valores de 27,8% e 14,8%, respectivamente (Melão et al. 2011). Mais estudos (Brasil, 2001; Nardi et al., 2012; Buna et al., 2015; Ribeiro, Lana, 2015) que investigaram



o GIF no momento do diagnóstico, apontou que 60% dos pacientes já apresentavam algum grau de incapacidade e 23% dos doentes adquiriram algum grau de incapacidade após o tratamento medicamentoso.

Logo, é relevante destacar a importância da busca ativa, da investigação qualificada dos contatos e da orientação ao autocuidado, visto que são estratégias importantes para a prevenção das incapacidades físicas na hanseníase, além do diagnóstico precoce e o tratamento oportuno dos casos (Brasil, 2020). Diante do exposto, identificar o perfil clínico epidemiológico dos casos com graus de incapacidade, poderá contribuir para a diminuição de novos casos detectados tardiamente e no controle da transmissão da doença, uma vez que, possibilita conhecer quem adoece (baseado em culturas, crenças, fatores socioeconômicos, geográficos etc.) bem como identificar os fatores associados às incapacidades físicas que tanto prejudicam os acometidos, e deixam sequelas, muitas vezes não reversíveis.

Assim, o presente estudo tem como objetivo geral identificar os graus de incapacidade física (GIF) dos casos notificados de hanseníase no Estado do Tocantins. E como objetivos específicos caracterizar o perfil clínico epidemiológico dos casos diagnosticados com GIF no Estado do Tocantins e verificar a associação entre os dados clínicos e os casos notificados com GIF no Estado do Tocantins.

## MÉTODO E MATERIAIS

### Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal (Rouquayrol; Gurgel, 2018).

### Local de estudo

O estudo foi realizado no estado do Tocantins, localizado na região Norte do país, tendo como estados limítrofes Maranhão e Pará ao Norte; Goiás ao Sul; Maranhão, Piauí e Bahia ao Leste; Pará e Mato

Grosso a Oeste. Tem uma população estimada de 1.607.363 habitantes e é constituído por 139 municípios (IBGE, 2023). Está dividido em oito regiões de saúde: Bico do Papagaio, Médio Norte Araguaia, Cerrado Tocantins Araguaia, Cantão, Capim Dourado, Amor Perfeito, Ilha do Bananal e Sudeste; formadas de acordo com os municípios, população e densidade demográfica para oferta de ações e serviços mínimos em cada território.

#### População da Pesquisa e critérios de seleção

A população de estudo foi composta pelos casos de hanseníase com GIF 1 e GIF 2 no momento do diagnóstico notificados no estado do Tocantins no período entre janeiro de 2017 a julho de 2023 e registrados no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Cabe destacar que para o ano de 2023 considerou-se os dados disponíveis no DATASUS até o momento da coleta.

#### Fontes de informação e coleta de dados

Os dados da pesquisa foram obtidos por meio do Sistema de Informação de Agravos e Notificação (SINAN) provenientes das fichas de notificações compulsórias, disponíveis em domínio público por meio do DATASUS. Esse documento é composto por variáveis demográficas e clínicas da doença e, normalmente, são preenchidas no momento do diagnóstico ou ao início do tratamento medicamentoso por um profissional de saúde. Após a confecção da notificação, suas informações são inseridas na base de dados do SINAN municipal, sendo exportada ao Ministério da Saúde.

Foram consideradas para o estudo as seguintes variáveis: como variável de desfecho, o grau de incapacidade física no momento do diagnóstico e como variáveis independentes, sexo, raça, escolaridade, faixa etária, modo de entrada, forma clínica e tipo de saída.

#### Análise de dados

Os dados coletados foram transpostos para a planilha do Office Excel versão 2016, passando por dupla digitação independente e realizada a análise descritiva com contagem de frequência absoluta e relativa das variáveis investigadas. Posteriormente, foi realizado o teste Qui-quadrado, considerando o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ) para verificar possíveis associações entre as variáveis de interesse no *software* Stata 12.0.

#### Comitê de ética

De acordo com recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), por se tratar de dados secundários, de domínio público em que nenhum participante da pesquisa será identificado, dispensa-se a apresentação deste ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

#### DADOS E DISCUSSÃO

No período de janeiro de 2017 a julho de 2023, foram registrados no estado Tocantins 4530 casos de hanseníase com incapacidade física no momento do diagnóstico, sendo 3449 (76,1%) casos com GIF 1 e 1081 (23,8%) casos com GIF 2. Houve predomínio do sexo masculino em ambos os GIFs: GIF 1 ( $n=1921$ ; 55,6%) e GIF 2 ( $n=724$ ; 66,9%), com a raça parda, GIF 1 ( $n=2185$ ; 63,3%) e GIF 2 ( $n=697$ ; 64,4%). Com relação à escolaridade, encontrou-se maior número de casos ignorados/em branco nos GIF 1 ( $n=678$ ; 19,65%) e GIF 2 ( $n=226$ ; 20,9%), seguido dos casos com GIF 1 ( $n=618$ ; 17,9%) que tinham ensino médio completo e dos casos com GIF 2 ( $n=218$ ; 20,1%) que tinham da primeira à quarta série do ensino fundamental incompleto.

Quanto à faixa etária, a maioria dos casos notificados tinham entre 15 e 59 anos nos GIF 1 ( $n=2463$ ; 71,4 %) e no GIF 2 ( $n=667$ ; 61,7 %). No que se refere ao modo de entrada, observou-se predomínio do caso novo no GIF 1 e GIF 2, respectivamente ( $n=2586$ ; 74,9 % e  $n=708$ ; 20,5 %). Em relação às formas clínicas da doença, a mais prevalente foi a forma dimorfa em ambos os GIF (GIF 1,  $n=2665$ ; 77,2% e GIF 2,  $n=752$ ;

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

69,5%), seguida pela virchowiana, indeterminada e tuberculóide. Em relação ao tipo de saída, a cura foi também apresentou maior número de casos nos dois GIF (GIF 1, n=2173; 63 % e GIF 2, n=594; 54,9%) (Tabela 1).

Tabela 1. Perfil demográfico e clínico dos casos de hanseníase com graus de incapacidades físicas 1 e 2 no momento do diagnóstico e os graus de incapacidade associados às variáveis demográficas e clínicas no Estado do Tocantins, 2017 a 2023.

Variáveis	Grau de incapacidade no diagnóstico				Valor P
	GIF 1 (N=3449)	% (100)	GIF 2 (N=1081)	% (100)	
<b>Sexo</b>					
Masculino	1921	55,6%	724	66,9%	0.0000
Feminino	1528	44,3%	357	33%	
<b>Raça</b>					
Branca	444	12,8%	141	13,0%	0.0000
Preta	465	13,5%	156	14,4%	
Amarela	237	6,9%	50	4,6%	
Parda	2185	63,3%	697	64,4%	
Indígena	31	0,9%	16	1,5%	
Ignorado/branco	87	2,5%	21	1,9%	
<b>Escolaridade</b>					
Analfabeto	210	6,1%	118	10,9%	0.0000
1ª a 4ª série incomp. ens. fundamental	512	14,8%	218	20,1%	
4ª série comp. ens. fundamental	201	5,8%	63	5,8%	
5ª a 8ª série incomp. ens. fundamental	447	12,9%	132	12,2%	
Ensino fundamental comp.	273	7,9%	83	7,6%	
Ensino médio incomp.	261	7,5%	65	6%	
Ensino médio comp.	618	17,9%	146	13,5%	
Educação sup. incomp.	49	1,4%	6	0,5%	
Educação sup. comp.	188	5,4%	22	2%	
Ignorado/branco	678	19,6%	226	20,9%	
Não se aplica	12	0,3%	2	0,2%	
<b>Faixa etária</b>					
1 a 4 anos	3	0,8%	1	0,9%	0.0000
5 a 14 anos	127	3,7%	16	1,5%	
15 a 59 anos	2463	71,4%	667	61,7%	
60 a 80 anos e mais	856	24,8%	397	36,7%	

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

<b>Formas de entrada</b>					
Caso novo	2586	74,9%	708	65,5%	0.0000
Transferência do mesmo município	66	1,9%	33	3,0%	
Transferência de outro município (mesma UF)	124	3,6%	41	3,8%	
Transferência de outro estado	70	2,0%	22	2,0%	
Recidiva	103	3,0%	57	5,3%	
Transferência de outro país	2	0,5%	1	0,9%	
Outros ingressos	493	14,2%	217	20,0%	
Ignorado/branco	5	0,1%	2	0,2%	
<b>Forma clínica</b>					
Indeterminada	137	3,9%	20	1,8%	0.0000
Tuberculóide	107	3,1%	13	1,2%	
Dimorfa	2665	77,2%	752	69,5%	
Vichorwiana	350	10,1%	254	23,4%	
Não classificada	138	4,0%	34	3,1%	
Ignorado/branco	52	1,5%	8	0,7%	
<b>Tipo de saída</b>					
Cura	2173	63,0%	594	54,9%	0.0000
Transf. para o mesmo município	53	1,5%	15	1,4%	
Transf. para outro município	163	4,7%	72	6,6%	
Transf. para outro estado	94	2,7%	34	3,1%	
Transf. para outro país	1	0,2%	0	0	
Óbito	51	1,5%	31	2,8%	
Abandono	213	6,2%	46	4,2%	
Erro diagnóstico	56	1,6%	17	1,6%	
Não preenchido	645	18,7%	272	25,1%	

**Fonte:** Construção dos autores

Os achados apontaram 4530 casos com graus de incapacidade no momento do diagnóstico. O GIF 1 foi o grau mais notificado entre os casos, que são aqueles com perda de sensibilidade protetora, diminuição da força muscular em mãos, pés e olhos (incapacidade não detectada pela inspeção corporal e teste de acuidade visual). Tal realidade pode ser atribuída ao diagnóstico tardio e atraso no tratamento (Brasil, 2022).

Os resultados também evidenciaram uma associação estatisticamente significativa entre casos novos, do sexo masculino, de raça parda, com baixo grau de escolaridade, faixa etária entre 15 e 59 anos, em sua forma dimorfa e desfecho de cura com os graus de incapacidades 1 e 2. Tais associações podem ser atribuídas, no que diz respeito ao sexo masculino, provavelmente em decorrência da baixa busca/procura pelos serviços de saúde, falta de interesse pelo autocuidado e a maior exposição aos trabalhos laborais (Silva et al., 2014).

Os homens quando apresentam alguns sinais ou sintomas, demoram a procurar as unidades de saúde, e quando a procuram, normalmente já se encontram na forma avançada da doença, o que justifica a quantidade de GIF nesta população (Silva et al., 2014). Ainda assim, os horários de fechamento das unidades de saúde podem ser fatores impeditivos, justificando a não procura pelo serviço (Lopes et al.; 2021). Nesse sentido, uma estratégia para se captar um maior número de homens poderia ser a ampliação dos horários das unidades de saúde e divulgação de campanhas voltadas ao autocuidado masculino.

Além disso, alguns aspectos genéticos podem influenciar o desenvolvimento da doença, visto que a susceptibilidade genética e a fisiologia hormonal dos homens (que é bem diferente das mulheres) são responsáveis pela resposta imune menos eficaz contra o bacilo

de Hansen (Rocha, Nobre, Garcia, 2020; Martins et al., 2022). A questão da imunidade (que varia entre as pessoas e depende da janela imunológica/sistema imune) contra o bacilo, se baseia no pressuposto de qual célula será ativada no indivíduo e qual será a sua resposta imune contra o antígeno. Assim, quando expostos a altas cargas bacilares, as pessoas que tiverem as células T do tipo Th1 e Th2 ativadas, não irão desenvolver a doença e se desenvolver, terão apenas lesões localizadas. Já quando são ativadas células T do tipo Th2 ou T reguladoras, estas, por sua vez, estimularão a produção de anticorpos específicos, mediados pelos linfócitos B que são incapazes de barrar a proliferação do *M. leprae*. Assim, nesse caso, o indivíduo poderá desenvolver a forma multibacilar da doença (Brasil, 2022).

Quanto à raça, de acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2022), a cor parda é predominante no estado do Tocantins, correspondendo a 67,2% da população, podendo então explicar os resultados encontrados. O estado possui uma área territorial de 277.423,627 km<sup>2</sup>, população residente 1.511.460 pessoas, resultando numa densidade demográfica de 5,45 habitantes/km<sup>2</sup> e desse total 78,81% residem em área urbana e 21,19% habitam a zona rural. Além disso, cabe destacar que o Tocantins possui na capital do estado, o Hospital Geral de Palmas (HGP) que é porta aberta e referência para outros estados como Pará, Maranhão e Piauí. Assim, outro aspecto que pode explicar esse resultado é o fato de terem muitos imigrantes desses estados, a exemplo o Pará, onde a população predominante também é parda e corresponde a 69,9% do total de habitantes (IBGE, 2022).

No que diz respeito à escolaridade, percebeu-se que o maior número de casos contemplou o ensino fundamental e ensino médio. Sendo assim, pressupõe-se que quanto menor o grau de escolaridade, menor o conhecimento a respeito da doença e sua forma de transmissão. Posto isso, entende-se que a educação está

atrelada ao nível socioeconômico e a situação de vulnerabilidade da população, uma vez que, tais fatores podem estar ligados ao acesso à saúde preventiva ou aos serviços de saúde (Pieri et al., 2012). Dessa forma, quanto maior o grau de escolaridade dos indivíduos, maior a busca pela assistência à saúde preventiva (Soares, 2024). Tal fato, pode justificar a grande quantidade de pessoas com ensino fundamental e com incapacidade, pela demora em procurar a assistência ou ingenuidade em não entender a doença.

Assim, faz-se necessário abordar mais sobre a doença para essa população, visando o diagnóstico precoce, e assim diminuir a presença de incapacidades e deformidades, que contribuem para o estereótipo da doença (Soares, 2024). Vale destacar ainda, que o baixo grau de escolaridade é mais evidente na população carente e pobre, marcada por desvantagens sociais e precariedades de sistemas como água potável, saneamento básico e serviços de saúde, estando diretamente atrelado às iniquidades sociais e a renda (Pieri et al., 2012).

Quanto à faixa etária, houve predomínio entre 15 e 59 anos. Por ser uma doença com um longo período de incubação (tempo entre a infecção e o aparecimento dos primeiros sintomas), observa-se o maior número de casos entre a população adulta economicamente ativa, uma vez que o aparecimento de novos casos implica diretamente na questão de estarem inseridos no mercado de trabalho e, conseqüentemente, ficarem mais vulneráveis socialmente à exposição (Cunha, Gonçalves, Arruda, 2021).

Pieri et al. (2012) trazem que quanto maior a idade mais difícil o acesso aos serviços de saúde, e que existem barreiras, nesse caso, socioeconômicas, pois envolve o trabalho (e para as mulheres a dupla jornada), que dificultam a busca precoce pelo diagnóstico. Além disso, justamente por estarem trabalhando nos horários de funcionamento das Unidades Básicas de Saúde, o acesso acaba sendo ineficaz, uma vez que, engloba tanto uma falha na busca ativa



desta população por parte das Unidades de Saúde, quanto a própria realidade de cada indivíduo (Cunha, Gonçalves, Arruda, 2021).

Os resultados apontaram ainda graus de incapacidade (GIF) 1 e 2 em crianças menores de 4 anos, os quais são indicativos de infecção recente, o que significa que essas crianças residem com indivíduos em transmissão ativa, configurando caráter multibacilar à doença, podendo ser os pais ou responsáveis, uma vez que a transmissão se dá pelo contato prolongado em ambiente compartilhado. Ou seja, quando há um diagnóstico em crianças, é necessário fazer a busca ativa da família (Brasil, 2022). Hanseníase em crianças, e ainda mais com graus de incapacidade é um sinal de alerta, pois indica tanto o diagnóstico tardio em doentes não tratados e com incapacidades já instaladas.

A forma clínica com maior prevalência foi a multibacilar e dimorfa, considerada as mais incapacitantes, especialmente quando há o atraso no diagnóstico. A prevalência da forma multibacilar pode estar relacionada a fatores que aumentam a transmissão da doença, como várias pessoas vivendo em um mesmo cômodo ou casa, questões econômicas, sociais e as relacionadas às condições precárias de vida e o baixo nível socioeconômico, além da dificuldade limitada de atenção à saúde, o que justifica o diagnóstico tardio e tratamento incompleto (Peres, Griep, Gomes, 2023). Infere-se ainda que, esse dado aponta a alta frequência dos GIF frente ao diagnóstico, o que pode justificar o ciclo vicioso entre transmissão, infecção e reinfecção (Carvalho et al., 2019).

Além disso, a forma a dimorfa, comumente deixa mais sequelas, podendo justificar o número elevado de pessoas com grau de incapacidades 1 e 2. Dentre as incapacidades geradas, estão o comprometimento dos nervos periféricos, associado à presença de dor, choque e espessamento durante a palpação, diminuição da força muscular e, conseqüentemente, atrofia muscular, mãos em garra, entre outros (Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da

Hanseníase, 2022).

Entretanto, sabemos que o diagnóstico da doença é tão importante quanto a conduta terapêutica a ser seguida. A poliquimioterapia (PQT) é a opção disponível no SUS para o tratamento da infecção, além da associação com medicamentos anti-inflamatórios e imunossupressores para casos com exacerbação dos sinais e sintomas, sendo uma medida crucial na prevenção por incapacidades decorrentes das reações hansênicas, que são respostas do próprio corpo contra o bacilo, que geram um quadro inflamatório agudo (Brasil, 2022).

Atualmente a disponibilidade de medicamentos no país está regular, entretanto, durante o auge da pandemia pelo coronavírus, nos anos de 2020 a 2021, o Brasil enfrentou uma escassez de medicamentos contra a hanseníase. Sabe-se que o indivíduo não tratado pode evoluir para quadros de incapacidade física permanente ou até mesmo fatal, fazendo com que surja mais sequelas e agrave aquelas já existentes, como por exemplo a cegueira (SBH, 2020). Além de tornar os indivíduos mais resistentes contra as cepas existentes e aumentando a chance de recidiva pela doença (Brasil, 2022). Portanto, cabe à equipe de saúde realizar a busca ativa dos contatos, garantindo o tratamento oportuno e eficaz (Araújo et al, 2015).

Em relação ao tipo de saída, a cura foi prevalente em ambos os graus de incapacidade, o que confere caráter resolutivo, no que diz respeito à conclusão do tratamento. No entanto, estes casos já possuem incapacidades físicas instaladas, ou seja, eles estão livres do bacilo, mas não das deformidades. Logo, deve ser dada uma atenção minuciosa à reabilitação destes pacientes por meio da promoção do autocuidado, sessões de fisioterapia ou até mesmo de cirurgia de caráter reabilitador ou preventivo, tratamento das feridas e acesso às próteses, quando necessário, além da prevenção de novas incapacidades realizada por meio do diagnóstico precoce,

tratamento oportuno, acompanhamento sistêmico das reações e função neural (Brasil, 2022).

Nesse sentido, em especial, o profissional da enfermagem deve ter um olhar sensível e atento no que se diz ao acompanhamento sistemático das pessoas curadas que estejam com sequelas, além de conhecer todo o contexto familiar e social, para possível monitoramento de contatos, com o objetivo de evitar futuros casos e, conseqüentemente, futuras incapacidades.

Cabe destacar ainda que houve quantidade significativa de casos não preenchidos em ambos os GIFS, contribuindo para a dificuldade da caracterização desta variável. A notificação de dados é essencial para o planejamento e alocação eficiente de recursos, possibilita a vigilância e uma resposta rápida e eficaz as emergências de saúde, evitando a propagação de doenças e protegendo a população, além de possibilitar a formulação de políticas públicas e no desenvolvimento de programas de prevenção (Souza, 2008).

Dentro desse contexto, destaca-se algumas limitações do estudo, referente a utilização de dados secundários, justificados pelos dados incompletos e atrelados às subnotificações. Tem-se ainda aquelas relacionadas ao desenho do estudo, no caso, dos estudos observacionais, em que há a interferência de possíveis variáveis de confusão nos resultados da investigação. Todavia, o estudo traz contribuições no sentido de evidenciar os fatores relacionados às incapacidades no estado do Tocantins, um território considerado hiperendêmico para a doença, proporcionando a apresentação de dados que poderão auxiliar gestores e formuladores de políticas na elaboração de ações e estratégias para reorganização dos serviços de saúde, na capacitação dos profissionais, na identificação de propostas e necessidades da população para o enfrentamento da hanseníase.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos nesta pesquisa permitiram identificar que a maioria dos casos notificados no período de 2017 a 2023 tinham incapacidades GIF 1, eram do sexo masculino, na faixa etária de 30 a 59 anos, com ensino fundamental, forma de entrada caso novo, forma clínica dimorfa e tipo de saída cura. Verificou-se que as variáveis estudadas estão associadas aos graus de incapacidade física no Estado do Tocantins.

Assim, o estudo apresentou um panorama das incapacidades de hanseníase, destacando possíveis fatores explicativos para a ocorrência desse evento, evidenciando que apesar da disponibilidade de tecnologias e estratégias, pessoas ainda apresentam incapacidades físicas pela hanseníase, refletindo as fragilidades dos sistemas de serviços de saúde em manejar a doença e detectá-la precocemente.

Observou-se ainda que tal fato se atrela às iniquidades sociais, em que os direitos básicos à vida como educação de qualidade, acesso aos serviços de saúde (vigilância, saneamento básico) são distribuídos de forma irregular, evidenciando ainda mais a desigualdade social, e contrariando o princípio do SUS da equidade (que significa dar mais a quem necessita de mais), da integralidade (olhar o paciente de forma completa, analisando todo o seu contexto social) e da universalidade (acesso à saúde de qualidade para todos os cidadãos).

Nesse sentido, com o objetivo de reduzir as incapacidades e danos, seria viável fazer um rastreamento dos grupos economicamente menos favorecidos, traçar planos de cuidados individuais, obter o acompanhamento sistêmico dos casos ativos ou evoluídos por cura (e das pessoas que vivem junto com estes), realizar oficinas de autocuidado, e compartilhar com a população medidas preventivas que visem a redução das incapacidades nestes grupos, sempre respeitando os princípios e diretrizes do SUS.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, N e ROUAQUAYROL, MZ. Introdução à Epidemiologia. 4. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2006.

Disponível em:

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/sus-22951>. Acesso em 05/05/2024.

BRASIL. Secretaria de Políticas de Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia para o controle da hanseníase. 2002.

Disponível em:

[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_de\\_hanseniose.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_de_hanseniose.pdf).

Acesso em 12/03/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Guia prático sobre a hanseníase. Brasília: Ministério da Saúde; 2017. Disponível em:

<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/novembro/22/Guia-Pratico-de-Hanseniose-WEB.pdf>. Acesso em: 20/01/23.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Doenças de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis. Hanseníase no Brasil: caracterização das incapacidades físicas. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em:

[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/hanseniose\\_brasil\\_caracterizacao\\_incapacidades\\_fisicas](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/hanseniose_brasil_caracterizacao_incapacidades_fisicas.pdf)

[\\_pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/hanseniose_brasil_caracterizacao_incapacidades_fisicas.pdf). Acesso em: 20/10/23.

BRASIL. Ministério da Saúde-Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Protocolo para o atendimento da Hanseníase Portaria. SCTIE/MS Nº 67, de 7 de julho de 2022. Disponível em: Ministério da Saúde: protocolo para o atendimento da Hanseníase — Ministério da Saúde (www.gov.br). Acesso em 05/05/2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico Hanseníase.2023.

Disponível

em:

C:/Users/marce/Downloads/boletim\_Hansen%C3%ADase%202023\_internet\_completo%20(4).pdf. Acesso em: 11 de maio de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. DataSus (Departamento de Informática do SUS). 2023. Disponível em:

<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>. Acesso em 10/06/2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico- Hanseníase 2024. Disponível em:

[https://www.agenciadata.com.br/wp-content/uploads/be\\_hansen-2024\\_19jan\\_final.pdf](https://www.agenciadata.com.br/wp-content/uploads/be_hansen-2024_19jan_final.pdf). Acesso em: 12/03/2024.

BEZANESH, Masresha Melese. Fatores determinantes da incapacidade relacionada à hanseníase; comparação de tempo de falha de aceleração e modelos paramétricos de fragilidade compartilhada. PubMed Central, 2023. Disponível

em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10069783/>. Acesso em 17/06/2024.

BUNA, Arisson Tyson Machado et al. Incapacidades físicas nos pacientes com hanseníase cadastrados em uma unidade de saúde de São Luís – MA. Revista Interdisciplinar [Internet]. vol. 8, n.1, p. 115-122, 2015. Disponível em:

[https://www.academia.edu/32435481/Incapacidades\\_f%C3%ADsicas\\_nos\\_pacientes\\_com\\_hansen%C3%ADase\\_cadastrados\\_em\\_uma\\_unidade\\_de\\_sa%C3%BAde\\_de\\_S%C3%A3o\\_Lu%C3%ADs\\_MA](https://www.academia.edu/32435481/Incapacidades_f%C3%ADsicas_nos_pacientes_com_hansen%C3%ADase_cadastrados_em_uma_unidade_de_sa%C3%BAde_de_S%C3%A3o_Lu%C3%ADs_MA). Acesso em: 01/06/2023.

CARVALHO, LC; SOUSA, VT; GASPARETTO A; RUIZ, DG. Perfil epidemiológico da hanseníase em Porto Nacional no período de 2014 a 2018. Braz J Surg Clin Res2019; 29(2):45-

49. Disponível em:

[https://www.mastereditora.com.br/periodico/20200105\\_100759.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20200105_100759.pdf).

Acesso em 19/06/2024

CUNHA, M. L.; GONÇALVES, M. M. A; ARRUDA, L. R. Perfil Epidemiológico da Hanseníase no Estado do Tocantins no Período de 2015 a 2020. Revista Interdisciplinar em Saúde, 2021.

Disponível em:

[https://www.interdisciplinaremsaude.com.br/Volume\\_29/Trabalho\\_66\\_2021.pdf](https://www.interdisciplinaremsaude.com.br/Volume_29/Trabalho_66_2021.pdf). Acesso em 14/03/2024.

HESPANHOL, M.C.L.; DOMINGUES, S.M.; FIGUEIREDO, L. da R.U. O diagnóstico tardio

na perspectiva do itinerário terapêutico: grau 2 de incapacidade física na hanseníase. Interface (Botucatu), 25: e200640, 2021. Disponível em: [SciELO - Brasil - O diagnóstico tardio na perspectiva do itinerário terapêutico: grau 2 de incapacidade física na hanseníase O diagnóstico tardio na perspectiva do itinerário terapêutico: grau 2 de incapacidade física na hanseníase. Acesso em 05/05/2023.](#)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Principais informações sobre o estado do Tocantins. 2022. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=tocantins>. Acesso em 19/06/2024.

LOPES, Fernanda de Castro et al. Hanseníase no contexto da Estratégia Saúde da Família em cenário endêmico do Maranhão: prevalência e fatores associados. Ciência & Saúde Coletiva,

v. 26, p. 1805-1816, 2021. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csc/a/Lpq9CSrNX6swGxWFMtxtNDk/?lang=pt#>.

Acesso em 10/12/2023.

MÁRMORA, C., LOURES, L. Percepção do estigma e repercussões sociais em indivíduos com hanseníase. Hansen Int. vol. 42, (Supl 1), p.193, 2017. Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/PsicolEstud/article/view/30037>. Acesso em 19/06/2024.

MARTINS, Gustavo Soares et al. Arguição do perfil epidemiológico da hanseníase no Tocantins de 2017 a 2021. *Revista de Patologia do Tocantins*, v. 9, n. 1, p. 21-25, 2022. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/patologia/article/view/13962>. Acesso em: 12/03/2024.

MELÃO, S. et al. Perfil epidemiológico dos pacientes com hanseníase no extremo sul de Santa Catarina, no período de 2001 a 2007. *Rev Soc Bras Med Tropical*. vol. 44, n. 1, p.79-84, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/z68X43pYw6hQdSrTj8WqDJm/?lang=pt>. Acesso em 19/06/2024.

NARDI, S.M.T. et al. Sistemas de informação e deficiências físicas na hanseníase. *Boletim Epidemiológico Paulista* [Internet]. vol. 27, p.3-7, 2006. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v19n2/v19n2a08.pdf>. Acesso em 10/06/2024.

NARDI, S.M.T., PASCHOAL, V.D.A., CHIARAVALLLOTINETO, F., ZANETTA, D.M.T.

Deficiências após a alta medicamentosa da hanseníase: prevalência e distribuição espacial. *Revista de Saúde Pública* [Internet]. vol. 46, n. 6, p. 969-977, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/wGFbSmjTLsKM6X8DybMZqFw/abstract/?lang=pt>. Acesso em 10/06/2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). Rumo à zero hanseníase: Estratégia Global de Hanseníase 2021-2030.

Disponível em: <https://www.who.int/pt/publications/i/item/9789290228509>. Acesso em 30/11/2022.

PERES, G. L., GRIEP, R., & GOMES, E. C. Z. (2023). Hanseníase e racismo estrutural: análise dos determinantes sociais de saúde no município de Cascavel, Paraná. *Revista Ibero- Americana de Humanidades*,



*Ciências e Educação*, 9(9), 4546-4559. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11364>. Acesso em 12/03/2024.

PIERI, FM; RAMOS, ACV; CRISPIM, JÁ; PITIÁ, ACA; RODRIGUES, LBB; SILVEIRA, TRS;

ARCÊNCIO, RA. Fatores associados às incapacidades em pacientes diagnosticados de hanseníase: um estudo transversal. *Hansen Int.* 2012; 37 (2): p. 22-30. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/hansenologia/article/view/36192/34498>. Acesso em 19/06/2024.

RAHMAN, Norana Abdul et al. Experiences of living with leprosy: A systematic review and qualitative evidence synthesis. *PLoS Negl Trop Dis.* 2022 Oct 5;16(10):e0010761. doi: 10.1371/journal.pntd.0010761. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36197928/>. Acesso em 19/06/2024.

RIBEIRO, G.C.; LANA, F.C.F. Incapacidades físicas em hanseníase: caracterização fatores relacionados e evolução. *Cogitare Enferm.* [Internet], vol. 20, n.3, p. 496-503, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/cogitare/article/view/41246>. Acesso em 10/06/2024.

ROUQUAYROL, Maria Zélia; GURGEL, Marcelo.: epidemiologia e saúde. 8. Rio de Janeiro: MedBook, 2018, 719 p. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/biblio-1047830>. Acesso em 10/06/2024.

SANTANA, Emanuelle Malzac Freire de et al. (2022). Conhecimento e atitude sobre incapacidades na hanseníase: efeitos de intervenção fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa. *Revista Da Escola De Enfermagem Da USP*, 56, e20210474. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reeusp/a/JnRVQTLMcBRpBfmTfMr89cF/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 12/03/2024.

SILVA, Marina de Souza et al. Perfil clínico-epidemiológico da hanseníase no estado do Acre: estudo retrospectivo. *Hansen Int.* 2014;

39 (2): p. 19-26. Disponível em:  
<https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/hansenologia/article/view/36180>. Acesso em 13/03/2024.

SOARES, Laís de Sousa Abreu. Efeitos do nível de escolaridade na procura e acesso a serviços de saúde preventivos no Brasil: uma análise multinível. 2022. Disponível em:  
<https://poseconomia.ufv.br/wp-content/uploads/2023/03/Dissertacao-LAIS-DE-SOUSA-ABREU-SOARES.pdf>. Acesso em 12/03/2024.

SOBRINHO, Reinaldo Antonio da Silva et al. Evolution of incapacity level in leprosy: a strategy to sensitize and train the nursing team. Rev Latino Am Enferm. vol. 16, n.6, p.1125- 1130, 2007. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/rlae/a/c8XyHh46ZLPwjqzGQZ9cZtt/?lang=en&format=html>. Acesso em: 10/06/2024.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HANSENOLOGIA (SBH). Falta de medicação para pacientes de hanseníase no Brasil. 2020. Disponível em:  
<https://www.sbhansenologia.org.br/release/falta-medicao-para-pacientes-de-hanseniose-no-brasil>. Acesso em 01/09/2024.

SOUZA, Maria de Fatima Marinho de. Dos dados a política: a importância da informação em saúde. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 17, n. 1, p. 5-6, mar. 2008. Disponível em:  
<[http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-9742008000100001&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-9742008000100001&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 22 jun. 2024.  
<http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742008000100001>.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.

## Capítulo 17

# ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO PARA PRÉ-ECLÂMPsia / ECLÂMPsia COMO ESTRATÉGIA DA SISTEMATIZAÇÃO DA ASSISTÊNCIA NA ATENÇÃO BÁSICA DE PALMAS-TO

Pedro Henrique Batista da Silva<sup>1</sup>  
Valdir Francisco Odorozzi<sup>2</sup>  
Eliane Patricia Lino Pereira Franchi<sup>3</sup>

### RESUMO

**Introdução:** Este estudo transversal foi realizado nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) do território Kanela, em Palmas- TO, entre setembro de 2023 e junho de 2024, com o objetivo de identificar fatores de risco para pré-eclâmpsia (PE) em gestantes. **Métodos e materiais:** A pesquisa incluiu 80 gestantes em acompanhamento pré-natal, com idade média de 26 anos. Foram incluídas gestantes com idade  $\geq 18$  anos e idade gestacional  $\leq 20$  semanas. A coleta de dados foi feita por meio de questionários sobre dados sociodemográficos, antecedentes de saúde e fatores de risco. Os dados foram analisados com o software e organizados em planilhas do Microsoft Excel. **Dados e Discussão:** A análise revelou que 32,5% das gestantes estavam em risco alto para PE, 11,2% em risco moderado e 56,2% sem risco. Os principais fatores de risco identificados foram obesidade (17,2%), diabetes mellitus (13,5%) e hipertensão arterial crônica (7,4%). O histórico familiar de PE foi encontrado em 22% das gestantes, aumentando significativamente o risco. A obesidade e a diabetes mostraram-se preditores fortes de PE, com a obesidade aumentando o risco em até 10% e a diabetes exacerbando a disfunção endotelial. **Considerações finais:** O estudo aponta para a necessidade de um protocolo de estratificação de risco eficaz e medidas preventivas, como o uso de aspirina em baixas doses e monitoramento intensivo para gestantes com fatores de risco. A educação sobre autocuidado e acompanhamento regular são fundamentais para reduzir a incidência de PE e suas complicações.

**Palavras-chave:** Pré-eclâmpsia; atenção básica; estratificação de risco

---

<sup>1</sup>Graduando em Medicina, Pibic, Universidade Federal do Tocantins,  
batista.pedro@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup>Doutor em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto. Atualmente é professor Adjunto IV da Tocantins (UFT), e-mail: vfo@uft.edu.br

<sup>3</sup>Doutora em Doenças Tropicais pela Universidade Estadual Paulista - UNESP. Atualmente é professora do ITPAC-Porto Nacional. E-mail: eliane.franchi@uft.edu.br

## INTRODUÇÃO

A pré-eclâmpsia (PE) é uma das principais complicações obstétricas, responsável por uma parte significativa da mortalidade materna e fetal em todo o mundo. Estima-se que sua prevalência global esteja entre 3% e 8% de todas as gestações, sendo caracterizada por hipertensão arterial e danos em órgãos-alvo após 20 semanas de gestação (ROCHA et al., 2020; MATHEW; TELES; ROBERTS, 2021). A condição é especialmente preocupante em países de baixa e média renda, onde o acesso inadequado aos cuidados de saúde contribui para diagnósticos tardios e manejo inadequado, resultando em desfechos desfavoráveis para a saúde materna e neonatal (GUILBERT et al., 2021).

Os fatores de risco para a PE são amplamente reconhecidos e incluem obesidade, hipertensão crônica, diabetes mellitus, histórico familiar de PE, gestação múltipla, e intervalo intergestacional prolongado (VILLAR et al., 2021). A literatura mais recente também destaca o impacto de fatores sociodemográficos, como raça, baixo nível educacional e condições socioeconômicas desfavoráveis, no aumento da susceptibilidade à PE. Em especial, gestantes negras e de baixa renda apresentam maiores taxas de PE e complicações associadas, o que sugere a necessidade de intervenções mais direcionadas para essas populações (CONDE-AGUDELO; BELIZÁN, 2021).

No Brasil, a PE representa um dos principais desafios na saúde materno-infantil. Estudos recentes indicam que a condição está associada a 15% das mortes maternas no país, destacando a importância da prevenção e diagnóstico precoce (BRASIL, 2022). As diretrizes atuais recomendam a estratificação de risco e o uso profilático de aspirina em baixas doses para gestantes de alto risco, além do controle rigoroso da pressão arterial (GRIGORE et al., 2021). Adicionalmente, fatores como a saúde pré-gestacional e o

acompanhamento adequado no pré-natal são cruciais para a redução dos riscos de complicações, especialmente em populações com maior vulnerabilidade social (FRANKLIN et al., 2019).

Este estudo tem como objetivo identificar os principais fatores de risco associados à PE em gestantes atendidas no Sistema Único de Saúde (SUS) de Palmas-TO. A partir da análise de características clínicas, obstétricas e sociodemográficas, buscou-se avaliar a prevalência de condições como hipertensão, diabetes, obesidade e histórico familiar de PE, além de fatores sociodemográficos que possam influenciar o risco de desenvolvimento da condição. A pesquisa visa contribuir para o desenvolvimento de estratégias preventivas eficazes, com o intuito de reduzir as taxas de complicações maternas e perinatais associadas à PE, especialmente em populações vulneráveis.

## MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de um estudo epidemiológico do tipo transversal. O estudo foi realizado nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) 409 Norte e 503 Norte que compõem o território de saúde Kanela, no município de Palmas-TO. O período de coleta de dados ocorreu entre setembro de 2023 e junho de 2024.

A população do estudo foi composta por gestantes atendidas nas unidades de saúde do território Kanela, estimando-se um total de 250 gestantes para o período de coleta. Foram incluídas na pesquisa gestantes em acompanhamento de pré-natal, com idade igual ou superior a 18 anos, que concordaram em participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com idade gestacional igual ou menor que 20 semanas, tendo em vista que a literatura demonstrou maiores benefícios da predição de PE até esse período (Peraçoli, 2019, 2020, 2023). Foram excluídas as gestantes que não estavam em acompanhamento nas UBS em estudo.

O procedimento de coleta de dados foi realizado após a aprovação do projeto de pesquisa pela Secretaria Municipal de Saúde de Palmas-TO e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Uma reunião foi realizada com o coordenador da unidade e os profissionais que atendiam as gestantes para estabelecer a melhor logística, a fim de que a execução do projeto não interferisse na rotina de atendimento da unidade.

As etapas do estudo incluíram:

1) Aplicação de questionário para gestantes: as gestantes foram abordadas após a consulta de pré-natal agendada na UBS, e foi explicado sobre os objetivos do projeto de pesquisa, riscos, benefícios e o conteúdo do questionário que seria aplicado. As gestantes foram convidadas a participar da pesquisa, e, caso aceitassem, foi realizada a leitura do TCLE. Em ambiente reservado, foi aplicado um questionário com dados sociodemográficos, antecedentes familiares, histórico de saúde, obstétrico e gestações anteriores, incluindo fatores de risco para PE.

2) Tabulação e levantamento dos fatores de risco: após a coleta, os dados foram tabulados e analisados.

3) Estratificação de risco: utilizando os fatores de risco levantados, foi realizada a classificação do risco para PE segundo o protocolo da Febrasgo (Peraçoli, 2023), o qual classifica as gestantes em risco alto, moderado e baixo.

4) Proposta de implantação da estratificação de risco para pré-eclâmpsia: os resultados foram apresentados aos profissionais de saúde das equipes das UBS, e, em conjunto, foi construído e proposto um instrumento de estratificação de risco baseado no instrumento da pesquisa e na literatura científica. Foram realizadas duas reuniões online com os profissionais envolvidos na assistência pré-natal. O objetivo foi a implementação da estratificação de risco para PE na rotina de atendimento das gestantes das unidades.

Após a coleta, os dados foram organizados em planilhas do

software Microsoft Excel 2010. Para análises descritivas (frequências absolutas e relativas, médias, desvios-padrão, tabelas e gráficos) e de associação ( $X^2$  ou exato de Fisher), foi utilizado o software R, considerando-se o intervalo de confiança de 95% e  $p$ -valor  $\leq 0,05$ . A classificação de risco foi interpretada conforme a literatura (Peraçoli, 2023).

Os aspectos éticos da pesquisa seguiram os princípios bioéticos de autonomia, não maleficência, beneficência, justiça e equidade. O projeto de pesquisa foi conduzido em conformidade com os princípios éticos estabelecidos pela Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde Brasileiro e foi aprovado pelo CEP da Fundação Escola de Saúde Pública -FESP (CAAE: 69740123.0.0000.9187). Todos os participantes forneceram consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa, e todas as informações coletadas foram mantidas em sigilo e protegidas pela confidencialidade.

## DADOS E DISCUSSÃO

O estudo incluiu um total de 80 gestantes, com uma média de idade de 26 anos (desvio padrão de 5,68 anos), variando entre 15 e 38 anos. Essa faixa etária reflete uma população predominantemente jovem, o que é consistente com a expectativa de gravidez nessa fase da vida. No entanto, é importante destacar que a idade, por si só, não apresentou diferença significativa entre os grupos de risco e sem risco para pré-eclâmpsia (PE), o que sugere que outros fatores, além da idade, devem ser considerados para a estratificação de risco. A tabela 1 apresenta os dados descritivos das variáveis coletadas das gestantes.

Tabela 1: Variáveis coletadas das gestantes atendidas em unidades básicas de saúde do território Kanela, Palmas-TO, 2024.

Variáveis	n	%
-----------	---	---

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

<i>Faixa etária</i>	76	95
Até 34 anos 35 anos ou +	4	5
<i>Cor/etnia</i>	64	80
Preta/parda Branca/amarela	16	20
<i>Estado civil</i>	50	62,5
Casada Solteira/viúva	30	37,5
<i>Escolaridade</i>	12	15
Fundamental incompleto	13	16,2
Fundamental completo	40	50
Médio completo Superior completo/incompleto	15	18,8
<i>Renda</i>		
Até 2 salários 3 salários ou +	69	86,2
	11	13,8
<i>Semanas gestação</i>		
Até 13 semanas	10	12,5
14 a 27 semanas 28 semanas ou +	39	48,8
	31	38,7
<i>Quantas gestações</i>		
Até 2	60	75
3 ou +	20	25
<i>Quantos partos</i>		
Zero 1 a 2	33	41,2
3 ou +	36	45
	11	13,8
<i>IMC</i>	71	88,8
<30	9	11,2
≥30		
<i>Familiar com eclampsia</i>	18	22,5
<i>HAS</i>	6	7,5



Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

<i>Diabetes</i>	12	15
<i>Gemelidade</i>	4	5
<i>Alteração em gestação anterior</i>	7	8,7
<i>Última gestação + de 10 anos</i>	4	5
<i>Estratificação de risco Sem</i>	45	56,2
<i>risco Moderado</i>	9	11,2
<i>Alto</i>	26	32,5

Em termos de escolaridade, 68,7% das gestantes tinham ao menos o ensino médio completo, o que pode ser considerado um fator positivo para o cuidado pré-natal. A escolaridade está associada a um melhor entendimento sobre a importância do autocuidado durante a gravidez, o que, por sua vez, pode influenciar positivamente a adesão ao tratamento e à prevenção de complicações. No entanto, 86,2% das famílias apresentaram uma renda de até 2 salários-mínimos (tabela 1), indicando que, apesar do nível educacional, a baixa renda poderia limitar o acesso a serviços de saúde de qualidade e a uma alimentação adequada, ambos fatores que podem impactar o risco de desenvolver PE (LEAL, Maria do Carmo et al., 2020).

No que se refere aos fatores clínicos e obstétricos, 22% das gestantes deste estudo relataram ter histórico familiar de pré-eclâmpsia (PE). Este dado é de grande relevância, uma vez que a literatura destaca a predisposição genética como um fator de risco considerável para o desenvolvimento da condição.

Pesquisas indicam que mulheres com histórico familiar de PE, especialmente em parentes de primeiro grau (mães ou irmãs), têm um risco até cinco vezes maior de desenvolver a síndrome em comparação com gestantes sem esse histórico (Moron, Camano, Junior, 2011; Hermógenes, Silva, Oliveira, 2015). Em estudo de Oliveira et al. (2016), por exemplo, foi constatado que 28,9% das gestantes com PE

apresentavam histórico familiar da doença, enquanto apenas 8,9% das gestantes sem PE relataram essa condição.

Esses achados reforçam a hipótese de que a presença de PE na família aumenta significativamente a probabilidade de seu desenvolvimento em futuras gerações. Os resultados da análise de associação entre as variáveis com grupos de risco e sem risco está disposta na tabela 2.

Tabela 2: Análise de associação entre fatores de risco para PE entre as mulheres gestantes atendidas em unidades de saúde do território Kanela, Palmas - TO.

Variáveis	Classificação de Risco		p-valor
	Sem risco (45) n(%)	Risco moderado/alto (35) n(%)	
<i>Faixa etária</i> Até 34 anos 35 anos ou +	42(55,3) 2 (50)	33(44,7) 2(50)	0,613**
<i>Estado civil</i> Casada	26(52)	24(48)	0,486*
Solteira/viúva	18(60)	12(40)	
<i>Escolaridade</i> Ens.	12(48)	13(52)	0,396*
Fundamental#	32(58,2)	23(41,8)	
Ens. Médio/superior			
<i>Raça/etnia</i> Preta/Parda	35(54,7)	29(45,3)	0,911*
Branca	9(56,2)	7(43,8)	
<i>Renda</i> Até 2 salários 3 salários ou +	37(53,6) 7(63,6)	32(46,4) 4(36,4)	0,388**

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

<i>Nº de gestações</i>			
Até 2	36(60)	24(40)	0,119*
3 ou mais	8(40)	12(60)	
<i>Nuliparidade</i>			
Não Sim	23(49)	24(51)	0,193*
	21(63,6)	12(36,4)	
<i>Idade gestacional</i>			
Até 25 semanas	26(66,7)	13(33,3)	0,041*
26 semanas ou +	18(44)	23(56)	
<i>IMC</i>			
<30	44(62)	27(38)	0,000**
≥30	0(0)	9(100)	
<i>Familiar eclâmpsia</i>			
Não Sim	41(66,1)	21(33,9)	0,000**
	3(17)	15(83)	
<i>Gemelidade</i>			
Não Sim	44(57,9)	32(42,1)	0,037**
	0(0)	4(100)	
<i>Hipertensão</i>			
Não Sim	44(59,5)	30(40,5)	0,006**
	0(0)	6(100)	
<i>Diabetes</i>			
Não Sim	44(64,7)	23(35,5)	0,000**
	0(0)	12(100)	
<i>Alterações gestações anteriores</i>			
Não Sim	44(60,3)	29(39,7)	0,003**
	0(0)	7(100)	
<i>Gestação + 10 anos</i>			
Não Sim	42(55,3)	34(44,7)	0,613**
	2(50)	2(50)	

\* Teste X2 de Pearson; \*\*Teste exato de Fisher; #completo e incompleto;

Adicionalmente, Hermógenes, Silva e Oliveira (2015) sustentam que fatores genéticos podem influenciar substancialmente o surgimento

da PE, elevando o risco em até 2 a 5 vezes em gestantes com histórico familiar positivo. Essas gestantes, portanto, devem ser alvo de monitoramento mais rigoroso durante o pré-natal, visto que intervenções precoces, como o uso profilático de aspirina em baixas doses e o controle adequado da pressão arterial, podem reduzir o risco de complicações graves.

Ainda que 65,4% das participantes tenham negado histórico familiar de PE, uma parcela significativa (12,6%) não soube informar esse dado, o que evidencia a importância de uma investigação ativa durante o pré-natal. Identificar adequadamente os fatores de risco, incluindo a presença de PE em familiares, permite uma melhor estratificação e manejo da gestação, especialmente em populações de maior vulnerabilidade (Guilbert et al., 2021). Dada a clara relação entre história familiar e o aumento do risco de PE, é fundamental que os profissionais de saúde conduzam uma anamnese detalhada para assegurar que todas as informações relevantes sejam coletadas e utilizadas para a prevenção de desfechos adversos.

A obesidade foi identificada em 17,2% das gestantes deste estudo, sendo um fator fortemente associado ao risco de desenvolvimento de pré-eclâmpsia (PE). Este achado é coerente com a literatura, que tem mostrado que a obesidade, definida por um índice de massa corporal (IMC) superior a 30, é um dos principais fatores de risco modificáveis para PE. Segundo Stubert et al. (2018), o aumento global da obesidade é um fenômeno preocupante, especialmente considerando que mais de um terço das mulheres em idade fértil são obesas, o que pode elevar o risco de desenvolvimento de PE em até 10%. O estado inflamatório crônico e a disfunção endotelial induzidos pelo excesso de peso são mecanismos centrais na fisiopatologia da PE, contribuindo para a disfunção vascular e o desenvolvimento de hipertensão, fatores cruciais para o surgimento da doença (Ferreira et al., 2019; Stubert et al., 2018).

O impacto da obesidade vai além do risco isolado de PE, já que

essa condição também está fortemente relacionada a outras comorbidades que agravam o quadro gestacional, como hipertensão arterial crônica e diabetes *mellitus*, ambas associadas a desfechos adversos na gravidez. O protocolo de Peraçoli et al. (2023) reforça que a obesidade é um fator de risco de alta relevância, e destaca a importância de monitoramento intensivo para gestantes obesas, especialmente aquelas com outros fatores de risco concomitantes. De fato, a presença de obesidade em uma gestante coloca-a em um grupo de maior vulnerabilidade, justificando intervenções preventivas, como o controle do peso antes e durante a gestação, a fim de mitigar as chances de complicações (Peraçoli et al., 2023).

A presença de diabetes *mellitus* (DM), seja tipo 1 ou tipo 2, foi diagnosticada em 13,5% das gestantes do presente estudo, sendo um fator de risco significativo para o desenvolvimento de pré-eclâmpsia (PE). A diabetes está fortemente associada à disfunção endotelial e a distúrbios metabólicos, que são fundamentais na fisiopatologia da PE. Em gestantes diabéticas, as alterações vasculares decorrentes da hiperglicemia crônica, como o espessamento das membranas basais dos vasos e a maior predisposição à inflamação e ao estresse oxidativo, aumentam significativamente o risco de complicações hipertensivas durante a gestação (Carusi et al., 2018).

É necessário que esse grupo de gestantes receba um manejo pré-natal rigoroso, com controle glicêmico intensificado e monitoramento contínuo da pressão arterial, como estratégias primordiais para a prevenção de complicações. Medidas preventivas, como o uso de aspirina em baixas doses, têm mostrado reduzir o risco de PE em gestantes com DM e HAC quando iniciadas no primeiro trimestre de gestação (Villar et al., 2020). Essas intervenções são essenciais para minimizar os desfechos adversos maternos e neonatais, garantindo uma gestação mais segura para essa população de risco.

A hipertensão arterial crônica (HAC), por sua vez, foi observada

em 7,4% das gestantes do estudo e também contribui diretamente para o risco aumentado de PE.

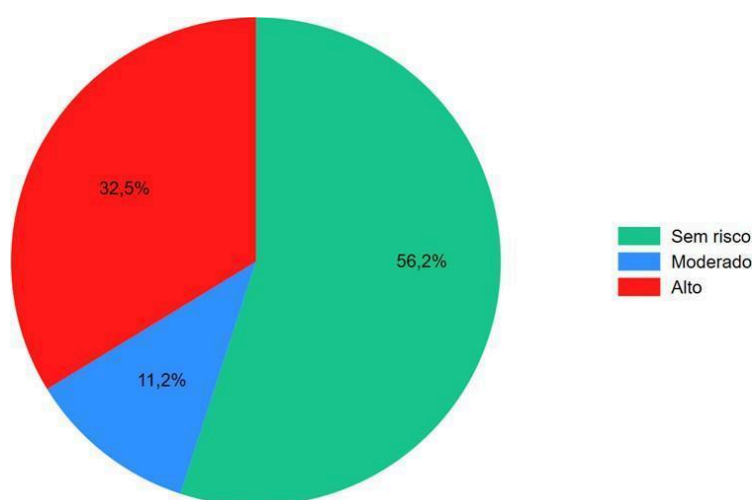
A coexistência de HAC e DM potencializa o risco de complicações graves, como parto prematuro e restrição de crescimento fetal, além de aumentar a probabilidade de desfechos adversos maternos, como insuficiência renal e complicações cardiovasculares (Chappell et al., 2021). Gestantes com DM e/ou HAC apresentam risco até quatro vezes maior de desenvolver PE em comparação com aquelas sem essas condições, segundo estudos recentes. Isso ocorre devido ao efeito sinérgico de ambas as doenças sobre o endotélio vascular, que já está comprometido pela carga inflamatória aumentada (Sibai et al., 2020).

A gemelaridade, observada em 5% das gestantes (Tabela 1) do presente estudo, é um fator importante associado ao aumento do risco de pré-eclâmpsia (PE). Estudos demonstram que gestantes de gêmeos apresentam um risco significativamente maior de desenvolver PE em comparação com gestantes de gestações únicas. Segundo Abalos et al. (2014), a prevalência de PE é cerca de três vezes maior em gestações múltiplas, o que pode ser explicado pelo aumento do volume placentário e pela maior demanda hemodinâmica. Isso ocorre porque, em gestações gemelares, o estresse sobre o sistema cardiovascular e renal da mãe é amplificado devido à necessidade de suprir adequadamente dois fetos, o que pode precipitar a disfunção endotelial e a hipertensão, mecanismos centrais no desenvolvimento da PE (Duley et al., 2019).

A estratificação de risco indicou que 56,2% das gestantes não apresentavam risco para PE, 11,2% apresentavam risco moderado, e 32,5% estavam em risco alto (Figura 1). A elevada proporção de gestantes em risco reforça a necessidade de intervenções preventivas, como o uso de aspirina em baixa dose e suplementação de cálcio, especialmente para aquelas em risco alto. Além disso, mudanças no estilo de vida, como controle do peso e da pressão

arterial, são essenciais para mitigar o risco de complicações. Esses resultados demonstram que a combinação de fatores clínicos e obstétricos deve guiar as intervenções para prevenir e tratar adequadamente a PE.

Figura 1: Estratificação de risco para gestantes atendidas por unidades básicas de saúde do território Kanela, Palmas -TO.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dada a frequência dos fatores de risco identificados no grupo estudado, é essencial que as unidades de saúde pensem em protocolo para a identificação precoce e a estratificação do risco para PE. A identificação de gestantes com fatores de risco, como obesidade, hipertensão, diabetes, histórico familiar de PE e gestações múltiplas, pode permitir a implementação de intervenções direcionadas, como a administração de aspirina em baixas doses a partir da 12ª semana de gestação, que é uma medida comprovadamente eficaz para a prevenção da PE em gestantes de alto risco.

Além disso, é fundamental educar as gestantes, especialmente aquelas de baixa renda e com menor escolaridade, sobre a importância de manter uma dieta saudável, rica em nutrientes

essenciais como cálcio, e de realizar acompanhamento regular com o pré-natal, onde serão monitorados indicadores como pressão arterial, ganho de peso e glicemia.

Este estudo demonstrou uma alta prevalência de fatores de risco significativos para PE entre as gestantes atendidas nas unidades básicas de saúde do território Kanela, em Palmas-TO. A identificação e o acompanhamento precoce dessas gestantes, aliados a intervenções baseadas em evidências, são essenciais para reduzir a incidência de PE e suas complicações. A obesidade, hipertensão arterial crônica, diabetes e histórico familiar de PE foram os principais fatores de risco encontrados, destacando a importância do controle clínico rigoroso dessas condições no pré-natal e cuidado durante a gestação.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Manual técnico de gestação de alto risco. 5. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. Disponível

em:

[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_tecnico\\_gestacao\\_alto\\_risco.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_tecnico_gestacao_alto_risco.pdf). Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas. Manual de gestação de alto risco [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Portaria nº 1.459, 24 de junho de 2011. Institui, no âmbito do Sistema Único de Saúde, a Rede Cegonha. Diário Oficial da União, Brasília, 2011e. Seção 1.

CALDERON, Iracema de Mattos Paranhos; CECATTI, José Guilherme; VEGA, Carlos Eduardo Pereira. Intervenções benéficas no pré-natal para prevenção da mortalidade materna. Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, v. 28, p. 310-315, 2006.



CARUSI, D.; McELRATH, T.; PARRY, S. Diabetes and its impact on pregnancy outcomes. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, v. 61, n. 3, p. 411-422, 2018.

CHAPPELL, L. C., CLUVER, C. A., KINGDOM, J. Pre-eclampsia and maternal cardiovascular disease: Risk factors and long-term implications. *Obstetrics & Gynecology*, 137(3), 437-451, 2021. DUCKITT, K.; HARRINGTON, D. Risk factors for pre-eclampsia at antenatal booking: systematic review of controlled studies. *BMJ*, v. 330, n. 7491, p. 565, 2005.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DAS ASSOCIAÇÕES DE GINECOLOGIA E OBSTETRÍCIA. Pré-

eclâmpsia: diagnóstico e tratamento. Rio de Janeiro: FEBRASGO, 2023.

FERREIRA, M. E. et al. Obesity as a risk factor for preeclampsia. *Journal of Obstetric Medicine*, v. 10, p. 110-118, 2019.

GIORDANO, J. C. et al. A carga da eclâmpsia: resultados de um estudo multicêntrico sobre a vigilância da morbidade materna grave no Brasil. *PLoS ONE*, v. 9, n. 5, e97401, 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0097401.

HERMÓGENES, J. F., SILVA, M. L., OLIVEIRA, P. Genetic factors in preeclampsia: A study in Brazilian women. *Journal of Hypertension*, v. 33, p. 545-553, 2015.

LEAL, Maria do Carmo et al. Prenatal care in the Brazilian public health services. *Revista de Saúde Pública*, v. 54, p. 08, 2020.

MUIJSERS, P. et al. Consider Preeclampsia as a First Cardiovascular Event. *Current Cardiovascular Risk Reports*, v. 13, n. 21, 2019.

OLIVEIRA, A. N.; SILVA, J. R.; SANTOS, M. R. Determinantes sociais da saúde e pré-eclâmpsia em gestantes brasileiras: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 41, n. 5, p. 245-252, 2019.

PERAÇOLI, José Carlos et al. Pré-eclâmpsia/eclâmpsia – Protocolo no. 01 - Rede Brasileira de Estudos sobre Hipertensão e Gravidez (RBEHG), 2020.

PERAÇOLI, José Carlos et al. Pré-eclâmpsia – Protocolo 2023. Rede Brasileira de Estudos sobre Hipertensão na Gravidez (RBEHG), 2023.

REDMAN, C. W.; SARGENT, I. L. Latest advances in understanding preeclampsia. *Science*, v. 308, n. 5728, p. 1592-1594, 2005.

ROLNICK, S. J.; JACOBSON, R. M.; GROOT, H. D. Prevention of preeclampsia: aspirin and its clinical implications. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, v. 217, n. 3, p. 247-252, 2017. SIBAI, B. M. Diagnosis and management of gestational hypertension and preeclampsia. *Obstetrics & Gynecology*, v. 102, n. 1, p. 181-192, 2003.

SIBAI, B., & ROMERO, R. Management of hypertension in pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, v. 222, n. 2, p. 132-144, 2020.

VILLAR, J., WIDMER, M., & Merialdi, M. Aspirin for the prevention of preeclampsia: A multicenter randomized controlled trial. *Lancet*, v. 395, n. 10224, p. 285-293, 2020.

WISNER, Kristen. Hipertensão gestacional e pré-eclâmpsia. *MCN: The American Journal of Maternal/Child Nursing*, v. 44, n. 3, p. 170, 2019.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins.

## Capítulo 18

# PERFIL DAS MULHERES VÍTIMAS DE VIOLÊNCIA NO ESTADO DO TOCANTINS NO PERÍODO PANDÊMICO

Niágela Miroscá Nonato Maia<sup>1</sup>  
Marcela Antunes Paschoal Popolin<sup>2</sup>

### RESUMO

Durante o cenário pandêmico, tornou-se mais frequente a violência contra a mulher no âmbito domiciliar, especialmente no período de isolamento social. Assim, o objetivo do estudo foi a caracterização das mulheres vítimas de violência física e sexual no estado do Tocantins durante o período da pandemia de COVID-19. Trata-se de um estudo descritivo dos casos de violência física e sexual cometidos contra a figura feminina com idade entre 15 a 59 anos durante os anos de 2020 a 2022 notificados no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). No período de 2020 a 2022, houve 2827 casos de violências físicas sendo a região de saúde mais afetada a Médio Norte Araguaia, com faixas etárias entre 20-29 anos, de raça parda que possuem o ensino médio completo. Os agressores estão na fase adulta, sendo predominantemente os cônjuges. As violências sexuais registradas (n=524) ocorreram em sua maioria na região do Capim Dourado com vítimas entre 15 a 19 anos, de raça parda, com ensino médio incompleto. Ambas as violências apresentaram em comum o âmbito domiciliar como local de agressão. O estudo gerou maior visibilidade a temática, ainda pouco explorada, especialmente no estado do Tocantins, a fim de proporcionar aos gestores uma caracterização específica e direcionada dessa população, visando a implementação de estratégias que possibilitem a acessibilidade, o acolhimento, o suporte e a assistência de qualidade a essas mulheres.

Palavras-chave: Violência contra a mulher; COVID-19, perfil das vítimas.

---

<sup>1</sup> Graduanda de enfermagem, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, niagela.maia@mail.uft.edu.br.

<sup>2</sup> Doutora em Ciências, Curso de Enfermagem, Universidade Federal do Tocantins, marcela.popolin@mail.uft.edu.br.

## INTRODUÇÃO

A violência contra as mulheres está vinculada ao fenômeno da violência de gênero, possuindo características específicas de acordo com cada caso. No Brasil, a violência contra a figura feminina está atrelada a herança secular de um cenário patriarcal de incapacidade e submissão da mulher (Souza, 2023). Esse tipo de violência representa um problema de âmbito social e de saúde pública que reflete na integridade física e psicológica das vítimas.

O início do ano de 2020 foi marcado pelo surgimento do Coronavírus e pela sua rápida disseminação, tendo sido declarado pela Organização Mundial de Saúde uma pandemia. Buscando a contenção desta doença, os governos de diversas nações, incluindo o Brasil, optaram pelo isolamento social obrigando as famílias a se manterem em suas residências por um longo tempo (Okabayashi et al, 2020). Nesse período houve uma limitação no acesso aos serviços responsáveis por proteger a vítima de agressão devido ao afastamento e a redução da jornada de trabalho dos estabelecimentos, notando-se uma crescente quantidade de medidas protetivas solicitadas por vítimas, elevando o índice a 14% durante os anos de 2020 a 2021 (De Miranda et al, 2022).

Observou-se ainda, no ano de 2020, um incremento no número de casos de violência, notadamente no estado do Tocantins, em que a proporção de feminicídios foi de 25,6% para 55,3%. As taxas de lesão corporal dolosa de violência doméstica foi de 191,1 por mil habitantes para 190,3 por mil habitantes em 2021. Em 2020, a taxa das vítimas de estupro foi de 74,3% para 71,6% em 2021 (Anuário Brasileiro de Segurança Pública, 2021). Em 2020, relatou-se ainda mais de 105 mil denúncias de violências contra as mulheres nos canais de discagem do Governo Federal, sendo 72% destas denúncias referentes à violência no ambiente domiciliar e conjugal. Além disso, outro aspecto foi o estreitamento das relações das vítimas e das instituições de investigação devido a institucionalização das

delegacias virtuais (Costa, 2022).

Diante disso, percebeu-se que durante o cenário pandêmico, tornou-se mais frequente a violência contra a mulher, fazendo-se necessário assim, estudos que identifiquem o perfil das mulheres vítimas de violência para que por meio deles possam ser criados planos de ações consolidados e campanhas assertivas para a diminuição dos casos, voltado principalmente para as vítimas com maior vulnerabilidade.

Cabe destacar que a violência física é caracterizada pelos atos violentos explícitos, associado ao uso intencional da força física e lesão corporal, podendo ser cometido contra outro indivíduo ou contra si próprio. Quanto a violência sexual, está relacionada ao ato de expor uma pessoa a qualquer situação de cunho sexual sem o seu consentimento, não se limitando somente ao estupro, penetração vaginal ou anal. Nesse cenário, indivíduos com maior vulnerabilidade social são mais propensos a se tornarem vítimas deste tipo de violência, embora acometa tanto homens quanto mulheres, nota-se a maior prevalência nas vítimas do sexo feminino (Bonamigo, 2022).

Dessa forma, a presente pesquisa, tem como objetivo geral caracterizar as vítimas de violência física e sexual no estado do Tocantins no período da pandemia de COVID-19 e como objetivos específicos identificar o número de mulheres de 15 a 59 anos vítimas de violência física e sexual no estado do Tocantins no período da pandemia de COVID-19 e conhecer o perfil das mulheres de 15 a 59 anos vítimas de violência física e sexual durante o período pandêmico no estado.

## MÉTODO E MATERIAIS

### Tipo de estudo

Trata-se de estudo de caráter descritivo (Rouquayrol; Gurgel, 2018).

#### Local de estudo

O estado do Tocantins possui atualmente 139 municípios divididos em oito regiões de saúde: Bico do Papagaio, Médio Norte Araguaia, Cerrado Tocantins Araguaia, Cantão, Capim Dourado, Amor Perfeito, Ilha do Bananal e Sudeste. Sua extensão territorial é de 277.423,627 quilômetros quadrados. Foi criado no ano de 1988 após a emancipação do estado de Goiás. Localiza-se na região Norte e até o ano de 2010 havia registrado 49,2% da população residente pertencente ao sexo feminino. Já em 2022 registaram-se 1.511.460 habitantes de ambos os sexos. Apresentou o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,731 até o ano de 2021, sendo a 13ª capital no ranking nacional comparados a outros estados (IBGE, 2024). Possuindo como principal fonte econômica de desenvolvimento as áreas das indústrias, serviços e o agronegócio (Oliveira et al, 2022).

#### População da Pesquisa e critérios de seleção

A população de estudo foi composta pelos casos notificados de mulheres vítimas de violência física e sexual com idade entre 15 a 59 anos registradas no Estado do Tocantins no período de 2020 a 2022 registrados no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

#### Fontes de informação e coleta de dados

Os dados da pesquisa foram obtidos por meio do Sistema de Informação de Agravos e Notificação (SINAN) oriundos das fichas de notificações compulsórias registradas. Essas fichas de âmbito nacional possibilitam as identificações de caráter epidemiológico das variáveis comuns dos agravos que possuem relevância para o rastreamento e acompanhamento tanto do indivíduo quanto da incidência desses agravos na população local sendo uma das ferramentas utilizadas como critério para a implementação de políticas públicas

mais eficazes e direcionadas ao público-alvo.

Foram consideradas para o estudo as seguintes variáveis: região de saúde de notificação, raça, grau de escolaridade, local da ocorrência da violência, grau de parentesco e proximidade entre o agressor e a mulher vítima da violência e a evolução do caso. Cabe destacar que para a variável grau de parentesco e proximidade entre o agressor e a mulher vítima da violência foram consideradas apenas a opção sim, sendo excluídos os casos não, ignorados e em branco.

#### Análise de dados

Os dados coletados foram transpostos para a planilha do Office Excel versão 2016 e realizada a análise descritiva dos dados, com contagem de frequência absoluta e relativa.

#### Comitê de ética

De acordo com a Resolução nº 510 de 07 de abril de 2016 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), os dados secundários, de domínio público em que nenhum participante da pesquisa será identificado, dispensa-se a apresentação deste ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

#### DADOS E DISCUSSÃO

Conforme ilustrado na Tabela 1, no período de 2020 a 2022, foram notificados 2827 casos de violência física contra a figura feminina no Estado do Tocantins. A região de saúde mais afetada foi a Médio Norte Araguaia com 532 (18,82%) ocorrências, seguido da região Capim Dourado com 507 (17,93%) casos registrados. Do total, 938 (33,18%) tinham idade entre 20 e 29 anos e 772 (27,31%) tinham entre 30 e 39 anos, 2244 (79,38%) casos eram da raça parda e 683 (24,16%) tinham ensino médio completo, todavia 670 (23,70%) dos casos estavam ignorados ou em branco e um número significativo de mulheres tinham ensino fundamental (n=622; 22,00%). Em relação ao

local de ocorrência, os casos concentraram-se em sua maioria no ambiente residencial (n=2083, 73,68%). Observou-se ainda, que 1341 (47,44%) destes casos não eram derivados de violência de repetição, sendo 1522 (53,83%) agressores na fase adulta, 837 (30,83%) casos como responsável os cônjuges e 562 (20,70%) dos casos tinham sido cometidos pela própria pessoa. Com relação à evolução do caso, 2827 (100%) dos casos encontravam-se em branco.

No que diz respeito aos casos de violências sexuais, foram notificados 524 casos no período, com predominância dos casos na região do Capim Dourado (n=357; 68,13%), nas faixas etárias entre 15 a 19 anos (n=250; 47,71%) seguido da faixa etária de 20 a 29 anos (n=158; 30,15%), na raça parda (n=390; 74,43%) com ensino médio incompleto (n=127; 24,24%) e completo (n=101; 19,27%). O âmbito domiciliar contemplou 304 (58,02%) das notificações, 310 (59,16%) casos não foram violências de repetição. Os autores das violências tinham predominantemente a idade adulta (n=314; 59,92%), sendo 174 (33,79%) praticadas por desconhecidos e 143 (27,77%) por amigos/conhecidos. Em relação à evolução dos casos, 524 (100%) dos casos estavam em branco.

Tabela 1- Perfil dos casos notificados de mulheres vítimas de violência física e sexual entre 15 e 59 anos no estado do Tocantins nos anos de 2020 a 2022.

Variáveis	Violência física		Violência sexual	
	N (2827)	100%	N (524)	100%
Região de Saúde de Notificação				
Médio Norte Araguaia	532	18,82%	51	9,73%
Bico do Papagaio	316	11,18%	26	4,96%
Sudeste	228	8,06%	9	1,72%
Cerrado Tocantins Araguaia	333	11,78%	17	3,24%
Ilha do Bananal	329	11,64%	21	4,01%
Capim Dourado	507	17,93%	357	68,13%



Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Cantão	182	6,44%	10	1,91%
Amor Perfeito	400	14,15%	33	6,30%
Faixa etária				
15-19	527	18,64%	250	47,71%
20-29	938	33,18%	158	30,15%
30-39	772	27,31%	77	14,70%
40-49	447	15,81%	29	5,53%
50-59	143	5,06%	10	1,91%
Raça				
Branca	223	7,89%	73	13,93%
Preta	231	8,17%	41	7,82%
Amarela	35	1,24%	13	2,48%
Parda	2244	79,38%	390	74,43%
Indígena	67	2,37%	3	0,58%
Ign/branco	27	0,95%	4	0,76%
Escolaridade	29	1,03%	7	1,34%
Analfabeto				
Ensino fundamental incompleto	622	22,00%	85	16,22%
Ensino fundamental completo	229	8,10%	48	9,16%
Ensino médio incompleto	422	14,93%	127	24,24%
Ensino médio completo	683	24,16%	101	19,27%
Educação superior incompleta	77	2,72%	55	10,50%
Educação superior completa	95	3,36%	41	7,82%
Ign/branco/Não se aplica	670	23,70%	60	11,45%
Local de ocorrência				
Residência	2083	73,68%	304	58,02%
Habitação Coletiva	14	0,49%	3	0,57%
Escola	11	0,39%	4	0,76%
Local de prática esportiva	2	0,07%	2	0,38%
Bar ou Similar	137	4,85%	14	2,67%
Via pública	269	9,52%	87	16,60%

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Comércio/Serviços	11	0,39%	25	4,77%
Indústrias/construção	1	0,04%	4	0,76%
Outros	84	2,97%	62	11,83%
Ign/em branco	215	7,60	19	3,64%
Violência de repetição				
Sim	914	32,33%	153	29,20%
Não	1341	47,44%	310	59,16%
Ign/em branco	572	20,23	61	11,64
Ciclo de vida do autor				
Criança	4	0,14%	0	0%
Adolescente	308	10,90%	24	4,58%
Jovem	508	17,97%	67	12,79%
Pessoa adulta	1522	53,83%	314	59,92%
Pessoa idosa	14	0,49%	19	3,63%
Ign/branco	471	16,67%	100	19,08%
Grau de parentesco e proximidade entre o agressor e a vítima*	N (2715)*		N (515)*	
Pai	30	1,10%	18	3,50%
Mãe	30	1,10%	2	0,39%
Padrasto	17	0,63%	27	5,24%
Madrasta	4	0,15%	-	-
Cônjuge	837	30,83%	28	5,44%
Ex-cônjuge	216	7,96%	14	2,72%
Namorado	154	5,67%	32	6,21%
Ex-namorado	69	2,54%	11	2,14%
Filho	41	1,51%	0	0%
Irmão(a)	91	3,35%	5	0,97%
Amigos/conhecidos	212	7,81%	143	27,77%
Desconhecido(a)	283	10,42%	174	33,79%
Cuidador	4	0,15%	0	0%
Patrão/chefe	3	0,11%	8	1,55%
Pes com Rel Inst	10	0,37%	7	1,36%

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Policial Ag. Lei	7	0,26%	0	0%
Outros vínculos	145	5,34%	44	8,54%
Própria pessoa	562	20,70%	2	0,38%
Evolução do caso*				
Em branco	2827	100,00%	524	100%

\*Nota: Foram consideradas somente as opções sim e foram desconsideradas as opções nulas e em branco. Apenas a variável evolução do caso foi considerada a opção em branco, devido a ser a única opção disponibilizada no DATASUS. Fonte: Construção dos autores.

O objetivo geral da pesquisa foi caracterizar o perfil das vítimas de violência física e sexual no estado do Tocantins no período da pandemia de COVID-19 nos anos de 2020 a 2022. Os resultados do estudo apontaram um número significativo de violência física e sexual em mulheres, que podem ter sido agravadas devido às medidas de confinamento do Covid 19, em que as vítimas passaram a ter maior convívio com seu agressor no ambiente domiciliar gerando maior susceptibilidade às violências (Souza; Castro-Silva, 2023).

O estudo mostrou um número expressivo de violências em determinadas regiões de saúde do estado, notadamente na região do Médio Norte Araguaia e na região do Capim Dourado. Pesquisas realizadas pela Secretaria do Planejamento e Orçamento (SEPLAN) do Estado do Tocantins, apontaram que no ano de 2021 haviam aproximadamente 1.607.363 habitantes no Tocantins, destes 389.493 (24,30%) residiam na Região de Saúde Capim Dourado e 309.111 (19,40%) residiam na região Médio Norte Araguaia (SEPLAN, 2021), somando ambas 43,70% da população do estado, podendo justificar a alta prevalência de violência física e sexual nas regiões.

A região de saúde Médio Norte Araguaia contempla o polo de Araguaína e mais 16 cidades. A cidade de Araguaína é referência em serviços, instituições e profissionais da saúde locais, além de ser a cidade mais desenvolvida da região norte do estado sendo atrativa ao fluxo imigratório, favorecendo o crescimento demográfico no

município e cidades ao entorno (Silva,2023).

A região de saúde Capim Dourado é composta por 14 municípios, dentre elas encontra-se a capital do estado, a cidade de Palmas. A capital se originou devido ao processo de separação do Estado de Goiás, sendo marcada pela constante luta contra a pobreza e desigualdades sociais, além disso, possui um dos maiores índices de crescimento do Brasil, sendo inversamente proporcional a geração de empregos no mercado de trabalho (Carvalho, 2020). A capital mais jovem do Brasil é marcada pelo alto fluxo migratório local (Rodrigues, 2015), sendo um polo atrativo em decorrência das maiores atividades executadas centradas na administração pública, construção civil, comércios e indústrias, podendo estar relacionado aos altos números de notificações na região.

No que diz respeito a faixa etária, observou-se que a violência física foi maior nas mulheres com idades entre 20 a 29 anos e 30 a 39 anos, já a violência sexual foi predominante na faixa etária de 15 a 19 anos. Analisando a idade das vítimas afetadas pela violência física, entre 20 a 39 anos, nota-se que as mesmas estão em idade economicamente ativa e quando não possuem a própria renda, liberdade financeira ou autonomia estão mais propícias a violência praticada pelos seus parceiros, devido a cultura patriarcal enraizada na sociedade, pela submissão e dependência, sendo mais frequentes em mulheres desempregadas e que exercem atividades do lar (Belchior et al, 2024).

Já a ação violenta em sua forma sexual, na faixa mais jovem, de 15 a 19 anos, pode estar relacionada às limitações quanto ao acesso às instituições escolares em meio ao período pandêmico, ocasionando um maior tempo de exposição no ambiente doméstico durante o isolamento social. Assim, ressalta-se a importância dos profissionais das instituições de ensino para mapeamento precoce dos casos bem como no auxílio na realização das denúncias e na identificação dos casos, pelo contato contínuo e prolongado com esse público (Bueno;

Lagrecia; Sobral, 2022).

A raça parda foi a mais predominante entre os casos de mulheres vítimas de violência física e sexual no período de estudo. Segundo dados disponibilizados pelo censo do IBGE em 2022, 45,3% dos cidadãos brasileiros se declararam da raça parda, destes, 13,2% estão concentrados na região do Tocantins. A predominância da raça parda no estado, pode ser um fator colaborativo para o maior número de ocorrências nessa população, evidenciando a vulnerabilidade relacionada a cor.

Estudo de Souza et al (2024) destaca ainda que as mulheres da raça parda tiveram maior vulnerabilidade à violência cometida pelo parceiro íntimo durante o período pandêmico devido às barreiras geográficas, à burocratização jurídica do território, à instabilidade financeira, o desemprego, a vulnerabilidade habitacional, a pouca rede de apoio, além da dificuldade do acesso às redes de saúde.

Os dados revelaram também que as mulheres vítimas de violência física apresentaram em sua maioria o ensino fundamental incompleto e ensino médio completo. A violência doméstica pode acarretar traumas que permeiam a vida da vítima ao longo dos anos, o que se intensificou no período pandêmico devido ao adoecimento mental em massa, gerando problemas psicológicos, como: falta de concentração, variação de humor, dificuldade de aprendizagem e até transtornos mentais, como: depressão, ansiedade, estresse pós-traumático, síndrome do pânico e tentativa de autoextermínio (Souza et al, 2024).

Já as mulheres vítimas de violência sexual apresentaram o ensino médio incompleto. Tais dados podem estar vinculados ao fato das jovens abusadas possuírem uma diminuição dos desejos em continuarem os estudos por apresentarem maiores dificuldades no processo de aprendizagem e dificuldade de adaptação em ambiente escolar (Fontes; Conceição; Machado, 2017). Ademais, na era pandêmica foram adotadas aulas em formatos *on-line* em que

necessitava de aparelhos capazes de possibilitar o acesso às aulas pelos alunos em domicílio, gerando impacto no ensino, evidenciado pelo decréscimo de matrículas realizadas nesse mesmo período (Phillipps et al, 2022).

Esses resultados salientam ainda, a grande desigualdade social presente no país, sendo a concentração dessas classes sociais predominante nas regiões Norte e Nordeste, enfatizando a relação da situação de pobreza com os baixos níveis de educação favorecendo um ambiente de risco com tensões sociais e violência (Da Silva Junior; Sampaio, 2010).

O cenário domiciliar foi o cenário em que mais ocorreram as violências, o que vem de encontro ao contexto pandêmico, em que houve o isolamento social imposto pelo governo como medida preventiva contra a contaminação e disseminação da COVID-19. Nesse recorte do tempo, a restrição súbita da liberdade no ambiente doméstico e o aumento do tempo de exposição entre a vítima e o agressor propiciou um ambiente oportuno para cometerem esses crimes, aliados a outros fatores que elevaram a tensão domiciliar, como: aumento do desemprego, sobrecarga nas atividades domiciliares, afastamento do ciclo de amigos e familiares, maiores consumos de bebidas alcoólicas, dentre outros (Ruiz, 2022).

O estudo revelou ainda que as violências físicas e sexuais em sua maioria não foram violências de repetição, porém, os números de violência de repetição podem ter sido ainda maiores, pois grande parte das vítimas não realizaram a denúncia durante o período de isolamento, pelo acesso presencial diminuído das delegacias e demais serviços de proteção e denúncia (Bueno; Lagreca; Sobral, 2022). Além disso, na violência doméstica a vítima se silencia e não costuma denunciar o agressor, que por vezes ocorre devido ao sentimento de medo, vergonha e culpa ou para prevenir a desestruturação da unidade familiar (Cruz, 2020).

Por outro lado, durante o período da pandemia, houve uma

diminuição nos registros de ocorrência física, sendo justificado pelo fechamento de diversas instituições e serviços de proteções e canais de denúncias (Silva et al, 2023), acarretando no aumento do número de ligações com pedidos de ajuda para o Disque Denúncia e da quantidade de medidas protetivas expedidas (Anuário Brasileiro De Segurança Pública, 2021).

Com isso e devido ao isolamento social, houve a ampliação do sistema de ocorrência, por meio da implementação do mecanismo de Boletins de Ocorrência (B.O) no formato *on-line*, contribuindo para o crescimento dos números de registros *online* durante 2019 a 2021 (Mandu, 2022), porém tais números podem estar subnotificados, tanto pelo desconhecimento dos canais de denúncias, em formato *on-line* e por telefone, quanto pela própria falta de denúncia da vítima.

Acrescido a isso, mesmo com a Lei nº 11.340/2006 denominada Lei Maria da Penha, na qual prevê medidas de caráter protetivo e de urgência às vítimas de violência doméstica e familiar (Amaral et al, 2016), para que o agressor se afaste do convívio da vítima, nota-se que, uma grande parcela dos agressores cumpre pena em regime penal aberto e com assinatura, de forma mensal, de comparecimento em juízo. Esses fatores colaboraram para a ineficácia da Lei (Vasconcelos; Resende, 2018) e favorecem a reinserção do agressor no mesmo domicílio que a vítima, cooperando para a violência de repetição.

Em ambos os tipos de violências, houveram a predominância do agressor na fase adulta. Kristensen et al (2003) e Stenzel (2019) salientam que o surgimento da agressividade na fase adulta pode estar relacionado a presença de situações traumáticas vivenciadas no decorrer do desenvolvimento cognitivo, como vivenciar a agressão da figura materna ocasionada pelo pai, impactando no processo de neuroadaptação das questões psicossociais e ambientais, sendo mais nítido o reflexo agressivo na fase adulta, embora não seja todos os casos.

O estudo demonstrou ainda que a maioria das mulheres foram agredidas fisicamente pelo cônjuge. De acordo com Santos et al (2023) e Belchior et al (2024), a intensificação da crise socioeconômica no período pandêmico acarretou na instabilidade emocional e ampliação da tensão interpessoal, com mais incidência de brigas, discussões, discórdias, ações violentas além do sentimento de submissão e dominação da vítima ao agressor. Ampliando assim, o aumento de violências físicas contra a mulher pelo cônjuge e/ou mesmo ex-cônjuge.

Com relação às vítimas de violência sexuais, o estudo apontou que os agressores foram predominantemente vinculados a desconhecidos, o que pode estar relacionado ao sentimento de culpa e vergonha, visto que a maioria das vezes o agressor faz parte do círculo familiar, dificultando a identificação do sujeito (Fiorotti, 2022), podendo justificar também os achados do estudo, em que tivemos um número considerável de notificações no qual os agressores eram amigos/conhecidos próximos das vítimas, permitindo um acesso livre e impedindo as denúncias (Anuário Brasileiro de Segurança Pública, 2021).

Ademais, pressupõe-se que as medidas de isolamento social propiciaram o fluxo de visitas domiciliares por pessoas conhecidas do ciclo familiar, mas desconhecidas para a vítima sexual. Outro fator importante que pode ter contribuído, são as transformações corporais externalizadas na adolescência e juventude, além do amadurecimento precoce, tornando-se mais atrativas aos olhos do agressor (Ferroz; Xavier; Cabral, 2021).

Em outra perspectiva, também é possível verificar o aumento de casos de violência física cometida pela própria pessoa. É importante destacar que esse período foi durante o isolamento ocasionado pela pandemia da Covid -19. Durante os anos de 2020 a 2022, muitas mulheres passaram mais tempo com seus agressores, tiveram um aumento de violência doméstica, sobrecarga das tarefas de gênero



com trabalhos domiciliares, cuidados com os filhos e doentes. Nessa ótica, uma grande parte das mulheres internalizaram esse sofrimento, fragilizando elos familiares, interpessoais e revivendo traumas, acarretando na violência autoprovocada (Dantas; Meira; Amorim, 2023).

Os achados revelaram ainda, que evolução dos casos de violência física e violência sexual, estavam em sua totalidade em branco. Embora a Lei nº 10.778/2003 estabeleça nacionalmente a notificação compulsória da violência contra a mulher nos atendimentos em saúde, seja público ou privado, observa-se a dificuldade dos profissionais de saúde em preenchê-la e/ou mesmo de monitorar essa vítima na Rede de Saúde (Kind et al, 2013), dificultando o acompanhamento do seu desfecho.

Nesse sentido, ressalta-se a importância da qualificação técnica da Equipe da Saúde da Família para o manejo e encaminhamento adequados às vítimas de violência, bem como a qualidade das informações para identificação e notificação dos casos (Andrade; Bustamante, 2024). O processo de avaliação e identificação destas vítimas em larga escala associado a escassez dos serviços acarreta a sobrecarga do profissional de saúde, necessitando assim de estabelecimentos voltados à divulgação e integração dos serviços de proteção (Pontes et al, 2021).

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) as complexidades e as diversas fâcias da violência não se restringem a um eixo de ação em específico, pois necessitam de um sistema que integrem as diversas instituições como: sistema de justiça, assistência social, segurança pública, instituições de ensino e redes hospitalares (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2015).

Ademais, o enfrentamento à violência contra mulher no âmbito domiciliar durante o período pandêmico não se limita somente aos números notificados, pois parte das vítimas não denuncia por diversos fatores, como as questões sociais, religiosas, culturais,

ameaças ou falta de conhecimento sobre os próprios direitos, necessitando de estratégias eficazes com resultados positivos de curto, médio e a longo prazo. Neste paradigma, as falhas na alimentação das fichas de notificação limitam a identificação da evolução do caso bem como as medidas adotadas em cada caso, sendo fator limitante para a completa identificação do perfil das vítimas e nas projeções de medidas preventivas para amenizar essas incidências. Contudo, conhecer o perfil dessas vítimas, propicia a realização de ações eficazes de amplo e fácil acesso naquele grupo específico de mulheres, contribuindo para sua proteção e assistência.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados do estudo demonstraram que as mulheres vítimas de violência física e sexual no estado do Tocantins são em sua maioria das regiões de saúde Médio Norte Araguaia e Capim Dourado, na idade de 15 a 39 anos, da raça parda, com ensino fundamental incompleto e médio completo, na qual vivenciaram as violências no contexto de suas residências por indivíduos próximos como o cônjuge e amigos/conhecidos, por desconhecidos e até por elas próprias, sem dados sobre o desfecho do caso.

Ademais, revelou a posição de vulnerabilidade das vítimas nos atos de violência física e sexual, dando ênfase na necessidade do fortalecimento de políticas públicas com foco no empoderamento feminino e na proteção dessas mulheres, bem como no direcionamento das denúncias e dos seus direitos e mecanismos para obtê-los. O estudo gerou ainda maior visibilidade a temática, ainda pouco explorada, especialmente no estado do Tocantins, a fim de proporcionar aos gestores uma caracterização específica e direcionada dessa população, visando a implementação de estratégias que possibilitem a acessibilidade, o acolhimento, o suporte e a assistência de qualidade a essas mulheres.

Além disso, o estudo sinalizou que as instituições que compõem

os sistemas de proteção às mulheres precisam se articular em todos os âmbitos, a fim de suprir a falha na assistência e no acompanhamento dessas vítimas. Nota-se também, a urgente necessidade no rigor e na fiscalização das medidas preventivas, como também investimento nas capacitações continuadas aos profissionais envolvidos no processo para identificação precoce das vítimas e mulheres vulneráveis.

## REFERÊNCIAS

Souza, Mileny Martins de. Violência contra as mulheres em contexto de pandemia e políticas públicas de enfrentamento: um estudo a partir de casos vinculados na mídia, 2023. 58fl. - Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Serviço Social e Gestão de Políticas Públicas). Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, Universidade Federal de Campina Grande – Sousa- Paraíba - Brasil, 2023.

Okabayashi, Nathalia Yuri Tanaka et al. Violência contra a mulher e feminicídio no Brasil-impacto do isolamento social pela COVID-19. Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 3, p. 4511-4531, 2020.

SOUZA, L. DE J.; De Miranda, Ronaldo Pereira et al. Violência doméstica: um estudo do cenário no estado do Tocantins. Revista do Instituto Brasileiro de Segurança Pública (RIBSP)-ISSN 2595-2153, v. 5, n. 12, p. 09-23, 2022.

Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2021. São Paulo: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, ano 15, 2021. ISSN 1983-7364.

Costa, Patrícia Rosalba Salvador Moura; oliveira, Maria Luiza Vasconcelos Fernandes; da costa, Luisa Maria Ramos. Violências contra as mulheres na pandemia da Covid-19: Uma mirada sobre o nordeste brasileiro. Estudos em Ciências Humanas e Sociais Volume 9, p. 15, 2022.

Bonamigo, V. G., Torres, F. B. G., Lourenço, R. G., & Cubas, M. R.. (2022).

Violência física, sexual e psicológica segundo a análise conceitual evolucionista de rodgers. *Cogitare Enfermagem*, 27, e82955. <https://doi.org/10.5380/ce.v27i0.82955>

Rouquayrol, Maria Zélia; Gurgel, Marcelo. *Rouquayrol: epidemiologia e saúde*. 8 ed. Rio de Janeiro: MedBook, 2018, 719p.

IBGE. Panorama Tocantins. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/panorama>. Acesso em: 15 jun. 2024.

Oliveira, Nilton Marques; Alves, Erisvaldo. Transformações econômicas no estado do tocantins nas primeiras décadas do século XXI. *Informe Gepec*, v. 26, n. 3, p. 102-119, 2022.

DATASUS. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/violeto.def> . Acesso em: 15 fev. 2024.

Tocantins. Integra Saúde Tocantins. Disponível em: <http://integra.saude.to.gov.br/Paineis/Populacao>. Acesso em: 19 ago. 2024.

Souza, Josilene Brandão de; Castro-Silva, Carlos Roberto de. Pandemia da covid-19 e o aumento da violência doméstica em território vulnerável: uma resposta de base comunitária. *Saúde e Sociedade* [online]. v. 31, n. 4. Acesso em 2 Set 2024, e220227pt. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902022220227pt>. ISSN 1984-0470.

Secretaria do Planejamento e Orçamento (SEPLAN). Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas (DIGIT). Gerência de Informações Socioeconômicas (GEFIS). *Estado do Tocantins - Tocantins em Números - Demografia*. Palmas: SEPLAN/GEFINS, agosto/2021. 14p.

Silva, Gilson de Araújo. Os desafios socioespaciais da regionalização da saúde na região médio norte de Araguaína. 2022. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós - Graduação em Demandas

Populares e Dinâmicas Regionais, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2023.

Carvalho, Aline Barbosa de. Estudo sobre a indústria criativa em Palmas- TO. 41 f. Monografia (Graduação) Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2020.

Rodrigues, Waldecy. Projeções populacionais a partir de cenários econômicos: o caso de Palmas – TO, 2010 A 2025. (2015). *Revista De Economia Da UEG (ISSN 1809-970X)*, 11(1), 26 a 40. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5540025>

Belchior , G. de M. .; Evangelista , T. L.; Sousa, T. V. de .; Cardoso, D. da C.; Vilanova, J. de M. .; Carvalho Filha, F. S. S. .; Moraes Filho, I. M. de . VIOLÊNCIA DOMÉSTICA: A PANDEMIA DE COVID-19 PROVOCOU SUBNOTIFICAÇÃO DE CASOS E/OU AUMENTO DE SUA OCORRÊNCIA?. *Revista Ciência Plural*, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 1-20, 2024. DOI: 10.21680/2446-

7286.2024v10n1ID33880.

Disponível

em:

<https://periodicos.ufrn.br/rcp/article/view/33880>. Acesso em: 10 set. 2024.

Bueno, Samira; Lagreca, Amanda; Sobral, Isabela. Violência contra meninas e mulheres no 1º semestre de 2022. São Paulo: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2022. ISBN 978-65-89596- 21-9

Souza, N. R., Hino, P., Taminato, M., Okuno, M. F. P., Gogovor, A., & Fernandes, H.. (2024). Violência contra mulher parda e preta durante a pandemia: revisão de escopo. *Acta Paulista De Enfermagem*, 37, eAPE00682. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2024AR0000682>

Fontes, L. F. C., Conceição, O. C., & Machado, S.. (2017). Violência sexual na adolescência, perfil da vítima e impactos sobre a saúde mental. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22(9), 2919-2928. <https://doi.org/10.1590/1413-81232017229.11042017>

Phillipps, A. F., Ferreira-Costa, J., Ogassavara, D., Tertuliano, I. W., Silva-Ferreira, T. D., Bartholomeu, D., & Montiel, J. M. (2022). Problemáticas na aprendizagem na pandemia COVID-19: Diretrizes e

ferramentas educacionais. *Revista Psicopedagogia*, 39(120), 404-411.

Da Silva Júnior, Luiz Honorato; Sampaio, Yony. Notas sobre pobreza e educação no Brasil.

Problemas del desarrollo, v. 41, n. 163, p. 75-97, 2010.

Ruiz, henri Francis de Oliveira et al. Violência doméstica e quarentena: a subnotificação nos tempos de pandemia. *Revista da Seção Judiciária do Rio de Janeiro*, [S.l.], v. 26, n. 55, p. 43-63, jun. 2022. ISSN 2177-8337. Disponível

em:

<<http://revistaauditorium.jfrj.jus.br/index.php/revistasjrj/article/view/648>>. Acesso em: 10 set. 2024. doi: <https://doi.org/10.30749/2177-8337.v26n55p43-63>.

Cruz, Vânia Batista. O reflexo da violência doméstica no desenvolvimento escolar de crianças e adolescentes no ensino fundamental. 2020. 35 f. Monografia, Curso de Pedagogia da Universidade São Francisco.

Silva, V. L. M. da ., Silveira, L. M. B. da ., Cecchetto, F. R., Njaine, K., Silva, A. da ., & Pinto, L. W. (2023). Recomendações inter(nacionais) para enfrentamento a violências contra mulheres e meninas na pandemia de COVID-19. *Ciência & Saúde Coletiva*, 28(6), 1643-1653. <https://doi.org/10.1590/1413-81232023286.14412022>

Mandu, Carlos Carmelo Costa. Atuação da polícia civil na pandemia da COVID-19: uma experiência da 15ª Área Integrada de Segurança Pública. João Pessoa, 2022. 48 f. : il.

Vasconcelos, C. C., & Lira de Resende, G. S. (2018). VIOLÊNCIA DOMÉSTICA: A Aplicabilidade e Eficácia das Medidas Protetivas como Instrumento de Prevenção e Combate à Reincidência na Comarca de Barra do Garças-MT. *Revista Direito Em Debate*, 27(49), 117-137. <https://doi.org/10.21527/2176-6622.2018.49.117-137>

Amaral, L. B. de M., Vasconcelos, T. B. de ., Sá, F. E. de ., Silva, A. S. R. da ., & Macena, R. H. M.. (2016). Violência doméstica e a Lei Maria da Penha: perfil das agressões sofridas por mulheres abrigadas em unidade

social de proteção. *Revista Estudos Feministas*, 24 (2), 521-540.  
<https://doi.org/10.1590/1805-9584-2016v24n2p521>

Kristensen, C. H., Lima, J. S., Ferlin, M., Flores, R. Z., & Hackmann, P. H.. (2003). Fatores etiológicos da agressão física: uma revisão teórica. *Estudos De Psicologia* (natal), 8(1), 175-184.  
<https://doi.org/10.1590/S1413-294X2003000100020>

Stenzel, Gabriela Quadros de Lima. Características de personalidade de agressores conjugais: um estudo qualitativo. *Pensando Famílias*, v. 23, n. 1, p. 137-152, 2019. Disponível em: <https://pepsic.bvsolud.org/pdf/penf/v23n1/v23n1a11.pdf>. Acesso em: 02 set. 2024

Santos LN, Oliveira JF, Rodrigues AS, Oliveira MM, Oliveira DS, Jesus MEF, Nascimento DFB. Violências contra as mulheres divulgadas na mídia durante a pandemia de Covid-19. *Revista Gaúcha de Enfermagem*. 2023;44:e20220249. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2023.20220249.pt>

Fiorotti KF, Pedroso MR, Leite FM. Análise dos casos notificados de violência sexual contra a população adulta. *Acta Paulista de Enfermagem*. 2022;35:eAPE01846.

Feraz, Maira De Maria Pires; Xavier, Milene Maria; Cabral, Veloso Isabel Rosa. Violência sexual contra crianças e adolescentes: análise das notificações a partir do debate sobre gênero. *DESIDADES: Revista Científica da Infância, Adolescência e Juventude*, n. 29, p. 134-150, 2021.

Dantas, E. S. O., Meira, K. C., Bredemeier, J., & Amorim, K. P. C.. (2023). Suicídio de mulheres no Brasil: necessária discussão sob a perspectiva de gênero. *Ciência & Saúde Coletiva*, 28(5), 1469– 1477.  
<https://doi.org/10.1590/1413-81232023285.16212022>

Kind, L., Orsini, M. de L. P., Nepomuceno, V., Gonçalves, L., Souza, G. A. de ., & Ferreira, M. F. F.. (2013). Subnotificação e (in)visibilidade da violência contra mulheres na atenção primária à saúde. *Cadernos De Saúde Pública*, 29(9), 1805-1815. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00096312>

Andrade, L. M., & Bustamante, V.. (2024). A construção do cuidado na

assistência às mulheres em situação de violência doméstica: perspectivas de trabalhadores e trabalhadoras da Estratégia Saúde da Família. *Physis: Revista De Saúde Coletiva*, 34, e34020. <https://doi.org/10.1590/S0103-7331202434020pt>

Pontes, L. B., Dionísio, M. B. R., Bertho, M. A. C., Grama, V. D., & D’Affonseca, S. M. (2021). Redes de Apoio à Mulher em Situação de Violência durante a Pandemia de Covid-19. *Revista Psicologia e Saúde*, 13 (3), 187-201.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Nota Técnica n. 13 (Diest) : A Institucionalização das políticas públicas de enfrentamento à violência contra as mulheres no Brasil*. Brasília, 2015. 37 p. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6778>. Acesso: 30 ago 2024.

#### FINANCIAMENTO

“O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil”.



## Capítulo 19

# Prospecção dos bioativos com potencial inibitório para a enzima acetilcolinesterase dos extratos da planta *Combretum rupicola* no contexto da doença de Alzheimer

Andreson Patrício da Silva<sup>1</sup>  
Sérgio Donizeti Ascêncio<sup>2</sup>  
Samara Kelly Amaral Barros<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente estudo investigou o potencial efeito inibitório da enzima acetilcolinesterase (AChE) por compostos da casca da *Combretum rupicola*, planta utilizada na medicina popular. Teve como objetivo a bioprospecção dos bioativos e a realização de testes *in silico* para observar a afinidade entre os compostos da planta e a enzima. Como resultados, obteve-se, na análise fitoquímica, a presença de taninos e alcaloides e, na parte *in silico*, foram observadas interações da combretastatina e do 9,10-dihidrofenantreno, com energias de ligação de -7,4 e -8,9 kcal/mol, respectivamente, com a enzima acetilcolinesterase. Esses resultados se relacionam com a doença de Alzheimer, já que essa enzima tem a função de degradar a acetilcolina na fenda sináptica.

Palavras-chave: Acetilcolinesterase. Extrato Vegetal. Doença de Alzheimer. *Combretum rupicola*.

<sup>1</sup> Acadêmico de medicina (UFT), Pibic, Universidade Federal do Tocantins, [Andreson.silva@mail.uft.edu.br](mailto:Andreson.silva@mail.uft.edu.br)

<sup>2</sup> Doutor em Ciências - Bioquímica, Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, [sergioda@mail.uft.edu.br](mailto:sergioda@mail.uft.edu.br).

<sup>3</sup> Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelo PPGCTA-UFT, [aramasly@gmail.com](mailto:aramasly@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

A família *Combretaceae* é o grupo de plantas que apresenta 14 gêneros e 580 espécies, estão presentes principalmente em clima tropical ou subtropical, possui o aspecto de árvore, arbóreo ou lianas, as folhas são coriáceas com nervuras e possuem aspecto vermelho antes de cair (DIAS, 2023). A família possui plantas com uso na medicina popular com atividade para saúde comprovada devido a presença de taninos e outras propriedades medicinais como ações antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral, antiviral, antidiabética (DIAS, 2023).

O Gênero *Combretum* é o maior da sua família e possui uso para o tratamento de distúrbios abdominais, infecções bacterianas, câncer e doenças cardíacas, doenças de pele, dores de garganta, problemas gástricos. Ele possui, ainda, ampla gama de taninos, flavonoides, terpenoides, fenantrenos e estilbenoides (SANTOS Et. al. 2013). Dessa forma, sabendo que , carotenoides, polissacarídeos, fitoesteróis, terpenoides possuem ação de moduladores de vias neurais, segundo Duarte (2023). Pode-se verificar que há uma relação entre classes de compostos existentes nessas plantas e ação no sistema nervoso. Havendo, então, a necessidade de investigação sobre o potencial uso para doenças neurodegenerativas como Alzheimer.

Doenças neurodegenerativas são caracterizadas por disfunção das células do Sistema Nervoso com maior prevalência da Doença de Alzheimer (DA), Doença de Parkinson (DP) e Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) e ainda têm a etiologia desconhecida (PEREIRO, 2022). A prevalência dessas doenças aumenta consideravelmente na população mundial associada com o aumento da idade tendo como consequência problemas de saúde, econômicos e sociais (PEREIRO, 2022).

A doença de Alzheimer é causada pela degeneração dos

neurônios. Isso ocorre devido ao acúmulo da proteína  $\beta$  amiloide. Essa proteína é constituinte do emaranhado neurofibrilar, que tem efeito neurodegenerativo e, quando o sujeito é acometido por Alzheimer, pode ser encontrada principalmente nas regiões do hipocampo, amígdala e córtex entorrinal (GUZEN; CAVALCANTE, 2012).

Essa proteína  $\beta$  Amiloide possui as formas Beta Amiloide ( $\beta A$ )  $\beta A40$  e  $\beta A42$  que são os principais constituintes das placas neurodegenerativas Senil (BRITTO, 2022), possui como precursor a beta amiloide, que tem como precursor a proteína precursora da beta amiloide (GUZEN; CAVALCANTE, 2012) (BRITTO, 2022). A proteína precursora da beta amiloide é produzida no cromossomo 21 por isso tem forte relação com a síndrome de down (SOUZA, 2022).

Outra forma de atuação da patologia é por meio da degradação da Acetilcolina (ACh) e dos receptores colinérgicos - Muscarínicos e Nicotínicos (BRITTO, 2022) importante mecanismo de comunicação celular no corpo humano. Assim, encontrar princípios bioativos que atuem para impedir que essa degradação ocorra faz-se necessário. Soma-se a isso os efeitos colaterais como, por exemplo, náuseas, diarreia e sono trazidos pelo medicamento para DA já em uso que atuam impedindo essa degradação do neurotransmissor ACh. Acetilcolinesterase (AChE) é uma enzima utilizada para inibir a degradação do neurotransmissor acetilcolina e favorecer o mecanismo colinérgico. Para que isso tenha efeito é necessário que a substância possua efeito inibitória sobre a enzima Acetilcolinesterase e tenha alta permeabilidade hematoencefálica para que ela possa chegar ao SNC e realizar sua ação (BRITTO, 2022).

Já outro ponto, é que a enzima AChE é responsável, segundo Britto (2022), pela formação dos agregados de neurofibrilas  $\beta A$ , isso ocorre porque essa enzima conta com um sítio de ligação periférico aniônico. Portanto, considerando que essas plantas da família Combretum apresentam funções relacionadas ao SNC e a dimensão da patologia DA, é de interesse social, na área da saúde, que sejam

realizados estudos para a bioprospecção em plantas dos gêneros dessa família com o objetivo de relacionar os extratos obtidos com funções farmacológicas para a DA.

Dessa forma, a realização do estudo fitoquímico em plantas como a *C. rupicola*, da família *Combretaceae*, é necessário para elucidação das substâncias presentes nessas plantas com efeitos medicinais e investigação das ações dessas com a enzima AChE. Com isso, será possível desenvolver medicamentos o que favorecerá a saúde da população propensa a desenvolver a enfermidade em questão, melhorar a balança econômica local fato esse que pode servir como incentivo para a preservação da biodiversidade desse bioma e diminuição da degradação que está ocorrendo sobre a vegetação para a plantação de monocultura (SAWYER, 2018).

## MÉTODO E MATERIAIS

### Coleta da planta

A planta *Combretum rupicola* foi coletada na reserva legal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO - Campus de Araguatins, localizada ao oeste do estado de Tocantins (-5°38'42.5"S 48°04'12.8"W). A coleta ocorreu no dia 29/01/2024, no período matutino (das 8h30 às 12h), usando equipamentos e técnicas adequadas para a coleta do material a ser usado na pesquisa e produção da exsicata a ser guardada no depósito de exsicata no herbário do IFTO - Campus de Araguatins sob o código 335. Em Palmas, os produtos coletados foram então armazenados em freezer no Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal do Tocantins (UFT) a -18°C até o seu devido processamento.

### Obtenção da matéria-prima

A obtenção do extrato está seguindo o método de Soares et al., (2017). Primeiro foi retirado o material do freezer do LPPN para uma bancada a 23°C sobre papel craft para descongelamento natural durante meia hora. Depois, foi lavado de forma manual em água corrente e enxaguado em água destilada. Durante o processo de lavagem descrito anteriormente e a pesagem descrita posteriormente teve-se manuseio do material com luvas. A pesagem do material foi realizada em balança de precisão presente no LPPN.

O material pesado foi acondicionado em 9 embalagens de papel craft, cada uma contendo 200g de conteúdo, identificadas e datadas. Foram realizadas perfurações nas embalagens com palitos de pontas finas estéreis. Dessas, somente 6 foi acompanhado o peso da secagem como forma de amostra.

#### Desidratação:

As cascas do caule foram secos e estabilizados a 50° C em estufa de circulação de ar forçada do modelo (SL-102) marca Ethik presente no Laboratório de Análises de Alimentos (LANA) - UFT, pelo método do peso constante. Os caules foram secos por 48 horas. Após o período de secagem, foi realizada a redução a pó com auxílio do moinho de facas Willye (modelo datar FT-50) na peneira de 3mm.

#### Fluxo esquemático

O esquema na tabela 1 a seguir mostra o passo a passo realizado nos laboratórios após a coleta. Amostra a planta que foi lavada sendo descansada para tirar o excesso de umidade. B - mostra do caule sendo secada em estufa. C - mostra do caule seco. D - mostra a planta moída após passar em moinho de facas.

Tabela 1: Esquema da obtenção das cascas do caule

a: Lavação	b: Secagem	c: folhas secas	d: Moagem da folha
			

#### Obtenção do extrato

Para obtenção da amostra foi utilizada a metodologia de Borges et al. (2019), em que o material moído foi colocado dentro de um béquer com 20 gramas de amostra em 100 mL na proporção 80:20 de acetonitrila e metanol, posteriormente foi submetida ao processo de extração através do banho de ultrassom por 60 minutos, logo após, foi retirado o sobrenadante. Em seguida a extração, foi feita a redução do volume em rotoevaporador usando a rotação de 70 rpm com a temperatura do banho maria de 55°C.

#### Prospecção Fitoquímica Preliminar

O extrato da *C. rupicola* foi levado a teste de caracterização fitoquímica de acordo com a metodologia descrita por (Mouco et. al. 2003) para a detecção dos principais grupos de metabólitos secundários. Os ensaios consistem em reações químicas embasadas no aparecimento de core ou precipitado. As reações foram

diversificadas conforme os reagentes manipulados para cada grupo, onde indicaram ausência ou presença do determinado grupo de metabólitos. Nos estudos fitoquímicos foram estudados os seguintes compostos: Taninos, Flavonóides, Alcalóides e Óleos vegetais.

### 2.3.1 Extração de Taninos

Pesou-se cerca de 5g do caule e da folha pulverizada. Extraíram-se os taninos com 50 ml de água destilada fervida por 5 minutos, após, realizou-se a filtração em filtro de papel. Repetiu-se mais duas extrações com 10 ml de água destilada cada.

#### 2.3.1.1 Reação com Cloreto Férrico

Em cada tubo de ensaio colocou-se de 1,0 mL da solução extrativa e adicionaram-se 5,0 mL de água destilada e uma gota de cloreto férrico 2% (escorrendo-o pela parede do tubo). Foi necessário que se observasse a formação de um precipitado ou aparecimento de colorações: preta, verde-escuro, azul, conforme estrutura química.

#### 2.3.1.2 Reação com Acetato Neutro de Chumbo

Em cada tubo de ensaio colocou-se de 1,0 mL da solução extrativa diluída na proporção 1:5. Adicionaram-se 1 ou 2 gotas de solução aquosa de acetato neutro de chumbo a 10%. Esperou-se para observar a formação de um precipitado castanho avermelhado e denso.

#### Reação com Solução de Acetato de cobre

Em cada tubo de ensaio colocou-se de 1,0 mL da solução extrativa diluída na proporção 1:5. Adicionaram-se 1 ou 2 gotas de solução

aquosa solução de acetato de cobre 5%. Esperou-se para observar a formação de um precipitado castanho avermelhado.

#### Reação com Acetato de chumbo e Ácido Acético Glacial

Em cada tubo de ensaio colocou-se de 3,0 mL da solução extrativa diluída e adicionaram-se cerca de 20 mL ácido acético glacial a 10% 3 mL da solução acetato neutro de chumbo a 10%. Esperou-se para observar a formação de um precipitado castanho avermelhado que indicasse a presença de taninos gálicos.

#### Extração de Alcalóides

Pesou-se cerca de 1g do pó do caule e da folha em um béquer, adicionou-se 30 mL de solução de HCL 1,5% e aqueceu-se por 3 minutos. Logo após, filtrou-se o sobrenadante em algodão e transferiu-se o filtrado para um funil de separação. Alcalinizou-se o filtrado obtido com solução de Hidróxido de Amônio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) até atingir um pH 9. Após, adicionou-se ao filtrado alcalinizado 15 ml de Clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ) e agitou-se. Colocou-se 5 gotas do extrato em cada cápsula de porcelana, e, depois, em uma chapa para secagem. Em seguida, dissolveu-se o resíduo com 4 gotas de solução de HCL 1,5% em todas as cápsulas e em cada uma adicionou-se o reagente de identificação de alcalóides, Reagente de Sheiber: Adicionar algumas gotas sobre o resíduo e observar o desenvolvimento de coloração amarelo escuro.

Reagente de Bourchardat: Adicionar algumas gotas sobre o resíduo e observar o desenvolvimento de coloração amarelo tijolo.

Reagente de Mayer: Adicionar algumas gotas sobre o resíduo e observar o desenvolvimento de um precipitado floculoso branco.



Reagente de Dragendorff: Adicionar algumas gotas sobre o resíduo e observar o desenvolvimento de coloração amarelo tijolo.

#### Extração de Flavonoides

A extração foi feita misturando 2g do extrato da *C. rupícola* com 15mL de etanol 75%, levou para ferver por 5 minutos e após esfriar foi filtrado em filtro de papel poros 14  $\mu$ m e espessura 205  $\mu$ m.

Reação de Shinoda: Do filtrado pegou-se 5mL do extrato e colocou pitadas de magnésio metálico e 1 mL de Ácido Clorídrico e não obteve alteração da colocação.

Reação com Cloreto de Alumínio: Do filtrado pingou nos dois lados de um papel dividido em áreas A e B e após secar pingou-se uma gota de cloreto de alumínio 5% e ao observar na luz ultravioleta não obteve alteração de resultado.

Reação com Cloreto Férrico: Do filtrado pegou 1 mL e diluiu em 5mL de água destilada e pingou 2 gotas de cloreto férrico 2% e não obteve alteração da cor. Do filtrado pegou-se 1 mL e misturou com 5ml de água destilada e pingou-se 2 gotas de hidróxido de sódio e não obteve alteração da coloração.

#### Óleos voláteis

Pesou cerca de 1g do extrato a ser analisada, colocar em um gral de vidro adicionar cerca de 1 mL de etanol absoluto e triturar. Pingar uma gota em papel filtro e esperar evaporar para sentir o cheiro o aroma, o qual indicará presença de óleos essenciais.

#### Análise *In Sílico*

A análise *In Sílico* ocorreu segundo a metodologia de Gowrishankar et al. 2021. Após identificação dos compostos de interesse para análise

*In Sílico*, foi feito uma busca pelos compostos nas seguintes bases de estruturas proteicas tridimensionais ZINC, RCSB, PubChem, UnitProt e AlphaFold Protein Structure Database. A) Preparação da proteína - Acetilcolinesterase humana foi encontrada com o código 4PQE na base de dado RCSB, depois foi feito a busca do sítio ativo pelo site CASTp com o Código 4PQE, todo o processo final de preparação e busca das coordenadas da grid box foi feito pelo software MGLTools 1.5.6 e avogadro 1.2.0. B) Preparação dos ligantes foram baixados, convertidos para pdb pelo software Avogadro 1.2.0 e otimizado e e salvos no formato pdbqt pelo MGLTools 1.5.6. C) A simulação de ligação do ligante com a proteína ocorreu seguindo o método de Trott e Olson, (2010) no software AutoDock Vina 4.0.

## DADOS E DISCUSSÃO

### ANÁLISE FITOQUÍMICOS:

**Tabela 2: Sobre óleos Voláteis na casca da planta C. Rupícola**

Classe de compostos	Reação	Resultado
Óleos Voláteis	Reação com etanol	Negativo

**Tabela 3: Sobre Flavonoides na casca da planta C. Rupícola**

Classe de compostos	Reação	Resultado
Flavonoides	Reação de shinoda	Negativo
Flavonoides	Reação com Cloreto de alumínio	Negativo
Flavonoides	Reação com cloreto férrico	Negativo
Flavonoides	Reação com Hidróxido de Sódio	Negativo

**Tabela 3: Sobre Taninos na casca da planta C. Rupícola**

classe de compostos	reação	Resultado
Taninos	Reação com $\text{FeCl}_2$	Positivo
Taninos	Reação com solução aquosa de alcalóides	Positivo
Taninos	Reação com Acetato neutro de Chumbo	Positivo

**Tabela 5: Sobre Alcaloides na casca da planta C. Rupícola**

classe de compostos	Reação	Resultado
Alcalóides	Reagente de Sheiber	Positivo
Alcalóides	Reagente de Bourchardat	Positivo
Alcalóides	Reagente de Mayer	Positivo
Alcalóides	Reação de Dragendorff	Positivo

Discussão fitoquímica

Nas reações de Flavonoides (tabela 3) o extrato da Casca da C. Rupicola apresentou resultado negativo nas reações - Reação de Shinoda, Reação com Cloreto de Alumínio, Reação com Cloreto Férrico II e Reação com Hidróxido de Sódio. Isso é analisado como ausência de flavonoides na casca da planta.

Nas reações de óleos voláteis (tabela 2), ao misturar o extrato da casca da C. Rupícula com álcool puro e esperar a evaporação do álcool, não se observou alteração do aroma. Isso sugere ausência de óleos voláteis. Nas Reações de alcaloides (tabela 5), o extrato da Casca da C. rupícola apresentou resultado positivo na reação de Dragendorff. Isso é analisado como presença de alcaloides na casca da planta. E por último, nas reações de Taninos (tabela 4) O extrato da Casca da C. Rupicola apresentou resultado Positivo nas reações - Reação com  $\text{FeCl}_2$ , Reação com solução aquosa de alcaloides, Reação com Acetato neutro de Chumbo. Isso é analisado como presença de flavonoides na casca da planta.

Análise In sílico:

**Tabela: Combretastatina**

Mode	Affinity (kcal/mol)	dist from best mode RMSD l.b.	RMSD u.b.
1	-7.4	0.000	0.000
2	-7.3	0.532	2.667
3	-6.9	1.997	7.582
4	-6.8	1.973	7.734
5	-6.8	1.873	7.921
6	-6.8	2.006	8.070
7	-6.7	1.843	7.540
8	-6.7	1.855	3.059
9	-6.7	2.756	7.047

**Tabela: 9,10-dihydrophenanthrenes**

Mode	Affinity (kcal/mol)	dist from best mode RMSD l.b.	RMSD u.b.
1	-8.9	0.000	0.000
2	-8.9	0.043	4.462
3	-8.7	0.614	5.126
4	-8.7	0.615	2.588
5	-8.3	0.956	1.352
6	-7.9	1.336	3.387
7	-7.9	0.983	1.486
8	-7.8	1.195	5.344
9	-7.7	1.511	3.997

Discussão - In Sílico:

O composto Combretastatina que foi configurado como ligante da enzima Acetilcolinesterase humana apresentou 9 posições com energia de ligação que variam de -7,4 a -6,7. Quanto menor a energia de ligação mais forte ela é. A posição 1 com -7,4 Kcal/mol de energia de ligação indicando interação forte e a interação das outras posições foram analisadas em comparação a posição 1. A coluna "dist from best mode" indica a máxima e mínima distância das posições em relação a posição 1, respectivamente, rmsd u.b. e rmsd l.b. A distância máxima maior foi da posição 6 (com distância de 8.070 u.) e a menor foi da posição 2 (com distância de 2.667 u.).

A distância mínima menor foi da posição 2 (com distância de 0.532 u.) e a maior foi da posição 9 (com distância de 2.756 u.). A posição 1 apresenta distância máxima e mínima igual a zero porque é a referência devido ter maior afinidade elétrica. O composto 9,10-dihydrophenanthrenes que foi configurado como ligante da enzima Acetilcolinesterase humana apresentou 9 posições com energia de ligação que variam de -8,9 a -7,7. Quanto menor a energia de ligação mais forte ela é.

A posição 1 com -7,4 Kcal/mol de energia de ligação indicando interação forte e a interação das outras posições foram analisadas em comparação a posição 1. A coluna "dist from best mode" indica a máxima e mínima distância das posições em relação a posição 1, respectivamente, rmsd u.b. e rmsd l.b. A distância máxima maior foi da posição 3 (com distância de 5.126 u.) e a menor foi da posição 5 (com distância de 1.352 u.). A distância mínima menor foi da posição 2 (com distância de 0.043 u.) e a maior foi da posição 9 (com distância de 1.511 u.). A posição 1 apresenta distância máxima e mínima igual a zero porque é a referência devido ter maior afinidade elétrica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A casca da planta *Combretum rupicola* apresenta potencial na medicina, abrindo espaço para novos estudos. A caracterização de

compostos, como taninos e alcaloides, demonstra a presença de substâncias com efeitos comprovados. A análise *in silico*, que revelou uma forte interação dos compostos presentes na casca da *C. rupicola* com a enzima acetilcolinesterase humana, sugere a necessidade de maiores investigações sobre o uso da planta no contexto da doença de Alzheimer

## REFERÊNCIAS

- BRITTO, Y. Produtos naturais como uma alternativa para o tratamento da doença de Alzheimer. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.
- DIAS, Cleverson Danrley Cruz. *Terminalia catappa* L. (Combretaceae): Estudo da arte, caracterização farmacobotânica, prospecção fitoquímica e avaliação do efeito larvicida das folhas frente *Aedes aegypti*. 2023. 92 f. Dissertação( Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente/CCBS) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2023.
- DUARTE, Rúben Jorge Guedes. Potencial aplicação de compostos bioativos de macroalgas marinhas no tratamento e/ou prevenção de doenças neurodegenerativas. 2023. Tese de Doutorado. Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/12713>
- GOWRISHANKAR, S. S. M. et al. Promising phytochemicals of traditional Indian herbal steam inhalation therapy to combat COVID-19-An in silico study. *Food and Chemical Toxicology*, v. 148, p. 111966, 2021.
- GUZEN, F. P.; CAVALCANTI, J. R. L. P. Influência das proteínas beta amiloide e tau na doença de Alzheimer. *Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança*, v. 10, n. 1, p. 58-61, 2012.
- MOUCO, G. BERNARDINO, M. J.; CORNÉLIO, M. L. Controle de qualidade de *Phyllanthus niruri* L. ( quebra-pedra). *Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento* - Ed. nº 31 , 2003.
- PEREIRA, B. F. T. Coenzima Q10 e Doenças Neurodegenerativas. 2022.
- SAWYER, D. et al. Perfil do Ecossistema: Hotspot de biodiversidade do cerrado. 2018.
- SANTOS, S. N.; KAVAMURA, V.; CASTANHA, R. F.; ANDREOTE, F. D.; CARVALHO, J. E.; QUEIROZ, S. C. do N. de; MELO, I. S. de. Antitumoral, antioxidant and antimicrobial molecules from *combretum rupicola*. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, Hyderabad, v. 4, n. 1, p. 422-428, 2013.
- SOARES, I. M.; et al. Application of a degreasing process and

sequential ultrasound-assisted extraction to obtain phenolic compounds and elucidate of the potential antioxidant of *Siparuna guianensis* Aublet. *Journal of Medicinal Plant Research*, v. 11, p. 357-366, 2017.

SOUZA, M. E. Aspectos genéticos da Doença de Alzheimer e seus novos avanços. 2022.

TROTT, O.; OLSON, A. J. Auto Dock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *Journal of Computational Chemistry*, v. 31, n. 2, p. 455-461, 2010.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins.



## Capítulo 20

# COMÉRCIO AMBULANTES DE ALIMENTOS NA VIZINHANÇA DE ESCOLAS PRIVADAS DE PALMAS(TO)

Maria Júlia Alves de Araújo<sup>1</sup>  
Kellen Cristine Silva <sup>2</sup>

### RESUMO

A nutrição adequada é fundamental para o desenvolvimento saudável e a formação de hábitos alimentares positivos ao longo da vida. Este relatório de iniciação científica tem como objetivo relatar as informações obtidas a partir da análise do comércio ambulante no entorno de escolas particulares em Palmas, Tocantins. Trata-se de um estudo ecológico, parte de uma pesquisa multicêntrica sobre a comercialização de alimentos no ambiente escolar nas capitais da região Norte do Brasil. O estudo avaliou 30 escolas particulares ativas utilizando um aplicativo desenvolvido para aplicar um questionário por dispositivos móveis. O questionário abordou aspectos como dados gerais do comércio ambulante, estrutura, localização, alimentos e bebidas comercializados, além de informações sociodemográficas dos comerciantes. Os dados coletados foram armazenados em uma base e analisados por meio de uma planilha no Excel. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da FESP, sob o parecer nº 6.545.422. Dos 30 estabelecimentos analisados, 15 (50%) apresentaram a presença de ambulantes. Os dados sociodemográficos revelaram que a maioria dos ambulantes eram homens, de cor parda, com idade entre 25 e 34 anos, com ensino médio completo e com menos de dois anos de atuação, sendo essa a principal fonte de renda. Foram identificados 17 tipos diferentes de alimentos comercializados, com predominância de pipoca, churros, picolé e chips de batata frita, sendo que dois dos quatro alimentos mais vendidos são ultraprocessados. Os achados destacam a significativa presença de ambulantes no entorno das escolas e a predominância de alimentos ultraprocessados.

**Palavras-chave:** Comercialização; Escolas; Ambiente.

<sup>1</sup>Acadêmica do curso de Nutrição, PIBIC/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, alves.maria1@mail.uft.edu.br. <sup>2</sup> Doutor em Ciência da Nutrição, ,Curso de Nutrição, , Universidade Federal do Tocantins, kellensilva@mail.uft.edu.br.)

## INTRODUÇÃO

A nutrição adequada na infância é crucial para o desenvolvimento saudável e a formação de hábitos alimentares benéficos ao longo da vida (TOLONI et al., 2011). O ambiente alimentar, que inclui fatores físicos, econômicos e socioculturais que afetam o indivíduos, pode exercer uma influência significativa na qualidade das escolhas alimentares (SWINBURN et al., 2013). Dentro desse contexto, o ambiente escolar, onde crianças e adolescentes passam grande parte do dia, assume uma importância fundamental para a criação de hábitos alimentares saudáveis (REED, 2014).

Contudo, estudos têm demonstrado que as áreas ao redor das escolas frequentemente se tornam focos para a comercialização de alimentos altamente energéticos e menos nutritivos (Marien da Costa Peres et al., 2021). Diante disso, avaliar o acesso físico aos alimentos no entorno das escolas surge como um contexto fundamental para a análise do ambiente ao qual as crianças estão expostas, tendo um impacto significativo nas suas escolhas alimentares (HENRIQUES et al., 2021). Considerando que os alunos possuem a autonomia para adquirir alimentos nos arredores das escolas (GAETANI; CISOTO, 2015). E que existe uma lacuna na pesquisa sobre o comércio informal nessa área, o objetivo deste estudo é investigar a presença e a variedade de alimentos oferecidos pelo comércio informal nas proximidades das instituições de ensino privado.

## MÉTODO E MATERIAIS

Este estudo ecológico faz parte de uma pesquisa multicêntrica *Comercialização de alimentos no ambiente escolar nas capitais da região Norte do Brasil*, sendo os dados apresentados provenientes exclusivamente de Palmas, capital do Tocantins.

A amostra da cidade foi delineada por meio de um método

probabilístico utilizando a técnica de seleção de amostragem aleatória simples. Nesse processo, os segmentos relacionados ao ensino infantil foram excluídos, sendo priorizadas as escolas que oferecem ensino fundamental e médio. O método de reposição empregado foi o de amostragem inversa, visando assegurar a aleatoriedade da reposição ao longo do processo de coleta de dados. No total, foram selecionadas 34 escolas privadas como amostra para o estudo.

Para avaliar o ambiente alimentar informal no entorno das escolas, foi utilizado um aplicativo criado especificamente para aplicar o questionário por meio de dispositivos móveis. As respostas foram armazenadas em uma base de dados ao final de cada entrevista, o questionário contemplava as seguintes questões: dados gerais do comércio ambulante de alimentos (cadastro em órgãos públicos, horário de funcionamento); relacionadas à estrutura do comércio (carrinha, barraca, food truck e banca); localização onde o comércio se encontra (porta da escola ou adjacências); alimentos e bebidas comercializados, dados sociodemográficos dos comerciantes de rua.

Primeiro realizou-se um contato inicial com todas as escolas selecionadas para compor a amostra através de chamadas telefônicas, nas quais foi explicada a pesquisa e questionada a presença ou não de vendedores ambulantes nas proximidades da escola, visando orientar previamente a equipe em suas visitas, mesmo quando as escolas informaram não haver presença de vendedores ambulantes em seu entorno, ou que desconheciam essa informação, foi realizada uma visita presencial para verificar a presença ou ausência dos vendedores.

As visitas ocorreram no horário de saída dos alunos, no final da tarde, devido à maior probabilidade de encontrar vendedores ambulantes, o que se justifica pelo clima mais ameno na região. Quando foi confirmada a presença de ambulantes na porta das

escolas e no entorno, considerando todas as calçadas imediatas, tanto em frente quanto nas laterais das portas de entrada e saída das unidades educacionais, os comerciantes foram convidados a participar do estudo. Foi solicitada a leitura e assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após obtenção do consentimento positivo, foi aplicado o questionário específico para os comerciantes de rua desenvolvido para este estudo. Para este estudo, todos os pesquisadores envolvidos foram submetidos a um treinamento e orientação sobre o processo de coleta de dados por parte de pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais.

#### ANÁLISE DOS DADOS

Para avaliação do ambiente alimentar do entorno das escolas foi realizado o processo de geocodificação das escolas e dos estabelecimentos alimentares. O endereço das escolas foi obtido por meio da listagem anual oficial do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). A geocodificação foi realizada por meio da captura das informações do Sistema de Posicionamento Global que estão em uma base de coordenadas já existentes para uma base de Código de Endereçamento Postal (CEP). Para avaliar as características do ambiente alimentar na vizinhança das escolas foi desenvolvida uma planilha no excel apresentada em valores absolutos, com essas informações será feita a caracterização do ambiente alimentar no entorno das escolas.

#### ASPECTOS ÉTICOS

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Tocantins e aprovado sob o parecer nº 6.545.422.

#### DADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foram analisadas 34 escolas particulares, das quais

4 estavam desativadas. Das 30 escolas ativas, 15 (50%) contavam com a presença de ambulantes em seu entorno, enquanto nas outras 15 (50%) não havia vendedores. Em relação ao perfil socioeconômico dos vendedores ambulantes, verificou-se que a maioria eram homens, de cor parda, com idade entre 25 a 34 anos, com ensino médio completo, e que trabalhavam como ambulantes há menos de dois anos, sendo essa a sua principal fonte de renda como descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Perfil socioeconômico dos vendedores ambulantes (n=19) no entorno das escolas. Palmas (TO), 2024.

Variáveis	n	%
Localização:		
Em frente ao portão	18	94.74%
Quarteirão	1	5.26%
Meio de comercialização:		
Carrinho	16	84.21%
Carro particular		
Barraca	0	
Food truck	1	5.26%
Banca	0	
Isopor	1	5.26%
Outros	1	5.26%
Esse trabalho é sua principal fonte de renda:		
Sim	15	78.95%
Não	4	21.05%

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Há quanto tempo vende alimentos e bebidas como ambulante :

Menos de 2 anos	11	57.89%
Entre 2 a 5 anos	2	10.53%
Entre 5 a 10 anos	4	21.05%
Mais de 10 anos	2	10.53%

Vende alimentos bebidas em outro local:

Sim	16	84.21%
Não	3	15.79%

Já foi impedido de vender seus produtos nesse local:

Sim	2	10.53%
Não	17	89.47%

A diretoria já tentou interferir no que poderia vender:

Sim	0	
Não	19	

Principal motivo para trabalhar como vendedor ambulante:

Gosto pelo trabalho/identificação	6	31.58%
Falta de qualificação para outro trabalho	1	5.26%
Desemprego/perda do trabalho formal	2	10.53%

Possui algum cadastro junto a prefeitura:

Sim	11	57.89%
-----	----	--------

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Não	8	42.11%
Já recebeu/recebe algum material de incentivo/apoio de fornecedores:		
Sim	3	15.79%
Não	16	84.21%
Sexo:		
Masculino	14	73.68%
Feminino	5	26.32%
Faixa etária		
17 ou menos	0	
18 a 24 anos	2	10.53%
25 a 34 anos	7	36.84%
35 a 44 anos	4	21.05%
Escolaridade		
Até a 4ª série ou 5º ano do Ensino fundamental	5	26.32%
De 5ª até 8ª série ou do 6º até o 9º ano do Ensino Fundamental	3	15.79%
Ensino Médio incompleto	1	5.26%
Ensino Médio completo	7	36.84%
Superior incompleto	3	15.79%
Superior completo	0	
Cor/Raça:		
Branca	2	10.53%
Preta	7	36.84%
Parda	10	52.63%
Amarela	0	
Indígena	0	

Os ambulantes que atuavam no entorno das escolas informaram que seu principal horário de trabalho ocorria no período da tarde, com atividades exercidas predominantemente de segunda a sexta-feira. O meio mais comum de comercialização utilizado por esses trabalhadores era o carrinho, enquanto aqueles classificados na categoria "outros" faziam uso de caixas térmicas, mesas ou caixas de isopor para vender seus produtos.

Em relação à fonte de renda principal, além da atividade de vendedor ambulante, alguns relataram outras fontes de subsistência, como o recebimento de benefícios previdenciários (INSS) ou o exercício de atividades paralelas, como garçom. Quando questionados sobre eventuais tentativas de impedir suas atividades de venda, os ambulantes indicaram que essas intervenções foram feitas por pais de alunos e membros da diretoria das escolas.

Os principais motivos declarados para escolher o trabalho como ambulante foram a identificação ou apreço pela atividade, bem como a falta de outras oportunidades de emprego no mercado formal. Na categoria "outros", os ambulantes destacaram razões como a necessidade de complementar a renda familiar ou a busca por maior flexibilidade de tempo para estar com a família.

A maioria dos ambulantes relatou possuir algum tipo de cadastro junto à prefeitura, sendo os mais comuns o CNPJ (Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica) e o MEI (registro como Microempreendedor Individual). Além disso, alguns mencionaram receber materiais de incentivo e apoio de fornecedores, destacando-se a empresa Nestlé, que fornecia materiais de divulgação, uniformes e itens de marketing para apoiar a comercialização de seus produtos.

Em relação aos alimentos, no total, foram identificados 17 tipos diferentes de alimentos comercializados pelos ambulantes, sendo os



mais frequentes pipoca, churros, picolé e chips de batata frita, conforme mostrado na Tabela 2. Observou-se um predomínio de alimentos com alta densidade energética, o que evidencia a falta de estabelecimentos e oportunidades para a oferta de opções saudáveis no entorno escolar (HENRIQUES et al., 2021). De forma semelhante, um estudo realizado no município de Niterói, que também avaliou o ambiente alimentar ao redor das escolas, constatou uma prevalência na comercialização de alimentos com alta densidade energética (HENRIQUES et al., 2021).

Durante a coleta de dados, uma avaliação subjetiva indicou o uso excessivo de ingredientes culinários como açúcar e óleo, o que contraria as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2014).

Tabela 2. Alimentos comercializados (n=50) pelos ambulantes no entorno das escolas. Palmas (TO), 2024.

Horizontes Científicos da UFT:  
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

---

Variáveis	n	%
Água mineral	4	8%
Bolo preparação culinária	1	2%
Café	1	2%
Chips de batata frita (preparação caseira)	5	10%
Churros	9	18%
Doce com ingredientes ultraprocessados	1	2%
Geladão gourmet	2	4%
Guloseima (ex: bala, chiclete, pirulito, etc)	1	2%
Néctar de fruta em caixinha, lata ou garrafa	1	2%
Picolé	6	12%
Pipoca feita com grão natural doce ou salgada	10	20%
Refrigerante comum	4	8%
Refrigerante zero, light, diet	1	2%
Salgado assado com recheio ultraprocessado	1	2%
Salgado assado sem recheio ultraprocessado	1	2%
Salgado frito com recheio ultraprocessado	1	2%
Salgado frito sem recheio ultraprocessado	1	2%

Entre as limitações deste estudo, destaca-se o fato de que a

coleta de dados ocorreu exclusivamente no final da tarde. Para minimizar essa restrição, os pesquisadores efetuaram visitas em dias variados e realizaram pelo menos duas visitas a cada local. Ademais, todos os pesquisadores receberam treinamento prévio adequado antes de realizar o trabalho de campo, garantindo a uniformidade na coleta de dados.

A escolha por alimentos naturais está diretamente relacionada à sua disponibilidade e acessibilidade (SWINBURN *et al.*, 2013). Dessa forma, torna-se essencial o desenvolvimento de políticas públicas que promovam a criação de ambientes mais favoráveis ao redor das escolas, facilitando opções alimentares saudáveis.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto geral, os achados dos estudos mostraram uma presença significativa de ambulantes no entorno das escolas particulares. O perfil dos vendedores ambulantes caracteriza-se por homens adultos, de baixa escolaridade e com pouca estabilidade neste seguimento comercial. Dentre os 4 alimentos mais vendidos, 2 são ultraprocessados. Dessa forma, conhecer o ambiente ao qual essas crianças estão expostas permite a implementação de políticas públicas que promovam a criação de um ambiente alimentar mais saudável.

#### REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Guia Alimentar para a População Brasileira. Brasília: MS; 2014.
- HENRIQUES, Patrícia Henriques et al. Ambiente alimentar do entorno de escolas públicas e privadas: oportunidade ou desafio para alimentação saudável?. *Ciência & Saúde Coletiva*, p. 3135-3145, 2021.
- MARIEN DA COSTA PERES, Carla et al. O ambiente alimentar comunitário e a presença de pântanos alimentares no entorno das

escolas de uma metrópole brasileira. Cadernos de Saúde Pública, p. 1-10, 2021.

REED, S.F.; VIOLA, J.J.; LYNCH, K. Obesidade infantil escolar e comunitária: implicações para políticas e práticas. Revista de Prevenção e Intervenção na Comunidade, v. 42, n. 2, p. 87-94, 2014.

ROSSI, Elizandra; et al. Fatores associados ao consumo alimentar na escola e ao sobrepeso/obesidade de escolares de 7-10 anos de Santa Catarina, Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, p. 443-453, 2019.

SANTOS GAETANI, Raquel; CISOTO RIBEIRO, Luciana. Products sold in school canteens of the municipality of Ribeirão Preto. Rev Bras Promoç Saúde, p. 588-595, Dezembro, 2015.

SWINBURN, B.; et al. INFORMAS (Rede Internacional para Alimentação e Obesidade/doenças não transmissíveis Pesquisa, Monitoramento e Apoio à Ação): visão geral e princípios-chave. Obesity Reviews, p. 1-12, Outubro, 2013.

TOLONI, Helena de Aguiar Maysa; et al. Introduction of processed and traditional foods to the diets of children attending public daycare centers in São Paulo, Brazil. Revista de Nutrição, Campinas, p. 61-70, Fevereiro, 2011.

#### FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil e pelo Instituto Ibirapitanga.

## Capítulo 21

# PRESENÇA E CONCENTRAÇÃO DE METAIS NO SANGUE DE TARTARUGAS-DA-AMAZÔNIA (*Podocnemis expansa*; TESTUDINES: PODOCNEMIDIDAE) NA BACIA DO RIO ARAGUAIA, BRASIL

Maria Fernanda Oliveira Barbosa<sup>1</sup>  
Thiago Costa Gonçalves Portelinha<sup>2</sup>

GRANDE ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências Biológicas e da Saúde

### RESUMO

A toxicidade de elementos metálicos é exemplo de um dos impactos negativos no meio ambiente, pois apesar de ocorrerem de forma natural podem ser lançados no ambiente através de atividades antrópicas. O presente estudo teve como objetivo avaliar as concentrações de metais em amostras de sangue de tartarugas-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*) na região do médio Rio Araguaia, nas proximidades do município de Santana do Araguaia – PA. Para o processamento das amostras, o sangue e o sedimento foram digeridos em HNO<sub>3</sub> e as análises de metais foram determinadas por espectrometria de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas com base em um plasma de nitrogênio. Todos os metais estabelecidos foram encontrados tanto nas fêmeas como nos filhotes, exceto o chumbo que apresentou concentrações abaixo do limite de quantificação do aparelho. Os níveis das concentrações de Al, Fe, Sn e Zn foram altos para as fêmeas e filhotes; Al, Cu, Fe, Ni, Sn e Zn foram mais altos nas fêmeas; e Cr e Mn mais elevados nos filhotes. Possivelmente, os metais encontrados no sangue das tartarugas-da-Amazônia são provenientes de fontes ambientais (água ou sedimento), transferência materna, bioacumulação e biomagnificação.

Palavras-chave: Ecotoxicologia; Poluição; Quelônios.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, oliveira.barbosa@mail.uft.edu.br)

<sup>2</sup> Doutor em Ciências Biológicas, Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, thiagoportelinha@mail.uft.edu.br)

## INTRODUÇÃO

A degradação dos ecossistemas tem se tornado um cenário cada vez mais comum no mundo em função da globalização, ocasionando problemas ambientais como perda de biodiversidade, alterações climáticas, contaminação aquática e a poluição, que pode ser acometida por diferentes formas e por vários tipos de contaminantes, entre eles, os metais (Pascalichchio, 2002). Esses elementos ocorrem no meio ambiente e fazem parte de processos naturais como os ciclos biogeoquímicos, mas também podem ser introduzidos na natureza através de diferentes ações antrópicas, como a mineração e a agricultura (Sepe; Salvador, 2018).

Quando encontrados em altas concentrações na natureza, tornam-se elementos que aumentam o risco de poluição do meio ambiente (Cunha *et al.*, 2014). Na região Norte do Brasil, onde destacam-se os biomas Amazônia e Cerrado, a expansão das fronteiras agrícolas e da mineração ganhou destaque nos últimos anos, principalmente no estado do Tocantins e Sudeste do Pará (Lobão; Lima; Staduto, 2018). Tais atividades são de grande relevância para a economia do Brasil, mas se executadas em desacordo com a legislação ambiental podem contribuir com a inserção e o aumento das concentrações de vários poluentes no meio, como os metais (Vieira, 2011; Mendes; Gomes Júnior, 2021).

Em relação à agricultura, os metais são incorporados no meio por fazerem parte da composição de alguns agrotóxicos, materiais reconhecidos em escala mundial por desempenharem importante papel na otimização da produção e na conservação dos produtos agrícolas (Carneiro *et al.*, 2015). Apesar de executarem a função de eliminar pragas e ervas daninhas que contribuem negativamente para a agricultura, os agrotóxicos utilizam metais pesados como ingredientes ativos, podem tornar-se um fator prejudicial, contaminando a biota (Gonçalves Junior; Luchese; Lenzi, 2000;

Ramalho; Sobrinho; Velloso, 2000).

Outra fonte antrópica relevante que contribui com a inserção de metais e consequente toxicidade para o meio é a atividade de mineração, pois realiza a eliminação dos rejeitos das minas durante a etapa de exploração dos minérios. Comprovando isso, Ribeiro, Almeida e Nunes (2019) relataram que a mineração no estado do Pará tem causado altos prejuízos em relação à atmosfera, água, solo, vegetação e fauna por sua grande extensão territorial, o que mostra a importância de monitorar o comportamento, atuação, presença e concentração desses componentes nos ecossistemas.

Com isso, por serem possíveis poluentes, os metais podem ocasionar impactos negativos sobre os ecossistemas, refletindo principalmente em espécies aquáticas como a tartaruga-da-Amazônia (*Podocnemis expansa*; Schweigger, 1812). Essa espécie é um quelônio com ampla distribuição na bacia hidrográfica dos rios Amazonas, Tocantins-Araguaia, e apresenta grande importância alimentar e cultural para as populações tradicionais (ribeirinhos, indígenas, etc.; Rueda Almonacid *et al.*, 2007).

Classificados genericamente como herbívoros, e especificamente onívoros, quando adultos possuem dieta que inclui frutas, sementes, flores, caules, insetos e esponjas de água doce (Malvasio *et al.*, 2003), por isso, desempenham o papel de consumidores primários e secundários, o que pode levar ao acúmulo de contaminantes presentes no meio em seu organismo pela ingestão desses alimentos. Esse acúmulo, pode levar a diversos prejuízos aos quelônios, como danos ao DNA que afetam a saúde e a possível longevidade desses animais (Borges *et al.*, 2022).

Os metais impactam negativamente o meio através da contaminação da água e do solo e podem ser bioacumulados pela fauna. Ademais, pode ocorrer a biomagnificação, um processo ecológico em que a concentração de substâncias químicas tóxicas aumenta em organismos de níveis tróficos superiores dentro de uma

cadeia alimentar (Muto *et al.*, 2011). Essa ocorrência pode causar desequilíbrio ecológico na interação natural entre as espécies, tornando-se necessário testes para monitorar a toxicidade (Sinaei; Bolouki, 2017; Frossard *et al.*, 2020; Frossard *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2021).

O uso dos répteis aquáticos em programas de monitoramento também pode refletir impactos ocasionados por substâncias tóxicas, como a ocorrência de concentrações de metais em diferentes tecidos de espécies de quelônios de água doce (Schneider *et al.*, 2009; Frossard *et al.*, 2021), assim como no sangue, ovos e filhotes, para uma espécie de tartaruga marinha (Sinaei; Bolouki, 2017; Frossard *et al.*, 2020) e para uma espécie de crocodiliano (Lemaire *et al.*, 2021), constatando inclusive a transferência materna.

De acordo com Latrubesse e Stevaux (2006), apesar da bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia concentrar uma enorme biodiversidade da Amazônia e do Cerrado, a expansão de fronteiras agrícolas e mineração tem danificado os sistemas fluviais e geomorfológicos, podendo causar problemas relacionados à presença de metais na fauna. Os metais podem ocorrer no organismo de *P. expansa* encontrados no rio Araguaia, por habitarem uma região que está inserida nas fronteiras agrícolas do Cerrado e Amazônia.

Apesar de próxima à Unidades de Conservação de Proteção Integral (Parque Nacional do Araguaia e Parque Estadual do Cantão), é uma área adjacentes à locais com constante atividade de mineração e agricultura, o que pode elucidar aspectos sobre o acúmulo de contaminantes nas cadeias tróficas, assim como suas interações com o meio abiótico.

Diante deste contexto, o presente estudo avaliou a presença e concentração de metais em quelônios da espécie *P. expansa* que desovam em uma praia do rio Araguaia (praia do Abrãozinho)



monitorada pelo Programa Quelônios da Amazônia (PQA/TO). A hipótese geral deste trabalho é que os indivíduos de *P. expansa* (fêmeas e filhotes) da região apresentam concentrações elevadas de metais na praia do Abrãozinho, em vista da presença de fontes pontuais de poluição na região do rio Araguaia.

Além disso, possivelmente, fêmeas apresentarão níveis mais elevados de metais em razão da sua longevidade, já que são expostas por mais tempo aos contaminantes disponíveis no meio (bioacumulação) e através da alimentação local (biomagnificação) e no período reprodutivo. Sendo que, neste último caso, ao fazerem seus ninhos pode ocorrer a transferência desses contaminantes para os ovos e, conseqüentemente, para os filhotes. Os filhotes também podem ser expostos aos metais disponíveis no meio abiótico (sedimentos) durante o período de incubação, podendo elevar ainda mais os níveis durante a formação dos embriões e após recém-eclodidos em contato direto com os sedimentos.

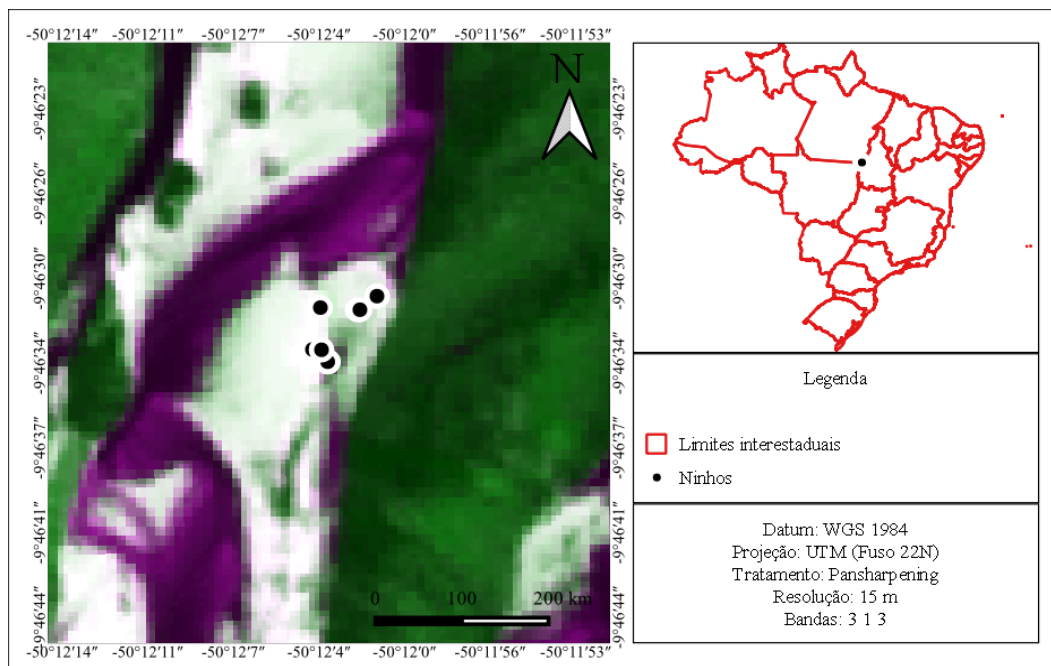
## MÉTODO E MATERIAIS

### Área de estudo

O estudo foi realizado na praia do Abrãozinho (9°46'50"S e 50°12'08"O; Figura 1), monitorada pelo Programa Quelônios da Amazônia (PQA) no rio Araguaia, nas proximidades do município de Santana do Araguaia – PA. A área de estudo está localizada no entorno do Parque Nacional do Araguaia e do Parque Estadual do Cantão, que além de formarem um agrupamento de áreas protegidas e terem relação com a zona de amortecimento, são Unidades de Conservação de Proteção Integral. A região encontra-se em uma área de transição (ecótono) entre os biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal (SEPLAN, 2001). As Áreas de Influência de ambas unidades abrangem municípios dos estados do Pará, Mato Grosso e Tocantins, possuindo uma alta diversidade biológica (IBAMA, 2001).

## Horizontes Científicos da UFT: Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)

Figura 1 - Distribuição dos ninhos de *Podocnemis expansa* na Praia do Abrãozinho, divisa entre os estados do Pará e Tocantins, na temporada reprodutiva de 2021.



Fonte: A autora, 2022.

### Captura das fêmeas e identificação dos ninhos

As fêmeas adultas foram capturadas após o processo de nidificação no período noturno através do método da viração, que consiste em virar o animal para a posição de decúbito dorsal (Portelinha *et al.*, 2013). Em seguida, o respectivo ninho foi marcado com estaca de madeira numerada voltada para o rio, conforme Ibama (2016). Os procedimentos para este estudo estão regulamentados e devidamente licenciados (SISBIO: N.72020-4; CEUA: 23.101.001.214/01-66).

### Coleta dos dados

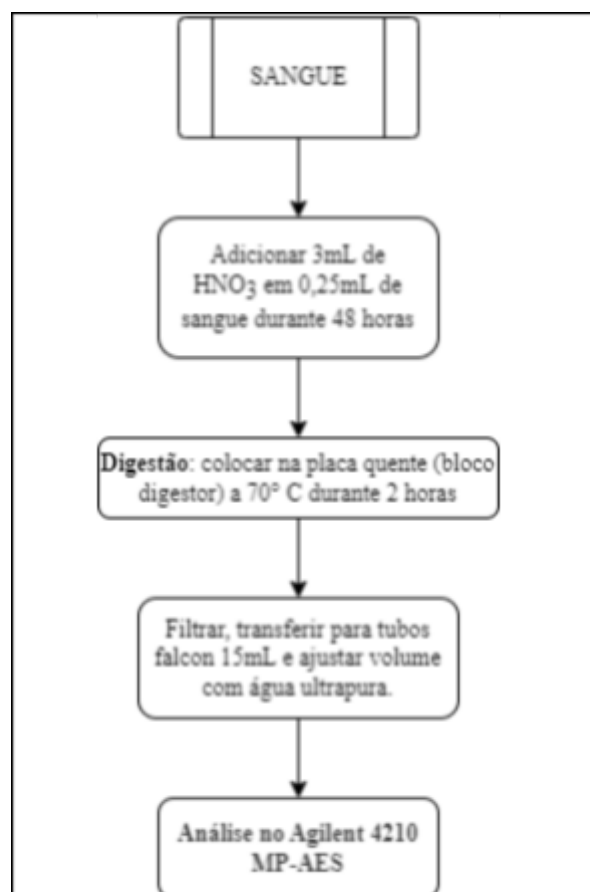
O comprimento curvilíneo da carapaça (cm), largura do plastrão (cm) e massa corporal (kg), foram tomados no momento da captura (Vogt, 2008). As medidas biométricas foram realizadas com fita métrica ( $\pm 1$ cm) e a massa por meio de balança de campo ( $\pm 0,1$ kg). Após a biometria foi realizada a coleta do sangue para as fêmeas, coletado

na região caudal dos animais (Lemaire *et al.*, 2021). No período de eclosão (dezembro), os ninhos das fêmeas foram visitados e, aleatoriamente, selecionados três filhotes recém-eclodidos para a coleta do sangue (Frossard *et al.*, 2020; Frossard *et al.*, 2021). As amostras foram armazenadas dentro de tubos com EDTA no momento da coleta e resfriadas em freezer a -20° C (Frossard *et al.*, 2020; Frossard *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2021). O sucesso da eclosão foi calculado como a relação entre o número de ovos no ninho e a quantidade de filhotes vivos (Portelinha *et al.*, 2013).

#### Análise das amostras

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Pesquisa em Química Ambiental e de Biocombustíveis (LAPEQ/UFT). A escolha dos metais e o protocolo a ser seguido para a análise de elementos traços nas amostras biológicas de sangue foram baseados em Frossard *et al.* (2021) e Santos *et al.* (2021). Os procedimentos (Figura 2) consistem na digestão das amostras em ácido nítrico, filtração e transferência para tubo falcon 15mL, completando o volume com água ultrapura (Milli-Q®). Para este estudo foram selecionados dez metais: Alumínio (Al), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Estanho (Sn) e Zinco (Zn). A detecção e quantificação dos metais encontrados nas amostras foi realizado através da espectrometria de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas com base em um plasma de nitrogênio (Agilent 4210 MP-AES). Os resultados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão.

Figura 2 - Fluxograma do experimento analítico.



Fonte: A autora, 2022.

## DADOS E DISCUSSÃO

### Biometria e sucesso reprodutivo

Ao longo dos estudos, foram capturadas 17 fêmeas de *P. expansa*, apresentando um comprimento médio da carapaça de  $70,9 \pm 5,0$  cm (63,0-84,0 cm; n=17). Medidas semelhantes para fêmeas da mesma espécie no rio Javaés foram reportadas por Portelinha *et al.* (2013), com comprimento da carapaça de  $71,9 \pm 4,6$  cm (62,0-79,0 cm; n = 30). Ainda, foi observada uma massa corporal média de  $27,7 \pm 6,8$  kg (18,7-48,9 cm; n=17), também semelhante ao apresentado por Portelinha *et al.* (2013), com  $29,1 \pm 5,8$  kg (19,0-41,0 cm; n = 30).

Dos 17 ninhos de *P. expansa* monitorados, oito alagaram (inundaram), resultando na mortalidade total dos filhotes de alguns ninhos. Entretanto, foi calculado o sucesso de eclosão para os nove ninhos que não sofreram alagamento, obtendo-se uma média de 79,6% de sucesso de eclosão.

#### Perda de ninhos por alagamento

Na época de eclosão, ainda ocorreu a perda de quatro ninhos por alagamento, o que ocasionou a mortalidade de filhotes já eclodidos e que não conseguiram emergir do ninho. Com isso, foi possível coletar amostras de sangue apenas para 15 filhotes. Portanto, obteve-se amostras de fêmeas e filhotes para 13 ninhos no total. De acordo com Ferreira Júnior (2009), a inundação dos ninhos construídos às margens dos rios pode ocasionar a mortalidade tanto de filhotes quanto de embriões ainda no estágio de desenvolvimento. Tal fato representa uma variação ocasionada, possivelmente, pela alteração inesperada entre a seca extrema e cheia repentina do rio Araguaia, visto que conforme Alho e Pádua (1982), o regime hidrológico de um rio influencia no modo de comportamento das fêmeas de *P. expansa* no período de nidificação.

#### Presença e concentração dos metais no sangue

As amostras de sangue das fêmeas e filhotes apresentaram nove, dos dez metais analisados. O chumbo (Pb) foi o único elemento com valores inferiores à capacidade de quantificação do equipamento MP-AES. As concentrações de cada metal podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão das concentrações de metais no sangue das fêmeas e filhotes de *Podocnemis expansa* capturados no rio Araguaia.

Sangue				
Fêmeas			Filhotes	
Metal	Média (mg/L)	Desvio Padrão	Média (mg/L)	Desvio Padrão
Al	0,4815	0,3353	0,2477	0,1435
Cd	0,0067	0,0041	0,03	0,0771
Cr	0,0014	0,001	0,0044	0,007
Cu	0,0243	0,0274	0,0187	0,0291
Fe	0,9901	1,2698	0,3892	0,2162
Mn	0,0029	0,0026	0,0137	0,0247
Ni	0,009	0,0091	0,0084	0,009
Sn	0,318	0,2372	0,2454	0,0993
Zn	0,3997	0,1584	0,3583	0,1921

Fonte: A autora, 2022.

As maiores concentrações foram encontradas para Al, Fe, Sn e Zn, constatados tanto para fêmeas quanto para os filhotes. Esse contexto, possivelmente, indica a transferência dos metais acumulados ao longo da vida das fêmeas para os ovos e, consequentemente, filhotes (Frossard *et al.*, 2021; Frossard *et al.*, 2020). As concentrações médias de Al, Cu, Fe, Ni, Sn e Zn foram maiores nas fêmeas que nos filhotes. Isso acontece, pois ao longo de sua vida as os quelônios amazônicos podem bioacumular metais em seu organismo ao longo do tempo, além da biomagnificação ao longo da cadeia trófica, armazenando esses elementos e resultando em concentrações maiores que as dos filhotes (Frossard *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2021).

No entanto, o inverso ocorreu para Cd, Cr e Mn, cenário que pode ser explicado em razão de duas prováveis origens de acumulação: 1) por meio da transferência materna e 2) pelo contato com o ambiente

de incubação (sedimentos e água; Ehsanpour *et al.*, 2014; Frossard *et al.*, 2021; Tanabe *et al.*, 2022). Estudos prévios também relataram a transferência materna de metais para a espécie de quelônio marinho *Chelonia mydas* (Sinaei; Bolouki, 2017) e *P. expansa* (Frossard *et al.*, 2021), assim como a absorção de metais através do sedimento das praias em filhotes de *P. expansa* (Frossard *et al.*, 2021).

#### Presença e concentração dos metais encontrados no sedimento

Entre as amostras de sedimento não foi realizada a análise para Cu, Sn e Zn. As concentrações dos sedimentos com base na média podem ser ordenadas na seguinte forma decrescente Fe > Al > Mn > Cr > Pb > Ni. Os elementos Fe e Al foram os mais abundantes nos sedimentos, cenário que pode ser devido à atuação antrópica presente próxima das áreas do rio Araguaia (Veiga *et al.*, 2015). Apesar de não quantificado no sangue, foi possível obter os valores para as concentrações de Pb nos sedimentos, mesmo apresentando valores mais baixos que os demais metais, com exceção do Ni. O Cd foi o único elemento que não foi detectado em nenhuma das amostras de sedimentos, apesar de presente nas amostras de sangue das fêmeas e dos filhotes.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão das concentrações de metais nos sedimentos dos ninhos de *Podocnemis expansa*.

Sedimentos		
Metais	Média (mg/kg)	Desvio padrão
Al	92,358	58,878
Cr	1,455	2,211
Fe	361,851	48,105
Pb	0,464	0,160
Mn	2,400	1,008
Ni	0,185	0,096

Fonte: A autora, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da área de estudo estar localizada no entorno de importantes unidades de conservação, este trabalho indica que áreas protegidas também estão sujeitas a intervenções antrópicas diretas e indiretas, pela presença dos metais Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Sn e Zn no sangue das fêmeas e dos filhotes.

Os resultados demonstraram que as concentrações de Al, Fe, Sn e Zn no sangue foram mais altas para as fêmeas e para os filhotes, o que pode estar relacionado a uma possível transferência materna. Porém, as concentrações dos metais Cr e Mn foram mais altas nos filhotes do que nas fêmeas, podendo haver ocorrido transferência de metais tanto pelas fêmeas quanto pelo compartimento ambiental, como a água e sedimento. No caso do Cd, a transferência das fêmeas pode ter sido ocasionada por bioacumulação e biomagnificação e, nos filhotes, apenas por transferência materna, visto que só foi encontrado nas amostras de sangue e esteve ausente nos sedimentos, excluindo a possibilidade de acumulação dos metais pelo ambiente.

A espécie estudada pode ser utilizada como bioindicadora quando filhote e/ou adulta. Portanto, estudos sobre ecotoxicologia são necessários para compreender o processo de exposição, absorção e acumulação dos metais em tecidos de quelônios e de outros organismos do ecossistema aquático.

## REFERÊNCIAS

- ALHO, C. J. R.; PÁDUA, L.F.M. Sincronia entre o regime de vazante do rio e o comportamento de nidificação da tartaruga da Amazônia *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae). *Acta Amazonica*, v. 12, n. 2, p. 323-326, 1982.
- CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C.; organizadores. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos



agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV, São Paulo: Expressão Popular, 2015.

COSTA, C. R.; OLIVI, P.; BOTTA, C. M. R.; ESPÍNDOLA, E. L. G. A toxicidade em ambientes

aquáticos: discussão e métodos de avaliação. Química Nova, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

CUNHA, C. S. M.; OLIVEIRA, D. P.; SILVA, C. P.; GARCIAL, K. G. V.; NASCIMENTO, C. D.

V.; OLIVEIRA, E. T. Dinâmica do chumbo no ambiente terrestre. ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.10, n.3, p. 01-10, jul - set, 2014.

EHSANPOUR, Maryam; AFKHAMI, Majid; KHOSHNOOD, Reza; REICH, Kimberly J. Determination and Maternal Transfer of Heavy Metals (Cd, Cu, Zn, Pb and Hg) in the Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) from a Nesting Colony of Qeshm Island, Iran. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, v. 92, n. 6, p. 667-673, 2014.

FERREIRA JÚNIOR, P. D. Efeitos de Fatores Ambientais na Reprodução de Tartarugas. Acta Amazônica, v. 39, n. 2, p. 319 - 334, 2009.

FROSSARD, A.; COPPO, G. C.; LOURENÇO, A. T.; HERINGER, O. A.; CHIPPARI-GOMES, A.

R. Metal bioaccumulation and its genotoxic effects on eggs and hatchlings of giant Amazon River turtle (*Podocnemis expansa*). Ecotoxicology, p. 643-657, 2021.

FROSSARD, A.; VIEIRA, L. V.; CARNEIRO, M. T. W. D.; GOMES, L.C.; CHIPPARI-GOMES,

A. R. Accumulation of trace metals in eggs and hatchlings of *Chelonia mydas*. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, p. 1-9, 2020.

GONÇALVES JUNIOR, A. C.; LUCHESE, E. B.; LENZI, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em Latossolo Vermelho Escuro, tratado com fertilizantes comerciais. Química Nova, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 173-177, 2000.

IBAMA. Plano de Manejo do Parque Nacional do Araguaia. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, 2001.

IBAMA. Manejo Conservacionista e Monitoramento Populacional de Quelônios Amazônicos. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília, 2016.

LATRUBESSE, E.; STEVAUX, J.C. Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do Rio Araguaia, Brasil central. *Geociências-UNG*, p. 65-73, 2006.

LEMAIRE, J.; MARQUIS, O.; BUSTAMANTE, P.; MANGIONE, R.; BRISCHOUX, F. I got it from my mother: Inter-nest variation of mercury concentration in neonate Smooth-fronted Caiman (*Paleosuchus trigonatus*) suggest maternal transfer and possible phenotypical effects. *Environmental Research*, 194:110494, p. 1-6, 2021.

LOBÃO, M. S. P.; LIMA, C. C.; STADUTO, J. A. R. ANÁLISE AMBIENTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: o caso da Região Norte do Brasil na década de 2000. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, 10, n.1, p 59-82, 2018.

MALVASIO, A.; SOUZA, A. M.; MOLINA, F. B.; SAMPAIO, F. A. Comportamento e preferência alimentar em *Podocnemis expansa* (Swheigger), *P. unifilis* (Troschel) e *P. sextuberculata* (Cornalia) em cativeiro (Testudines, Pelomedusidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 1, p. 161-168, 2003.

MENDES, E. C.; GOMES JÚNIOR, E. Movimento de expansão agropecuário: uma análise histórica do seu desenvolvimento na Região Sudeste paraense. *Revista Política e Planejamento Regional*, 8, p. 42-60, 2021.

MUTO, E. Y.; SOARES, L. S. H.; SARKIS, J. E. S.; HORTELLANI, M. A.; PETTI, M. A. V.; CORBISIER, T. N. Biomagnificação de mercúrio na teia trófica marinha da baixada Santista (SP). *Oceanografia e Políticas Públicas*, v. 43, p. 12-17, 2011.

PORTELINHA, T. C. G.; MALVASIO, A.; PIÑA, C. I.; BERTOLUCI, J.A. Reproductive allometry of *Podocnemis expansa* (Testudines: Podocnemididae) in southern

Brazilian Amazon. Journal of Herpetology, p. 232-236, 2013.

RAMALHO, J. F. G. P.; SOBRINHO, N. M. B. A. & VELLOSO, A. C. X. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. Pesq. Agropec. Bras., 35:1289- 303, 2000.

RIBEIRO, B. A. L.; ALMEIDA, J.; NUNES, M. C. Impactos Ambientais da Mineração no Estado do Pará, Brasil. Simpósio de gestão ambiental e biodiversidade, v. 8, p. 1-6, 2019.

RUEDA-ALMONACID, J. V.; CARR, J. L.; MITTERMEIER, R. A.; RODRÍGUEZ-MAECHA, J. V.; MAST, R. B.; VOGT, R. C.; et al. Las tortugas y los cocodrilos de los países andinos el trópico, Editorial Panamericana ed. Formas e impresos, Bogotá, Colombia; 537 p, 2007.

SANTOS, R. L.; CORREIA, J. M. S.; PAIM, A. P. S.; OLIVEIRA, L. L. S. S.; DINIZ, G. T. N.; SANTOS, E. M. Metallic elements in aquatic herpetofauna (Crocodylia; Testudines) from a lentic Atlantic rainforest environment in northeastern Brazil. Environmental Monitoring and Assessment, 193, 2021.

SCHNEIDER, L.; BELGER, L.; BURGER, J.; VOGT, R. C. Mercury bioaccumulation in four tissues of *Podocnemis erythrocephala* (Podocnemididae: Testudines) as a function of water parameters. Science of the Total Environment, 407(3), p.1048-1054, 2009.

SCHWEIGGER, A. F. Prodrum Monographia Cheloniorum auctore Schweigger. Königsberg. Arch. Naturwiss. Mathem., vol. 1, p.406-458, 1812.

SEPLAN. Plano de Manejo do Parque Estadual do Cantão. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. Governo do Estado do Tocantins, 2001.

SINAEI, M.; BOLOUKI, M. Metals in blood and eggs of green sea turtles (*Chelonia mydas*) from nesting colonies of the northern coast of the sea of Oman. Arch Environ Contam Toxicol, p.552- 561, 2017.

TANABE, L. K.; SCOTT, K.; DASARI, V.; BERUMEN, M. L. An assessment of heavy metals in green sea turtle (*Chelonia mydas*) hatchlings from

Saudi Arabia's largest rookery, Ras Baridi. *PeerJ*, v. 10, 2022.

EIGA, Aldrei Marucci; SOARES, Alexandre Kepler; COELHO FILHO, José Alexandre Pinto; SOUZA, Davi Nascimento; OLIVEIRA, Wellington Nunes de. Determinação da produção de sedimento através da curva-chave sedimentométrica na bacia hidrográfica do Rio Araguaia-GO. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015.

VIEIRA, E. A. A (in)sustentabilidade da indústria da mineração no Brasil. *Estação Científica (UNIFAP)*, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2011.

VOGT, R. C. Tartarugas da Amazônia. Lima, Peru, 104 p, 2008.

#### FINANCIAMENTO

"O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins".

## Capítulo 22

# NÍVEL DE CONHECIMENTO ENTRE PACIENTES COM HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA EM UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DE PALMAS, TOCANTINS

Jerson Nunes Chavante Filho<sup>1</sup>  
Kelly Cristina Gomes Alves<sup>2</sup>

### RESUMO

A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) é uma doença crônica com pressão arterial elevada que pode causar sérios problemas de saúde, como doenças cardíacas e renais. Fatores como dieta ruim e falta de exercício agravam a condição. No Brasil, a alta prevalência de HAS e a dificuldade em diagnosticar destacam a importância de educação em saúde e melhores estratégias para o manejo e prevenção da doença. Trata-se de um estudo transversal, quantitativo e analítico, oriundos de dados primários, com diagnóstico de HAS na USF 409 Norte de Palmas, Tocantins. Para identificar o nível de conhecimento, os dados serão coletados por meio da aplicação do Hypertension Knowledge- Level Scale (HK-LS), versão brasileira validada. A pesquisa com 52 pacientes hipertensos revelou que a maioria tem entre 51 e 60 anos e é do sexo masculino. A hipertensão arterial sistêmica é mais comum em idosos devido ao endurecimento das artérias e deterioração da função cardiovascular com a idade. Fatores como menor elasticidade das artérias e alterações hormonais também contribuem para a hipertensão. O estudo mostrou baixo conhecimento dos pacientes sobre como a pressão arterial diastólica elevada, o impacto da carne vermelha na hipertensão, e as consequências graves da doença, como falência renal e problemas de visão. A compreensão dos conceitos de hipertensão é crucial para a gestão eficaz da condição e prevenção de complicações graves. Os menores níveis de conhecimento ao "conceito" tiveram as menores médias de acertos, enquanto o grupo de perguntas sobre "estilo de vida" mostrou as maiores.

**Palavras-chave:** Atenção Primária à Saúde; Hipertensão Arterial Sistêmica; Doenças Crônicas.

---

<sup>1</sup> Graduando do curso de Medicina, Pibic/FAPT, Universidade Federal do Tocantins, jerson.nunes@mail.uft.edu.br.

<sup>2</sup> Doutora em Medicina Tropical e Saúde Pública, docente do curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, kellyalves@mail.uft.edu.br.

## INTRODUÇÃO

A Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) se enquadra nos requisitos das Doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), caracterizada por ser uma condição persistente que afeta a saúde das pessoas e exige gerenciamento e cuidados constantes (WHO, 2013). Nesse sentido, é uma doença crônica com condição clínica multifatorial caracterizada por níveis elevados e sustentados de pressão arterial. De acordo com a Sociedade Brasileira de Cardiologia, são consideradas pessoas com HAS, aquelas que têm pressão arterial sistêmica (PAS) igual ou superior a 140 x 90 mmHg (SBC, 2022).

Os principais fatores de risco modificáveis associados à HAS incluem o tabagismo, consumo excessivo de álcool, dieta pouco saudável, falta de atividade física e obesidade (WHO, 2018). Para reduzir o risco de desenvolver essa condição, é importante a adoção de estilo de vida saudável, protetor da condição de saúde, incluindo uma alimentação balanceada, prática regular de exercícios físicos, controle do peso, moderação no consumo de álcool e abstenção do tabagismo (WHO, 2013).

Quando não tratada adequadamente, a HAS pode deliberar consequências graves à saúde como doenças vasculares a exemplo de derrames cerebrais; doenças ligadas ao coração como infarto, insuficiência cardíaca e angina; e, até mesmo, doenças renais como insuficiência renal aguda e crônica ou paralisação dos rins. Além desses órgãos vitais, o aumento na frequência final da morbidade dos adultos (CAR, 1991), contribui para o aumento das internações por DCNT bem como para o aumento da mortalidade.

Desse modo, a doença hipertensiva tem se constituído em um dos mais graves problemas de saúde pública do mundo. O número de adultos com hipertensão entre 30 e 79 anos aumentou de 650 milhões para 1,28 bilhões nos últimos 30 anos, de acordo com a primeira análise global abrangente das tendências na prevalência, detecção, tratamento e controle da hipertensão (WHO, 2018). Assim, é comum observar um elevado número de indivíduos com fatores de risco para desenvolver hipertensão, como o consumo de alimentos

industrializados, a redução da atividade física, a obesidade e o envelhecimento (LESSA, 2010).

No Brasil, a hipertensão arterial é a doença de maior prevalência na população do país, com 32% dos adultos acometidos, e a principal causa de morte, com cerca de 300 mil brasileiros. Nesse contexto, somente metade dos doentes sabem que são hipertensos e realizam tratamento (BRASIL, 2021). A HAS é uma condição silenciosa, frequentemente leva muito tempo para manifestar sintomas iniciais. Isso dificulta a identificação de pessoas hipertensas, tornando o diagnóstico e a determinação da prevalência da HAS na população uma prioridade urgente em saúde pública.

Em 12 capitais do Norte e Nordeste, o percentual é menor em comparação à proporção nacional. No Norte, todas as capitais estão com percentual abaixo da média nacional. No Tocantins, cerca de 133.316 habitantes são hipertensos e a baixa prevalência nessas regiões está relacionada ao fato da população ser mais jovem comparado às demais regiões. Além disso, a incidência da HAS é maior entre as pessoas mais velhas (BRASIL 2021). Em Palmas, cerca de 23,1% da população apresenta diagnóstico de hipertensão, sendo 23,9% entre os homens e 22,4% entre as mulheres (VIGITEL, 2021).

A compreensão da própria condição de saúde é vital para o enfrentamento das doenças (LIPP, 2007). Nesse sentido, a educação em saúde desempenha um papel essencial ao capacitar a população a entender sua condição, prevenindo complicações e contribuindo com escolhas saudáveis sobre seu tratamento e autocuidado, que são estratégias cruciais para o enfrentamento das DCNT na APS (WAGNER, 2001).

Portanto, torna-se fundamental investigar a questão problema para este estudo: Qual é o nível de conhecimento sobre a HAS entre os hipertensos atendidos em uma Unidade de Saúde da Família (USF) de Palmas, Tocantins?

Em estudo realizado em uma cidade urbana de Santa Catarina mostrou maior prevalência de hipertensão do que em Palmas, especialmente em homens. Também foi identificado um baixo nível de

conhecimento sobre a doença e baixa adesão ao tratamento, o que aponta para a necessidade de melhorar o enfrentamento dessa doença, especialmente na população masculina (PÉRES, 2003).

Diante disso, configura-se em um grande desafio para a saúde pública lidar com os hábitos pessoais que podem interferir no tratamento do hipertenso. A não adesão é uma causa de insucesso das terapêuticas, causando aumento da morbidade e mortalidade (SBC, 2022). Logo, é necessário entender como são os pacientes acometidos pela HAS e entender a desmotivação, até mesmo, a falta de conhecimento sobre a própria doença, e que o impede do autocuidado demandado por toda DCNT. É necessário um avanço teórico e conceitual sobre a não adesão, pois compreender a doença implica aceitar uma nova condição de vida. Esse entendimento permite que o indivíduo adote uma nova postura, buscando melhorar sua qualidade de vida (LIPP, 2007).

Como todas as doenças crônicas, a HAS exige um processo contínuo de cuidado, além da promoção da saúde por meio de educação em saúde, a fim de aumentar o nível de conhecimento do paciente acerca de sua própria doença. Por isso, na tentativa de melhorar a abordagem multiprofissional no tratamento da HAS e na prevenção das complicações crônicas, torna-se imprescindível o fortalecimento da Atenção Primária à Saúde (APS), por ser esse o cenário ideal de cuidado dessa doença. É na APS onde ocorrem a maior parte do rastreamento, diagnóstico e tratamento da HAS e cuidado contínuo por meio da Estratégia Saúde da Família (ESF) e de equipes de saúde da família (EqSF). Assim, torna-se possível aumentar o nível de conhecimento sobre a própria doença e entender a gravidade e consequências da mesma (PÉRES, 2003), a fim de enfrentá-la adequadamente.

Portanto, para o enfrentamento adequado das DCNT, é necessário que o sistema de saúde possua apropriado controle de doenças e prevenção de complicações, incentive o autocuidado apoiado, concretize planos de cuidados compreendido pelos profissionais envolvidos e usuários. Igualmente, o acompanhamento



contínuo e interações produtivas entre equipe de saúde e usuário (WAGNER et al., 2001), abrangendo consultas planejadas por equipe multiprofissional, apoio de profissionais especialistas e sistemas de informação (EPPINGJORDAN et al., 2004).

Diante do exposto, urge a necessidade de pesquisar sobre uma parcela da população adscrita de uma USF com diagnóstico de HAS, bem como o conhecimento destes hipertensos sobre a doença. Isso se torna relevante para permitir a compreensão da condição de saúde e gerar dados que ajudem na formulação de informações para o planejamento de ações destinadas à prevenção da HAS e à promoção da saúde das pessoas diagnosticadas com essa condição no contexto da APS.

## MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de um estudo transversal, quantitativo e descritivo, oriundos de dados primários sobre os usuários com diagnóstico de HAS atendidos na USF 409 Norte de Palmas, Tocantins.

A amostragem não-probabilística, por conveniência e considera as pessoas hipertensas, adultas com idade igual ou maior de 18 anos, previamente diagnosticados e cadastrados pela EqSF na área de abrangência da USF. Não sendo necessário o voluntário da pesquisa residir na área de abrangência da USF.

Foram incluídos na análise os questionários respondidos após aceite do(a) voluntário(a) para participar da pesquisa por meio de TCLE. Os critérios de inclusão admitem os questionários de voluntários que, no momento da pesquisa, informaram ter o diagnóstico de HAS dado por um profissional médico em algum momento da vida. Os critérios de exclusão são: questionários com *missing data*, ou dados faltantes, maior ou igual à 10%, questionários cujo voluntário da pesquisa se recusou a continuar participando do estudo.

Para identificar o nível de conhecimento sobre a HAS entre os usuários com o diagnóstico da doença atendidos na USF da 409 Norte, os dados foram coletados por meio da aplicação do

*Hypertension Knowledge-Level Scale* (HK-LS) (APÊNDICE A), versão brasileira validada.

A HK-LS (ERKOC et. al., 2012) foi validada para a versão brasileira (HEREIBI et. al., 2021), a fim de identificar o conhecimento sobre hipertensão entre adultos. A aplicação da escala HK-LS foi realizada de forma presencial na USF onde os voluntários buscaram atendimento, no período de agosto e setembro de 2024.

As variáveis do estudo são: idade, sexo, quadra de residência do voluntário da pesquisa para uma avaliação epidemiológica (APÊNDICE B). Além dessas, a escala HK-LS (APÊNDICE A) é composta por 22 itens com seis categorias: "definição" (questões 1 e 2), "tratamento médico" (questões 6, 7, 8 e 9), "adesão medicamentosa" (questões 3, 4, 5 e 12), "estilo de vida" (questões 10, 11, 13, 16 e 17), "dieta" (questões 14 e 15) e "complicações" (questões 18, 19, 20, 21 e 22). Os participantes podem escolher entre as opções de resposta "certo", "errado" e "não sei". Cada resposta certa recebe a pontuação de um ponto, ao passo que a opção "não sei" é tratada como uma resposta errada. Isso significa que a pontuação final pode variar de 0 a 22 (HEREIBI et. al., 2021).

A análise descritiva de todas as variáveis do estudo por meio de frequências absoluta (n) e relativa (%) e média de acertos. Toda a tabulação foi realizada no software Excel e as análises estatísticas foram conduzidas no *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 22.

O estudo foi iniciado após a aprovação da Comissão de Avaliação de Projetos de Pesquisas (CAPP) da Fundação Escola e Saúde Pública (FESP) da Secretaria Municipal de Saúde de Palmas, Tocantins. Após, encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Tocantins com parecer favorável e de número 6.925.999.

## DADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 52 amostras de pacientes com hipertensão arterial sistólica, com prevalência de 40,38% na idade de 51 a 60 anos

(TABELA 1). Além disso, das pessoas que compuseram os resultados, a maioria foi do sexo masculino com 61,5% das respostas (TABELA 2). Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC, 2022), a hipertensão arterial sistêmica é mais comum em pessoas com idade avançada devido a vários fatores associados ao envelhecimento, ressaltando os dados apresentados na pesquisa, apoiando os resultados deste estudo.

Com o passar dos anos, ocorre um endurecimento das artérias, conhecido como arteriosclerose, o que resulta em um aumento da resistência ao fluxo sanguíneo. Além disso, a função dos vasos sanguíneos e do coração tende a se deteriorar com a idade, tornando mais difícil para o sistema cardiovascular manter uma pressão arterial estável. Outros fatores como a redução na elasticidade das artérias e alterações hormonais também contribuem para a elevação da pressão arterial em indivíduos mais velhos.

TABELA 1. Número de pacientes hipertensos estratificados por grupos de faixa etária.

FAIXA ETÁRIA	FREQUÊNCIA N (%)
DE 31 ATÉ 40 ANOS	3,84
DE 41 ATÉ 50 ANOS	19,23
DE 51 ATÉ 60 ANOS	40,38
DE 61 ATÉ 70 ANOS	25,00
DE 71 ATÉ 80 ANOS	11,53

Fonte: resultados da pesquisa, 2024.

Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC, 2022), a hipertensão arterial sistêmica é mais comum em pessoas do sexo feminino, porém, especialmente antes dos 50 anos, o sexo masculino ganha destaque devido a uma combinação de fatores biológicos e comportamentais. Os homens geralmente apresentam maior prevalência de fatores de risco associados à hipertensão, como o excesso de peso e a obesidade, bem como padrões alimentares menos saudáveis e maior consumo de álcool e tabaco.

Além disso, a testosterona, um hormônio predominante nos homens, pode influenciar o desenvolvimento da hipertensão ao afetar a função vascular e o metabolismo. Esses fatores, aliados a uma menor tendência dos homens a buscar cuidados médicos regulares, contribuem para uma maior incidência de hipertensão arterial sistêmica nesse grupo como apresentado nos dados da amostra.

TABELA 2. Número de pacientes hipertensos estratificados pelo sexo.

SEXO	FREQUÊNCIA N (%)
MASCULINO	61,5
FEMININO	38,5

Fonte: resultados da pesquisa, 2024.

Em relação às respostas coletadas a partir da escala HK-LS, é importante salientar o destaque para a menor frequência, abaixo dos 50%, de acertos nas seguintes afirmações: a pressão arterial diastólica (mínima) elevada também indica aumento da pressão arterial (30,8%); O melhor tipo de carne para pessoas com pressão alta é a carne vermelha (26,9%); Se a pressão alta não for tratada pode fazer com que os rins parem de funcionar (44,2%); Se a pressão alta não for tratada pode causar problemas na visão (36,5%) (TABELA 3).

A pressão arterial diastólica (mínima) elevada indica um aumento da pressão arterial porque reflete a resistência vascular periférica que o coração enfrenta durante a fase de relaxamento entre os batimentos. Quando a pressão diastólica está elevada, isso sugere que as artérias estão mais rígidas e menos elásticas, o que aumenta a resistência ao fluxo sanguíneo e força o coração a trabalhar mais para manter a circulação adequada. Estudos mostram que uma pressão diastólica alta está frequentemente associada a uma maior rigidez arterial e a uma disfunção endotelial, condições que são indicativas de hipertensão (ZHOU et al., 2020; TSIOUFIS et al., 2018).

Além disso, a hipertensão diastólica isolada é um preditor

significativo de eventos cardiovasculares adversos, como infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral, evidenciando a importância de monitorar e tratar adequadamente a pressão diastólica elevada para evitar complicações graves (KANDEL et al., 2017).

Por outro lado, ao tratarmos sobre alimentação, a variável sobre o tipo de carne é motivo de preocupação, visto que a carne vermelha não é a melhor opção para pacientes com hipertensão devido ao seu alto conteúdo de sódio e gorduras saturadas, que podem contribuir para o aumento da pressão arterial. Estudos mostram que o consumo excessivo de sódio, presente em muitos tipos de carne processada e embutidos, está diretamente relacionado à elevação da pressão arterial (HE et al., 2013; APPEL et al., 2011).

Em consonância, as gorduras saturadas encontradas na carne vermelha podem promover a formação de placas ateroscleróticas nas artérias, exacerbando a hipertensão e aumentando o risco de doenças cardiovasculares (MOZAFFARIAN et al., 2010). Para controlar a hipertensão, recomenda-se uma dieta rica em frutas, vegetais e grãos integrais, e a substituição da carne vermelha por fontes de proteína magra e vegetais, que são menos prejudiciais à saúde cardiovascular (WANG et al., 2014). Portanto, moderar o consumo de carne vermelha é uma estratégia eficaz para o gerenciamento da pressão arterial.

Em relação às consequências para a saúde que a HAS pode deliberar, é importante salientar a falência renal devido ao impacto negativo que exerce sobre a microcirculação nos rins, essencial para sua função adequada. A hipertensão crônica causa danos aos vasos sanguíneos renais, resultando em uma condição conhecida como nefropatia hipertensiva. Esse dano vascular reduz o fluxo sanguíneo para os rins e prejudica a capacidade dos glomérulos de filtrar o sangue eficientemente (MORA et al., 2017).

A pressão alta pode também levar ao espessamento das paredes dos vasos sanguíneos e à formação de placas ateroscleróticas, que comprometem ainda mais a função renal (BAJWA et al., 2018). Com o tempo, esse estresse crônico pode resultar em glomeruloesclerose e

perda progressiva da função renal, culminando em insuficiência renal (HSU et al., 2015). Portanto, o controle da pressão arterial é crucial para preservar a função renal e prevenir a progressão para a insuficiência renal terminal.

Outra consequência importante para salientar, em relação a menor medida de acertos dos participantes, é o impacto que a HAS pode causar na visão devido ao acometimento sobre os vasos sanguíneos da retina, a camada sensível à luz localizada na parte posterior do olho. A hipertensão crônica pode levar à retinopatia hipertensiva, uma condição em que os vasos sanguíneos da retina ficam danificados e começam a vaziar ou a se romper, resultando em visão borrada e, em casos graves, perda de visão (KLEIN et al., 2004).

A pressão elevada também pode causar a formação de novas e frágeis redes de vasos sanguíneos, que são suscetíveis a hemorragias e edema retiniano (WONG et al., 2008). Além disso, a hipertensão pode acelerar a progressão de doenças oculares como a degeneração macular e a retinopatia diabética, exacerbando ainda mais os problemas visuais (WONG et al., 2014). Portanto, o controle rigoroso da pressão arterial é essencial para proteger a saúde ocular e prevenir complicações visuais associadas à hipertensão.

TABELA 3. Média de acertos dos participantes (n=52) em cada item da HK-LS.

ITENS DA ESCALA	MEDIA DE ACERTOS
	N (%)
1) Pressão arterial sistólica (máxima) ou diastólica (mínima) elevada indica aumento da pressão arterial.	82,7
2) A pressão arterial diastólica (mínima) elevada também indica aumento da pressão arterial.	30,8
3) Pressão alta é causada pelo envelhecimento, por isso não necessita de tratamento.	94,2

4) Se o medicamento para pressão alta pode controlar a pressão arterial, não há necessidade de mudança no estilo de vida.	82,7
5) Se pessoas com pressão alta mudarem seus estilos de vida, não há necessidade de tratamento.	61,5
6) Pessoas com pressão alta devem tomar seus medicamentos da maneira que considerarem mais adequada.	82,7
7) Medicamentos para pressão alta devem ser tomados diariamente.	96,2
8) Pessoas com pressão alta devem tomar seus medicamentos somente quando se sentem mal.	88,5
9) Pessoas com pressão alta devem tomar seus medicamentos pelo resto de suas vidas.	75,0
10) Para pessoas com pressão alta a fritura é a melhor forma de preparar os alimentos.	96,2
11) Para pessoas com pressão alta, cozinhar somente em água ou grelhar são as melhores formas de preparar alimentos.	92,3
12) Pessoas com pressão alta podem comer alimentos sem controlar a quantidade de sal desde que tomem seus medicamentos todos os dias.	96,2
13) Pessoas com pressão alta devem comer frutas e verduras frequentemente.	100
14) O melhor tipo de carne para pessoas com pressão alta é a carne	26,9

vermelha.

15) O melhor tipo de carne para pessoas com pressão alta é a carne branca.	94,2
16) Pessoas com pressão alta não devem fumar.	94,2
17) Pessoas com pressão alta podem ingerir bebidas alcoólicas a vontade.	96,2
18) Se a pressão alta não for tratada pode causar derrame/acidente vascular cerebral (AVC).	98,1
19) Se a pressão alta não for tratada pode causar infarto/ ataque cardíaco	94,2
20) Se a pressão alta não for tratada pode causar morte precoce/ antecipar a morte.	86,5
21) Se a pressão alta não for tratada pode fazer com que os rins parem de funcionar.	44,2
22) Se a pressão alta não for tratada pode causar problemas na visão.	36,5

Fonte: resultados da pesquisa, 2024.

As variáveis quando divididas pelos grupos temáticos é importante levar destaque para a “definição”, visto que teve o menor número de média de acertos dentre os outros com 56,75%, e para “estilo de vida” que apresentou maior média de acertos com 95,78% das respostas (TABELA 4).

É crucial para pacientes hipertensos compreender os conceitos relacionados à hipertensão arterial sistêmica, pois esse conhecimento é fundamental para o manejo eficaz da condição e



para a prevenção de complicações graves. Entender como a hipertensão afeta o sistema cardiovascular e os órgãos vitais permite que os pacientes adotem mudanças de estilo de vida apropriadas, como a adoção de uma dieta balanceada e a prática regular de exercícios físicos, que são essenciais para controlar a pressão arterial (WHELTON et al., 2018).

Além disso, a educação sobre a hipertensão ajuda os pacientes a reconhecer sinais e sintomas de complicações, como acidente vascular cerebral e doença renal crônica, e a buscar tratamento médico adequado (MUNTNER et al., 2019). A adesão ao tratamento e a compreensão das implicações da hipertensão também são associadas a uma melhor adesão às terapias prescritas, o que pode melhorar significativamente os resultados de saúde a longo prazo (MILLER et al., 2020). Portanto, a educação sobre hipertensão é um componente vital no controle e prevenção das consequências adversas dessa condição.

TABELA 4. Média de acertos dos participantes (n=52) em cada subdimensão da HK-LS.

ITENS DA ESCALA	MÉDIA DE ACERTOS N (%)
Definição	56,75
Tratamento médico	85,60
Adesão medicamentosa	83,65
Estilo de vida	95,78
Dieta	60,55
Complicações	71,90

Fonte: resultados da pesquisa, 2024.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo apresentou destaque no menor nível de conhecimento sobre hipertensão arterial sistêmica para as variáveis:

“pressão arterial diastólica (mínima) elevada também indica aumento da pressão arterial”; “O melhor tipo de carne para pessoas com pressão alta é a carne vermelha”; “Se a pressão alta não for tratada pode fazer com que os rins parem de funcionar”; “Se a pressão alta não for tratada pode causar problemas na visão”.

Além disso, é evidente o grupo de perguntas com “conceito” apresentando relevância com o menor número de médias de acertos e, por outro lado, o grupo de perguntas com “estilo de vida” com o maior número de médias de acertos.

A dificuldade de compreensão apresentada por alguns participantes foi identificada como uma limitação deste estudo. Isso ocorre porque a área de abrangência da USF inclui grupos de pacientes com menor poder aquisitivo e, conseqüentemente, com menor acesso à educação, saúde e outros recursos que podem contribuir para uma menor capacidade de interpretação durante a aplicação do instrumento.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: hipertensão arterial sistêmica / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2021. 128 p. : il. (Cadernos de Atenção Básica, n. 37).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. Guia de Atividade Física para a População Brasileira [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed., 1. reimpr. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014.

BVS ATENÇÃO PRIMÁRIA EM SAÚDE. Telessaúde Brasil. Segunda opinião formativa. Cálculo de doses de álcool. Disponível em: <<https://aps.bvs.br/apps/calculadoras/?page=8>>. Acesso em: 12 de fev

2024.

CARMR, Pierin AMG, Aquino VLA. Estudo sobre a influência do processo educativo no controle da hipertensão arterial. *Rev Esc Enferm USP* 2001; 25:259-69.

EPPING-JORDAN, JE et al. Improving the quality of health care for chronic conditions.

*Quality and Safety in Health Care*, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 299-305, 2004.

Disponível em:

<<http://qualitysafety.bmj.com/lookup/doi/10.1136/qshc.2004.010744>>.

ERKOC SB, ISIKLI B, METINTAS S, KALYONCU C. Hypertension Knowledge-Level

Scale (HK-LS): a study on development, validity and reliability. *Int J Environ Res Public Health*. 2012 Mar;9(3):1018-29. doi:

10.3390/ijerph9031018. Epub 2012 Mar 22. PMID:

22690180; PMCID: PMC3367294.

LESSA, Ines. Hipertensão arterial sistêmica no Brasil: tendência temporal. *Cadernos de saúde pública*, v. 26, p. 1470-1470, 2010.

LIPP, Marilda Emmanuel Novaes. Controle do estresse e hipertensão arterial sistêmica. *Rev Bras Hipertens*, v. 14, n. 2, p. 89-93, 2007.

PEREIRA, M. R. et.al. Prevalência, conhecimento, tratamento e controle de hipertensão arterial sistêmica na população adulta urbana de Tubarão, Santa Catarina, Brasil, em 2003. *Cad. Saúde Pública*, 23(10), Out 2007.

PÉRES, Denise S.; MAGNA, Jocelí Mara; VIANA, Luis Atílio. Portador de hipertensão arterial: atitudes, crenças, percepções, pensamentos e práticas. *Revista de Saúde Pública*, v. 37, p. 635-642, 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Departamento de Hipertensão Arterial. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. *Revista Brasileira de Hipertensão*, v. 17, n. 1, p. 1-64, 2022.

VIGITEL Brasil 2021. Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2021. Brasília: Ministério da Saúde,

2021.

WAGNER, Edward H. et al. Improving chronic illness care: Translating evidence into action. *Health Affairs*, [s. l.], v. 20, n. 6, p. 64-78, 2001. Disponível em:

<<http://content.healthaffairs.org/cgi/doi/10.1377/hlthaff.20.6.64>>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WORLD HEALTH ASSEMBLY

RESOLUTION WHA 56.1. WHO Framework Convention on Tobacco Control. In: 56ª WORLD HEALTH ASSEMBLY 2003, Anais... [s.l.: s.n.] Disponível em:

[http://apps.who.int/gb/archive/pdf\\_files/WHA56/ea56r1.pdf?ua=1](http://apps.who.int/gb/archive/pdf_files/WHA56/ea56r1.pdf?ua=1)

WHO. World Health Organization. World Health Statistics 2018- Monitoring Health for the SDG's (Sustainable development goals). Geneva: World Health Organization, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Guideline for the pharmacological treatment of hypertension in adults. World Health Organization, 2021.

ZHOU, X. et al. Effects of diastolic blood pressure on arterial stiffness and endothelial function.

*Journal of Hypertension*, v. 38, n. 5, p. 890-897, 2020. DOI: 10.1097/HJH.0000000000002302.

TSIIOUFIS, C. et al. Diastolic blood pressure and cardiovascular outcomes: a meta-analysis. *American Journal of Cardiology*, v. 122, n. 10, p. 1573-1580, 2018. DOI: 10.1016/j.amjcard.2018.07.063.

KANNEL, W. B. et al. Isolated diastolic hypertension and cardiovascular risk. *Circulation*, v. 135, n. 12, p. 1126-1133, 2017. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025898.

HE, F. J.; MCGRATH, S. S.; O'KEEFE, J. S. Salt intake and its effect on blood pressure.

*Hypertension Research*, v. 36, n. 4, p. 315-324, 2013. DOI: 10.1038/hr.2013.11.

APPEL, L. J.; MOZAFFARIAN, D.; EISENBERG, D.; BOSTICK, R.; CONNOR, W. E.; COOK,

N. R.; HOUSTON, M. C.; JAMES, W. P. T.; KOGAN, N. J.; LEBLANC, J. M.; LEDBETTER, T.

E.; WANG, D. C.; LEE, J. Y.; SACKNER-BERNSTEIN, J.; LECAM, H. Effects of a dietary pattern emphasizing fruits, vegetables, and low-fat dairy products on blood pressure. *The New England Journal of Medicine*, v. 344, n. 1, p. 3-10, 2011. DOI: 10.1056/NEJMoa010396.

MOZAFFARIAN, D.; KASPER, K.; VASQUEZ, V.; MONTANEZ, A. P.; BRADY, S. A.; NERON, J.; VERMONT, M. A. Red meat consumption and risk of coronary artery disease: a meta-analysis. *Circulation*, v. 121, n. 7, p. 819-826, 2010. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.894935.

WANG, Y.; MONTINARO, J.; COHEN, S. E. Effects of dietary changes on blood pressure: A systematic review. *Journal of Clinical Hypertension*, v. 16, n. 5, p. 380-389, 2014. DOI: 10.1111/jch.12283.

WHELTON, P. K.; CAREY, R. M.; ARONOW, W. S.; CONWAY, P. L.; JAMES, P. A.; KAPLAN, N. M.; KIRSTEIN, H. I.; MEHTA, R.; O'BRIEN, E.; RAO, P. S.; WRIGHT, J. T. 2017 ACC/AHA Hypertension Guidelines: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*, v. 71, n. 6, p. e13-e115, 2018. DOI: 10.1161/HYP.0000000000000065.

MUNTNER, P.; KAO, D. P.; ARNETT, D. K.; BOLAND, L. L.; CARRINGTON, A.; COX, D. A.; FLACK, J. M.; GALLINA, D. L.; GOMES, J. P.; HARRIS, K. J.; KEANE, T. J.; KIM, S. M.; NEIGHBOR, R. S.; NURMI, J. S.; O'NEIL, J. B.; ROGERS, A.; SMITH, S. G.; WHEELER, D. S. Hypertension management in older adults: A review of current guidelines and research. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 73, n. 7, p. 1019-1033, 2019. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.11.039.

MILLER, W. M.; PATTEN, R. S.; SUMMERS, P. L.; HENDRICKS, M. A.; JONES, L. S.; BROWN, S. S. Adherence to antihypertensive medications and long-term health outcomes: A systematic review. *American Journal of Hypertension*, v. 33, n. 4, p. 317-324, 2020. DOI: 10.1093/ajh/hpz197.

## FINANCIAMENTO

“O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Tocantins/FAPT.

## Sobre os organizadores

### **THIAGO NILTON ALVES PEREIRA**

Possui graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal do Tocantins (2007), mestrado (2010) em Ciências Biológicas, área de concentração em Zoologia pela Universidade Estadual de São Paulo "Julio de Mesquita Filho", câmpus Botucatu (2010) e doutorado (2014) em Ciências, área de concentração em Biologia Comparada pela Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em sistemática e taxonomia de grupos recentes, com ênfase em peixes, além de estudos comparativos da anatomia do Sistema Nervoso Central. Atualmente, é Professor Adjunto III do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Tocantins e Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação. Atualmente é Diretor de Pesquisa junto à PROPESQ na UFT.

### **RUHENA KELBER ABRÃO**

Professor Adjunto IV na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Coordenador e Professor do Mestrado Profissional em Educação Física e do Doutorado em Educação na Amazônia. Coordena o Centro de Formação, Extensão, Inovação e Pesquisa em Educação, Lazer e Saúde (CEPELS) e atua como Presidente da Editora Universitária da UFT (EdUFT). Possui 12 anos de experiência na Educação Básica antes de ingressar no Ensino Superior em 2008. Atua nas áreas de docência e gestão com foco na Educação e Saúde e Lazer.

### **JOSÉ DE OLIVEIRA MELO NETO**

Professor adjunto da Universidade Federal do Tocantins no campus de Gurupi vinculado ao curso de graduação em Engenharia Florestal. Graduado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Sergipe, mestre e doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras, Pós-doutor pela universidade Federal de Alfenas - Campus Poços de Caldas, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem hidrológica e ambiental, hidrometeorologia, hidrologia florestal, gestão de bacias hidrográficas, hidrossedimentologia, manejo de solo e uso de geotecnologias na área florestal. Atualmente também é coordenador institucional do PIBIC na UFT.

### **VÂNIA DE PAULA NEVES**

Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), atuou no desenvolvimento de pesquisas na área de tecnologia e processamentos de alimentos no laboratório da UNITINS, com vínculo de estágio. Realizou pesquisas de ensino e extensão na área de manejo e controle de plantas daninhas, relacionados ao herbicida glyphosate. Atualmente assessora técnica junto a Diretoria de Pesquisa.

### **LÚCIA MORAES E SILVA**

Estudante de Jornalismo na UFT. Presidente da Sagaz Jr (Empresa Júnior de Jornalismo). Estagiária na Editora da Universidade Federal do Tocantins.

### **ANA JÚLIA CAMPOS VIEIRA**

Estudante de Ciência da Computação na UFT. Diretora de Assuntos Estudantis do Centro Acadêmico de Ciência da Computação. Estagiária na Diretoria de Pesquisa na Universidade Federal do Tocantins.



