

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

**Ciências Biológicas e da Saúde
Volume 3**

**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 3**

**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)**



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 3

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 3

1ª Edição

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>



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

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

Capa: Ruhena Kelber Abrão

Diagramação: Ana Luiza Lopes Costas

Revisão Linguística: os autores

Revisão Técnica: Diego Ebling do Nascimento

DOI 10.20873/_eduft_2025_3

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 3). / 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.
335p.

ISBN: 978-65-5390-147-6.

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. Vieria, 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**

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 Catinga 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
ANÁLISE MORFOANATÔMICA EM PLANTAS DE <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud., (Fabaceae) LOCALIZADAS NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO LAJEADO NA REGIÃO MEIO NORTE DO TOCANTINS	
Kayo Aurelio Severino Nunes Kellen Lagares Ferreira Silva	
Capítulo 2	36
ANÁLISES MORFOANATÔMICA E FISIOLÓGICA EM PLANTAS DE <i>Caryocar brasiliense</i> Cambess. (Caryocaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO DE FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE	
João Marcelo dos Santos Carvalho Kellen Lagares Ferreira Silva	
Capítulo 3	51
DETERMINAÇÃO DA ÁREA FOLIAR E TEMPO DE INCUBAÇÃO PARA EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS FOLIARES EM <i>Anacardium occidentale</i> L.	
Jhúlya Gabriely Ferreira Rocha Rafael José de Oliveira	
Capítulo 4	66
ANÁLISE DO PADRÃO ALIMENTAR DO PIRARUCU <i>Arapaima cf. gigas</i> INTRODUZIDO NO RESERVATÓRIO DA UHE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES	
Jéssica Cavalcante dos Santos Carvalho Fernando Mayer Pelicice	
Capítulo 5	78
ANÁLISE MORFOANATÔMICA E FISIOLÓGICAS EM PLANTAS DE <i>Anacardium occidentale</i> L. (Anacardiaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE	
Fernanda Carolina Ferreira Mota Kellen Lagares Ferreira Silva	
Capítulo 6	96
Chave Dicotômica Baseada em Caracteres Vegetativos para Identificação de Espécies Arbóreas de um Fragmento de Cerrado sensu stricto, Porto Nacional, Tocantins	
Celine Mascarenhas Ribeiro Priscila Bezerra de Souza	
Capítulo 7	117
Anatomia Encefálica Comparada de <i>Anableps microlepis</i> (Müller & Troschel, 1844)	
Jéssica Moura Melo Thiago Nilton Alves Pereira	
Capítulo 8	129
ANATOMIA ENCEFÁLICA DE <i>Aspidoras eurycephalus</i> Nijssen & Isbrucker 1976 (SILURIFORMES: ALLICHTHYIDAE)	
Jaqueline Fernandes Gomes Thiago Nilton Alves Pereira	

Capítulo 9 INVENTÁRIO DE DIPTERA (INSECTA) DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, PORTO NACIONAL, TOCANTINS Geovanna Piergentili Moura Tiago Kütter Krolow	146
Capítulo 10 PRÉPARO, ORGANIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO ACERVO DE DIPTERA DA CEUFT Fabíola Rodrigues Branquinho Tiago Kütter Krolow	156
Capítulo 11 Levantamento de Anfíbios Anuros do Parque Cesamar, Palmas - TO Débora Sampaio da Silva Barthira Rezende de Oliveira Thiago Costa Gonçalves Portelinha	173
Capítulo 12 IDENTIFICAR LEVEDURAS COM POTENCIAL PROBIÓTICO ISOLADAS DO FRUTO AMAZÔNICO PUPUNHA (BACTRIS GASIPAES) Rayssa Nascimento Filgueira Thaís Costa Santos Juliana Fonseca Moreira da Silva	187
Capítulo 13 Índice tornozelo-braquial e oximetria de pulso como avaliadores da DAOP assintomática em pacientes com diabetes mellitus atendidos em Unidades de Saúde da Família no município de Palmas-TO Pedro Lucas Silva Batista Luiz Sinésio Silva Neto	198
Capítulo 14 LEVEDURAS OBTIDAS DO FRUTO AMAZÔNICO BACUPARI (Garcinia gardneriana) ASSOCIADAS A SUBSTÂNCIAS GRAS NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM MANGA (Mangifera indica). Gisele Gomes de Sá Pires Catiele Silva de Oliveira Juliana Fonseca Moreira da Silva Raphael Sanzio Pimenta	214
Capítulo 15 CUIDADORES DE PESSOAS IDOSAS: DIFICULDADES E ESTRATÉGIAS ADOTADAS FRENTE AO ATO DE CUIDAR, NO MUNICÍPIO DE PALMAS Thauanne de Paula Almeida Daniella Pires Nunes Maria Sortênia Alves Guimarães Miele	226
Capítulo 16 RELAÇÃO ENTRE O CONSUMO DE CAFEÍNA, ETANOL, QUALIDADE DO SONO E DESEMPENHO ACADÊMICO DE ESTUDANTES DE CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – CÂMPUS DE PALMAS	248

Maria Eduarda Tinti
Antônio Marcos Rabelo Barbosa
Thiago Macêdo Passos
Eliane Patrícia Lino Pereira Franchi
Maria Sortênia Alves Guimarães Miele

Capítulo 17 268
INVESTIGAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO
HUMANO DOS MUNICÍPIOS DO TOCANTINS
Lucas Fiorini Cruz
Poliana Guerino Marson

Capítulo 18 288
FORMAÇÃO PROFISSIONAL E EDUCAÇÃO PERMANENTE DE
AGENTES COMUNITÁRIOS DE SAÚDE
Júlia Leão Ávila Pessoa
Gislaine Aneanes da Silva
Tobias Saraiva dos Santos
Mirian Cristina dos Santos Almeida

Capítulo 19 306
PERFIL EPIDEMIOLÓGICO, PREVALÊNCIA DE BAIXO PESO AO
NASCIMENTO E DA NECESSIDADE DE ANTECIPAÇÃO DO PARTO
EM MULHERES EXPOSTAS AO SARS-COV-2 E DE SEUS NEONATOS
Bruno Zanata
Poliana Guerino Marson

Capítulo 20 316
EDUCAÇÃO PERMANENTE SOBRE BIOSSEGURANÇA COM
TRABALHADORES DA HIGIENIZAÇÃO HOSPITALAR DO HGP:
ANÁLISE DO SUPORTE INSTITUCIONAL
Beatriz Lima Ribeiro
Marli da Silva Pimentel
Ana Carolina Sobota Vasconcelos
Mirian Cristina dos Santos Almeida

Sobre os organizadores 332

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.

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

Capítulo 1

ANÁLISE MORFOANATÔMICA EM PLANTAS DE *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., (Fabaceae) LOCALIZADAS NA MICROBACIA DO RIBEIRÃO LAJEADO NA REGIÃO MEIO NORTE DO TOCANTINS

Kayo Aurelio Severino Nunes¹
Kellen Lagares Ferreira Silva²

RESUMO

A intensificação de consumo de agrotóxicos nas monoculturas coloca em risco a biodiversidade e a preservação de fragmentos de vegetação nativa próximos a essas lavouras. Uma das maneiras de avaliar a presença destes produtos químicos nestes ambientes é a utilização de plantas como bioindicadoras. *Bauhinia cheilantha* (pata-de-vaca), é uma leguminosa presente na caatinga e no cerrado, utilizada pelas comunidades tradicionais para produção de remédios caseiros por seu potencial etnofarmacológico. O objetivo deste estudo foi analisar a morfologia de plantas de *Bauhinia cheilantha* presente em regiões próximas às áreas de cultivo agrícola de monocultura, na microbacia do ribeirão Lajeado. Foram realizadas duas coletas, uma no mês chuvoso e outra em um mês seco. As plantas de *Bauhinia cheilantha* foram georreferenciadas e coletadas em 5 pontos da microbacia do ribeirão Lajeado-TO, totalizando 13 amostras. Foram realizadas avaliações de fitotoxicidade e morfológicas, onde tiveram diferenças significativas em relação à distância que as amostras estavam da lavoura. Análises anatômicas também foram realizadas, porém todas as amostras apresentaram algum tipo de alteração, independentemente da posição em relação à lavoura.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Cerrado; Pata-de-vaca.

¹ Graduando em Ciências Biológicas (Bacharelado), Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, kayo.aurelio@mail.uft.edu.br

² Doutora em Botânica, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, lagares@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

A agropecuária mostrou expressivo avanço no município de Pedro Afonso, ocupando 50,19% da região em 2020 (SILVA, 2022). Com o aumento da produção agrícola, há uma maior demanda por agrotóxicos, para proteger as plantas de interesse econômico de pragas e doenças. A intensificação de consumo de químicos nas lavouras coloca em risco a biodiversidade e a preservação cultural dos povos tradicionais, pela exposição direta e indireta, além de intensificar os danos à saúde humana pelo consumo contínuo de produtos sem segurança. O ambiente é atingido em totalidade pela dispersão dos resíduos químicos, atingindo tanto espécies alvo, como as não-alvo (RIBEIRO; SILVA, 2023). Uma das maneiras de avaliar se o ambiente está contaminado é a utilização de plantas como bioindicadoras, visto que algumas são mais sensíveis a determinados agrotóxicos que outras e, podem mostrar sinais de estresse quando expostas a esses produtos químicos.

Bauhinia cheilantha (Bong.) Steud. (Fabaceae), conhecida popularmente como mororó, miroró, pata-de-vaca ou unha-de-vaca é uma leguminosa, presente na caatinga e no cerrado (VAZ; SANTOS, 2023), com hábito arbustivo e arbóreo, de comportamento decíduo. Tem uma importância socioeconômica relevante, devido ao seu vasto potencial como lenhosa forrageira, sendo fonte alternativa de renda para as comunidades, além do seu uso etnofarmacológico, para a produção de remédios caseiros (GUTIÉRREZ, 2010). São atribuídas às suas folhas ação anti-inflamatória, antidiabética, sedativa, antiparasitária, larvicida (SILVA et al., 2020), digestiva e expectorante, antioxidante, antinociceptiva e hipoglicemiante (GUTIÉRREZ, 2010). É amplamente afetada pela deriva da deriva de glifosato, tendo efeitos visíveis de intoxicação em uma baixa concentração deste herbicida (BORGES, 2021).

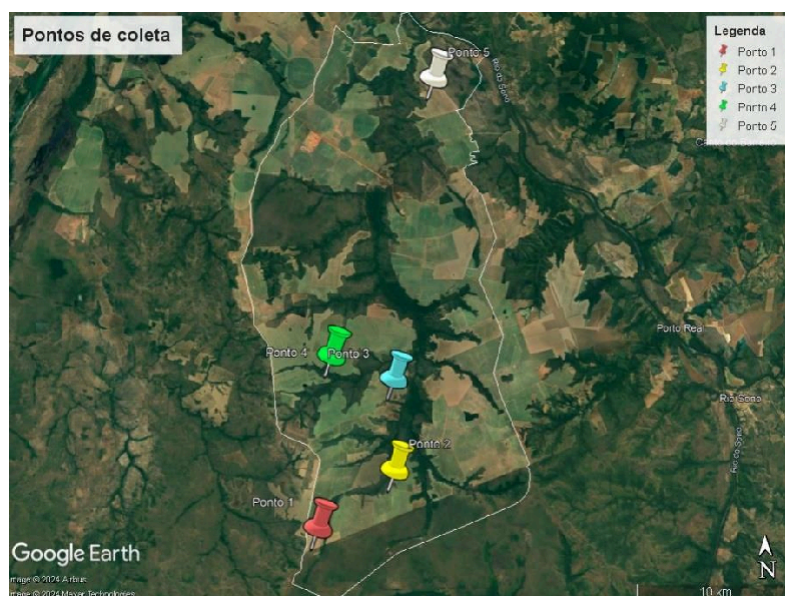
O objetivo deste estudo é investigar possíveis sintomas morfoanatômicos causados por deriva de agrotóxicos em espécies arbóreas, nativas do cerrado tocantinense.

MÉTODO E MATERIAIS

1- Local de coleta das plantas de *Bauhinia cheilantha*

As plantas de *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. (Fabaceae), foram georreferenciadas e coletadas em 5 pontos nos seguintes locais: Ponto 1: no limite da reserva indígena Xerente com a lavoura de soja (S9°25'37.92" W48°8'42.61"); Ponto 2: no percurso do Ribeirão Lajeado, no limite da mata ciliar com a lavoura de soja (S9°23'42.77" W48°6'0.87"); Ponto 3: no percurso do Ribeirão Lajeado, dentro da mata ciliar, próximo à estrada (S9°20'37.94" W48°6'0.03"); Ponto 4: no percurso do Ribeirão Lajeado, 10 metros dentro da mata ciliar, próximo à lavoura de cana-de-açúcar (S9°19'46.67" W48°8'7.36"); Ponto 5: dentro da mata, à 20 metros da fronteira com a lavoura de cana-de-açúcar (S9°10'24.01" W48°4'22.95") (Figura 1).

Figura 1 - Pontos de coletas de amostras das folhas de *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. e delimitação da microbacia do Ribeirão Lajeado;



Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Pino vermelho: ponto 1; pino amarelo: ponto 2; pino azul: ponto 3; pino verde: ponto 4; pino branco: ponto 5. Linha branca delimitação da microbacia.

Foram realizadas duas coletas: a primeira no mês de dezembro de 2023, entre as 11h e 15h; a segunda no mês de Junho, entre às 8h e 12h, ambos com o clima ensolarado e poucas nuvens. No momento da coleta, os indivíduos selecionados foram identificados com uma fita branca na base do caule, e os ramos jovens na região mediana destes foram identificados com fitas coloridas. Nestes ramos foram escolhidos: o 6º folíolo, a partir do meristema, que não apresentavam sintomas visíveis de fitotoxicidade. Foi aferida a medida de cada folha utilizando uma régua, e altura de cada indivíduo coletado utilizando uma fita métrica. A altura da folha foi definida a partir da base do pecíolo até um dos ápices da folha. A altura da planta foi definida a partir da base da mesma, até o ápice do ramo mais alto. As folhas foram digitalizadas para as análises visuais e posteriormente acomodadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas, em uma caixa de isopor, até o laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram fixadas para as análises anatômicas.

2- Avaliações da morfologia visual e anatômicas das folhas de *Bauhinia cheilantha*

2.1-Análise visual

Após a coleta das plantas as folhas foram digitalizadas e as avaliações visuais das folhas (fitotoxicidade) foram realizadas seguindo os parâmetros descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Índice de avaliação e descrição de fitotoxicidade (FRANS, 1972).

Fonte: Frans (1972).

Índice de avaliação	Descrição da fitotoxicidade
1	Ausência de sintomas de fitotoxicidade
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação)
3	Pequenas alterações (clorose, encarquilhamento)
4	Forte descoloração e razoável deformação

5	Necrose em algumas folhas e deformação de folhas e brotos
6	Redução do porte das plantas, encarquilhamento e necrose
7	Mais de 80% das folhas destruídas
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes
9	Morte da planta

2.2-Análise anatômica

As amostras foram fixadas no momento da coleta, em solução formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 (v/v) - FAA 50% (JOHANSEN, 1940, p. 41) durante 72 horas, sob vácuo. Foram desidratadas em série etílica crescente até o álcool 70%, (amostras estoque). Para a confecção das lâminas, as amostras, foram desidratadas em um intervalo de tempo de 1 hora para cada troca, em série etílica e butílica (80, 90 e 100%, etílico butílico (3:1), etílico butílico (1:1), etílico butílico (1:3) e butílico puro) permanecendo “*over night*” em álcool butílico + parafina (1:1), e posteriormente submetidas a duas trocas de parafina por 1 hora cada. Após infiltração, as amostras foram emblocadas (parafina + cera de abelha 8%), seguindo orientação do plano de corte (transversal). Após o resfriamento, os blocos foram submetidos à microtomia. Nesta etapa, os cortes transversais foram feitos em micrótomo rotativo semi-motorizado (RM2245-Leica), a 7µm de espessura e aderidos à lâmina com adesivo de Haupt (HAUPT, 1930). Foram confeccionadas vinte lâminas, com aproximadamente seis cortes para cada bloco. Posteriormente, os cortes foram desparafinizados em série xilólica, hidratados em série etílica e corados em safranina 1% por 20min e azul de Astra por 15 min (GERLACH, 1984). Em seguida, as lâminas foram lavadas em água destilada e desidratadas em série etílica (30%, 50%, 70%, 85%, 95% e 100%), para posteriormente serem submetidas a série xilólica e montadas com bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula. As imagens foram capturadas pelo microscópio óptico Leica DM 500, com câmera Leica ICC50 HD acoplada.

DADOS E DISCUSSÃO

1- Avaliação de fitotoxicidade

Utilizando o índice de avaliação e descrição de fitotoxicidade (FRANS, 1972), obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 2 – Avaliação de fitotoxicidade visual de folhas dos indivíduos *Bauhinia cheilantha*

Pontos de coleta	Indivíduo	Índice de avaliação	
		Coleta 1	Coleta 2
Ponto 1	1	4	8
	2	5	8
	3	3	9

Ponto 2	4	4	x
	5	4	4
	6	5	5
Ponto 3	7	2	3
	8	2	7
Ponto 4	9	2	5
	10	5	5
Ponto 5	11	2	4
	12	2	4
	13	2	4

Como podemos observar, todos os indivíduos apresentaram ao menos uma característica de fitotoxicidade, mas as menores notas foram nos indivíduos que estavam mais distantes da monocultura. Nos pontos 1 e 2

(Anexos 1 e 2), observa-se que os indivíduos estavam voltados para a área aberta da lavoura, acarretando uma exposição maior aos efeitos da deriva. Já nos pontos 3, 4 e 5 (Anexos 3, 4 e 5), os indivíduos estavam mais dentro da mata, com exceção do indivíduo 8, resultando em um menor efeito da exposição. Em relação a avaliação morfológica, não houve diferenças significativas entre as coletas, exceto no ponto Ponto 1. Os três indivíduos deste ponto, na segunda coleta, receberam notas acima de 8 e estavam extremamente injuriados e receberam as maiores notas. Esta resposta foi em decorrência da exposição ao fogo, pois nesta área houve queimada nesta época de coleta.

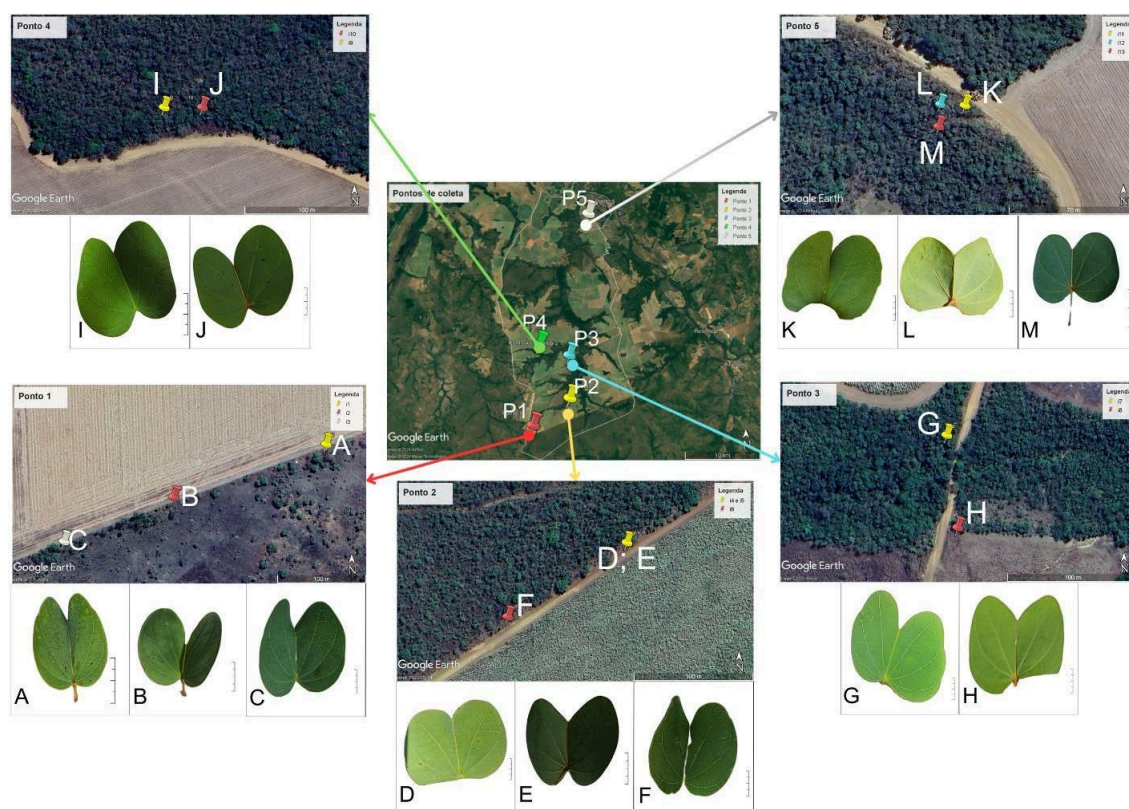
2- Avaliações da morfologia visual

No momento da primeira coleta, a folha do indivíduo 1 apresentou clorose no seu ápice foliar e pontos de necrose próximos da base do limbo, além de início de necrose nas bordas (Figura 2A). A folha do indivíduo 2 apresentou clorose e início de necrose nas bordas (Figura 2B). A folha do indivíduo 3 e 4 apresentaram pontos de necrose e clorose ao longo do limbo (Figuras 2C e 2D). A folha do indivíduo 5 apresentou pontos de necrose ao longo da parte abaxial do limbo (Figura 2E). A folha do indivíduo 6 apresentou ponto de necrose ao longo do limbo e nas bordas (Figura 2F). As folhas dos indivíduos 7, 8, 9, 12 e 13 não apresentaram sintomas aparentes (Figuras 2G, 2H, 2I, 2L e 2M). A folha do indivíduo 10 apresentou pontos de necrose na parte abaxial do limbo (Figura 2J). A folha do indivíduo 11 apresentou pontos de necrose ao longo do limbo (Figura 2K).

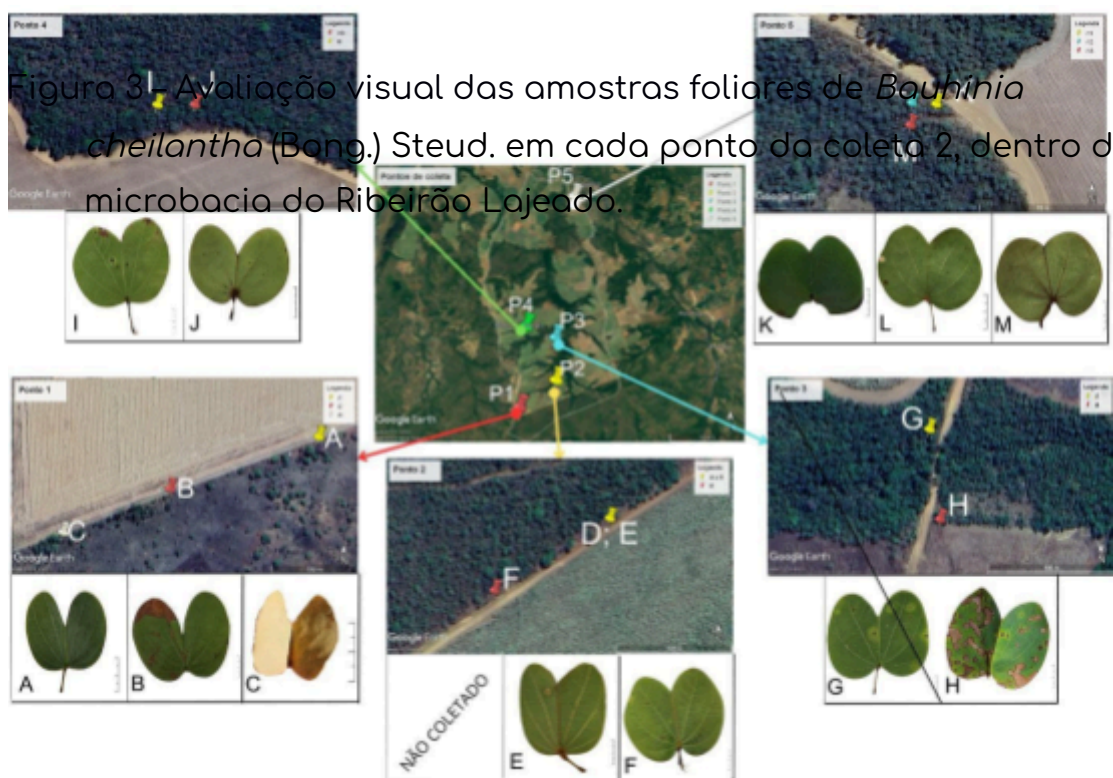
Na segunda coleta, a folha do indivíduo 1 apresentou clorose nos bordos com alguns pontos de necrose (Figura 3A). A folha do indivíduo 2 apresentou pontos de necrose ao longo da nervura central e danos graves por conta de uma queimada ocorrida no local (Figura 3B). O indivíduo 3 estava totalmente seco por conta de uma queimada ocorrida no local (Figura 3C). O indivíduo 4 estava inacessível por conta de uma densa vegetação. A folha do indivíduo 5 apresentou pontos de clorose ao longo do

limbo (Figura 3D). As folhas dos indivíduos 6, 9, 10, 11, 12 e 13 apresentaram pontos de necrose ao longo do limbo e nas bordas (Figuras 3E, 3H, 3I, 3J, 3K e 3L). A folha do indivíduo 7 apresentou clorose e necrose devido a uma possível predação (Figura 3F). A folha do indivíduo 8 apresentou danos graves ao longo do limbo, seguido de necrose e clorose (Figura 3G).

Figura 2 – Avaliação visual das amostras foliares de *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. em cada ponto da coleta 1, dentro da microbacia do Ribeirão Lajeado.



Legenda: Ponto 1 – Indivíduos 1(A), 2 (B) e 3 (C); Ponto 2 – Indivíduos 4(D), 5(E) e 6 (F); Ponto 3 – Indivíduos 7(G) e 8 (H); Ponto 4 – Indivíduos 9(I) e 10 (J); Ponto 5 – Indivíduos 11(K), 12 (L) e 13 (M). Barra das amostras foliares= 1cm; Escala de cada um dos pontos de coleta= 100m; Escala contendo todos os Pontos de coleta= 10km. Fonte: Elaborado pelo autor.



Legenda: Ponto 1 – Indivíduos 1(A), 2 (B) e 3 (C); Ponto 2 – Indivíduos 5(E) e 6 (F); Ponto 3 – Indivíduos 7(G) e 8 (H); Ponto 4 – Indivíduos 9(I) e 10 (J); Ponto 5 – Indivíduos 11(K), 12 (L) e 13 (M). Barra das amostras foliares= 1cm; Escala de cada um dos pontos de coleta= 100m; Escala contendo todos os Pontos de coleta= 10km. Fonte: Elaborado pelo autor.

2-Avaliações anatômicas

Foram observados acúmulos de compostos do metabolismo secundário na região do córtex, epiderme e bainha do feixe em todos os indivíduos independente da coleta. Além disso, foram observados retração do protoplasto na epiderme, córtex e na bainha do feixe, mais evidente na segunda coleta, necroses na epiderme e no parênquima da região cortical,

fibras e elementos de vaso com ausência da coloração típica, possivelmente problema de lignificação (Figura 4).

Figura 4. Cortes anatômicos de folhas de *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. em cada ponto de coleta, dentro da microbacia do Ribeirão Lajeado.

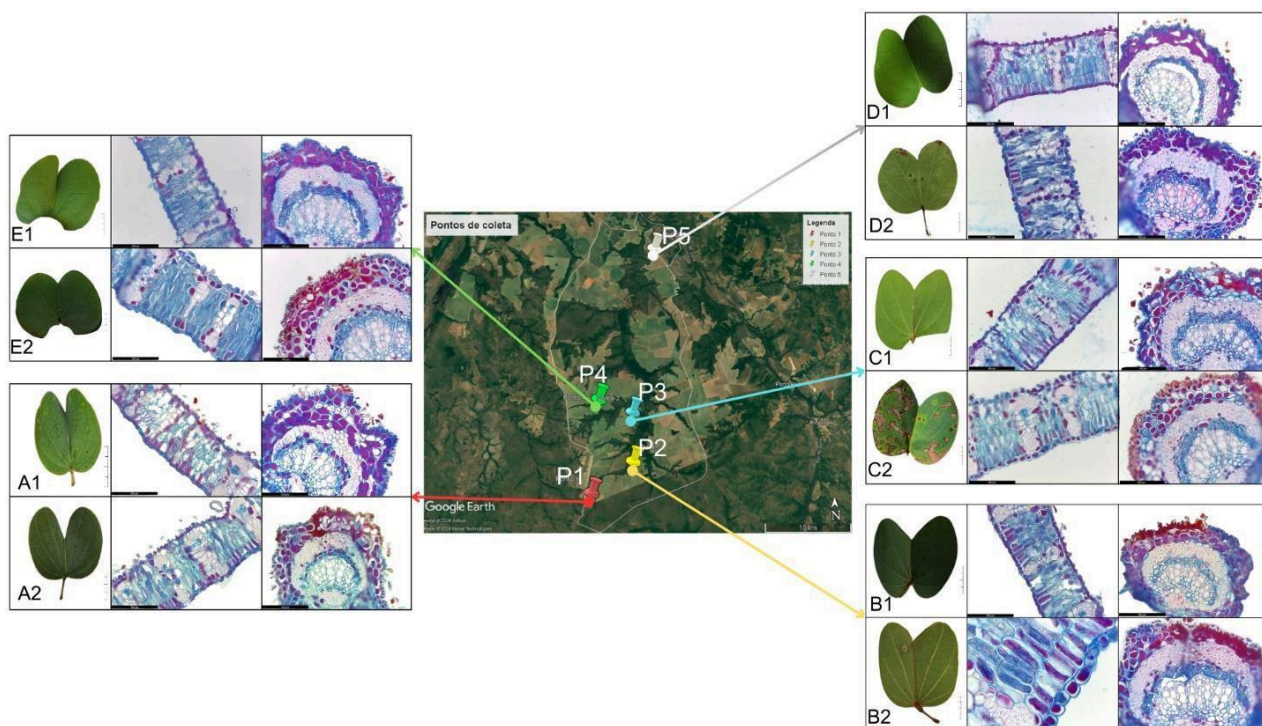


Figura 4. Indivíduo 1 (A); Indivíduo 5 (B); Indivíduo 8 (C); Indivíduo 9 (D); Indivíduo 11 (E); Coleta 1: (A1; B1; C1; D1; E1); Coleta 2: (A2; B2; C2; D2; E2). Barra das amostras foliares= 1cm; Escala dos cortes anatômicos= 100µm; Escala dos Pontos Geral= 10km. Fonte: Elaborado pelo autor.

Um trabalho de caracterização anatômica de folhas de *Bauhinia cheilantha* realizado por Pereira *et al.* (2018), evidencia que a folha desta espécie apresenta alguns compostos do metabolismo secundário ao redor do feixe vascular, mas, na região do mesofilo e do parênquima da nervura principal estes compostos não estão presentes. Em contrapartida, no presente trabalho, foi evidente o acúmulo destes compostos, nestas regiões

foliares adicionados ainda a presença de retração das membranas das paredes celulares. Estas alterações podem estar relacionadas ao fato de que essas plantas estão sob efeito de deriva de agrotóxicos, uma vez que essas mesmas alterações já foram descritas em outras plantas nativas expostas a agrotóxicos (SANTOS *et al*, 2020; SILVA *et al*, 2020; AZEVEDO *et al*, 2023). Houve ainda uma resposta interessante em relação à composição química destes compostos do metabolismo secundário, tanto na região do mesofilo quanto no parênquima da nervura principal. Houve uma diferença na coloração destes compostos. Alguns estavam mais avermelhados e outros mais azulados e todos os cortes foram submetidos a mesma técnica de coloração. Desta forma estas mudanças na coloração podem indicar alterações na composição química desses compostos e para que possamos saber quais são essas alterações, seria necessária a realização de análises histoquímicas, visto que o corante aqui utilizado não evidencia esses compostos, mas sim que houve uma alteração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação a avaliação de fitotoxicidade, foi possível observar que os indivíduos, quanto mais próximos à área de lavoura maior era a nota recebida de fitotoxicidade evidenciado o efeito deletério da deriva dos agrotóxicos nestas plantas não alvo. Assim como não houve diferenças nas avaliações morfológicas entre as duas coletas, não houve diferenças na avaliação anatômica entre as coletas. Entretanto, apesar de visualmente as plantas que estavam mais afastadas da lavoura apresentarem uma nota menor no índice de fitotoxicidade, todas as amostras apresentaram alterações na avaliação anatômica.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, L. P. N.; ROCH, T. B.; GONÇALVES, F. B.; RIBEIRO, A. B. N.; AIRES, V. B.; ERASMO, E. A. L.; SILVA, K. L. F. Physiological and anatomical responses of *Eugenia dysenterica* to glyphosate. *Rodriguesia*, v. 74, p. 1-21. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860202374036>.
- BORGES, M. P. da S.; SILVA, D. V.; SOUZA, M. de F.; SILVA, T. S.; TEÓFILO, T. M. da S.; DA SILVA, C. C.; PAVÃO, Q. S.; PASSOS, A. B. R. de J.; DOS SANTOS, J. B. Glyphosate effects on tree species natives from Cerrado and Caatinga Brazilian biome: Assessing sensitivity to two ways of contamination. *Science of The Total Environment*, v. 769, p. 144113, maio 2021.
- FRANS, R. E. Measuring plant responses. *In*: Wilkinson RE, editor. *Research methods in weed science*. Australian: Southern Weed Science Society, p. 28-41, 1972
- GERLACH, D. *Botanische Mikrotechnik: Eine Einführung*. 3 ed. Stuttgart: Thieme, 1984.
- GUTIÉRREZ, I. E. M. MICROPROPAGAÇÃO DE *Bauhinia cheilantha* (BONG.) STEUD. (FABACEAE). 2010. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) -Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010. Disponível em: http://www2.uefs.br/ppgbiotec/portugues/arquivos/corpo%20discente/mestrado/2008/ingrid_estefania_mancia_de_gutierrez-dissertacao.pdf.
- JOHANSEN, D. A. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book; 1940.
- PEREIRA, L. B. S.; COSTA-SILVA, R.; FELIX, L. P.; AGRA, M. de F. Leaf morphoanatomy of “mororó” (*Bauhinia* and *Schnella*, Fabaceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.28, n.4, p.383-392, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.04.012>
- RIBEIRO, A. B. N.; SILVA, K. L. F. O CONTRAPONTO ENTRE A CONSERVAÇÃO DA

NATUREZA E O USO DE AGROTÓXICOS: aplicabilidade das políticas públicas. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, Macapá, n. 15, p. 01-20, 2023

SANTOS, V R S; FILHO, A J C; SANTANA, M M; COSTA, A C; SILVA, K L F. Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *Cenostigma macrophyllum* Tul.(fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 5, p. 159- 173, 2020.

SILVA, V. V. Expansão agrícola e as transformações ambientais no município de Pedro Afonso – Tocantins. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Ciências Humanas, Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2022.

SILVA, A. M. A.; DA SILVA, H. C.; MONTEIRO, A. O.; LEMOS, T. L. G.; DE SOUZA, S. M.; MILITÃO, G. C. G.; SANTOS, H. V.; ALVES, P. B.; ROMERO, N. R.; SANTIAGO, G. M. P. Chemical composition, larvicidal and cytotoxic activities of the leaf essential oil of *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. South African Journal of Botany, v. 131, p. 369–373, 1 jul. 2020.

SILVA, F. C.; SOUZA, L. M.; FERREIRA, E. A.; SOUZA, T. C. Effects of glyphosate drift on the morphology and anatomy of the bark of a native tree in the Brazilian Cerrado. Acta Scientiarum Biological Sciences, v.42, 2020.

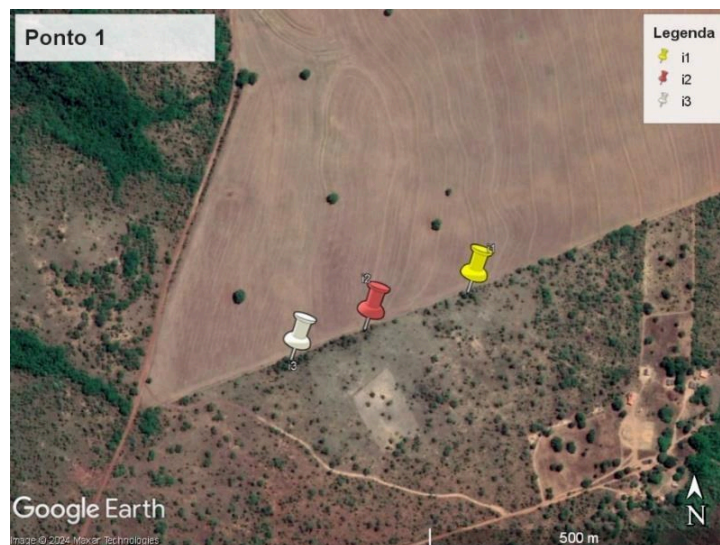
VAZ, A. M. S. F.; SANTOS, A. C. B. *Bauhinia* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB82659>. Acesso em: 30 abr. 2023.

FINANCIAMENTO

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

ANEXOS

Anexo 1 – Descrição da área de coleta do ponto 1. Os indivíduos estavam na região limítrofe entre a reserva indígena Xerente e a lavoura de soja.



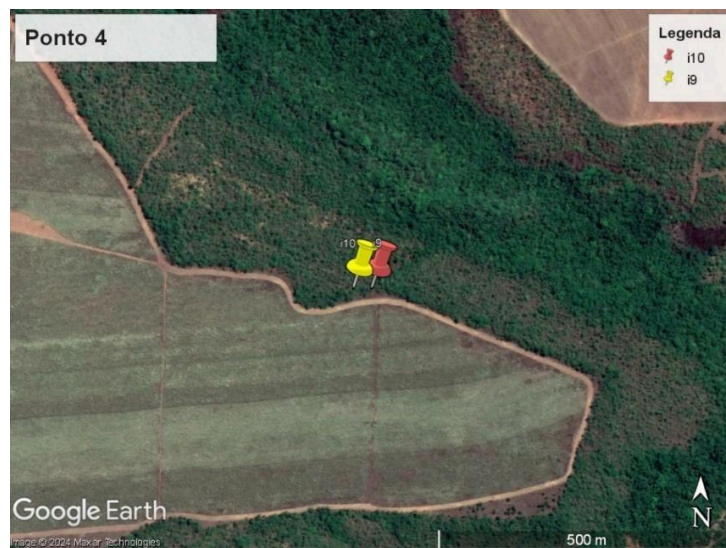
Anexo 2 – Descrição da área de coleta do ponto 2 de coleta. Os indivíduos estavam ao longo do percurso do Ribeirão Lajeado, no limite da mata ciliar com a lavoura de soja



Anexo 3 – Descrição da área de coleta do ponto 3. Os indivíduos estavam ao longo do percurso do Ribeirão Lajeado, dentro da mata ciliar, próximo à estrada



Anexo 4 – Descrição da área de coleta do ponto 4. Os indivíduos estavam ao longo do percurso do Ribeirão Lajeado, 10 metros dentro da mata ciliar, próximo à lavoura de cana-de-açúcar

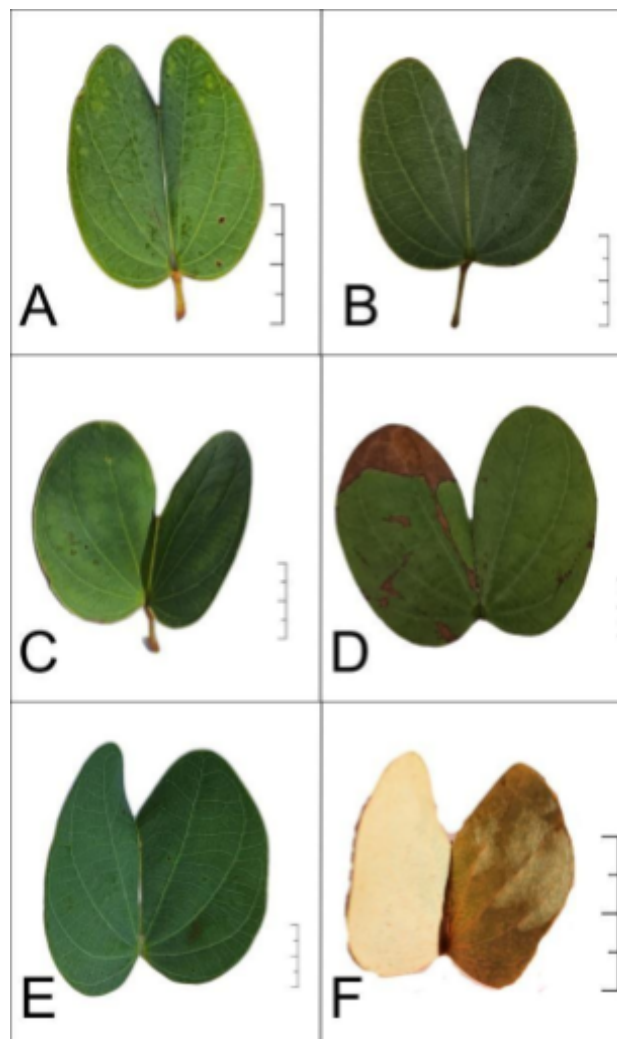


Anexo 5 – Descrição da área de coleta do ponto 5. Os indivíduos estavam dentro da mata, à 20 metros da fronteira com a lavoura de cana-de-açúcar

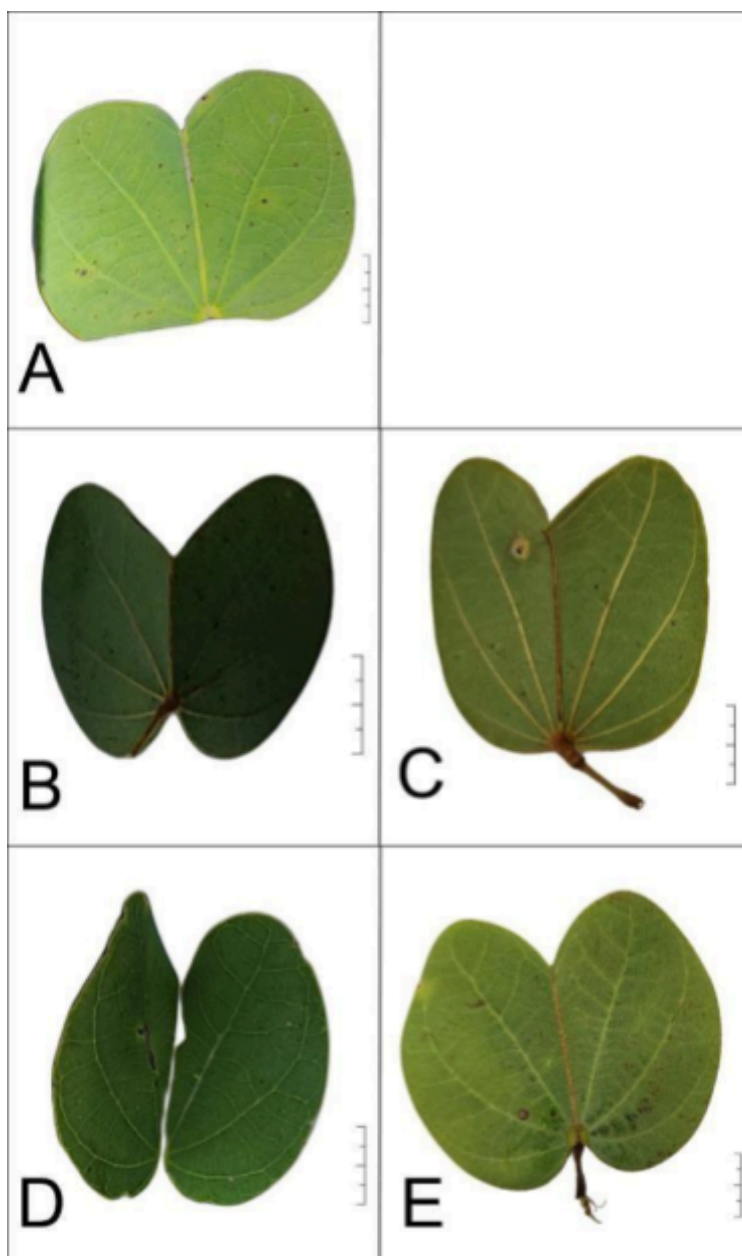


Fonte: Elaborado pelo autor.

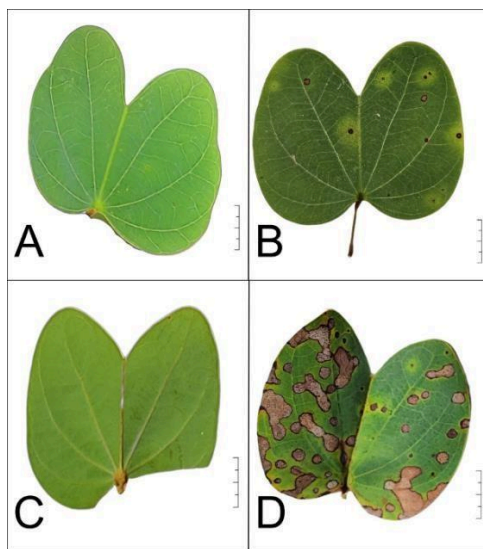
Anexo 6 – Indivíduos coletados no Ponto 1; Primeira coleta (A; C; E) e segunda coleta (B; D; F); Indivíduo 1 - A e B; Indivíduo 2 - C e D; Indivíduo 3 – E e F;
Barra: 1cm; Fonte: Elaborado pelo autor.



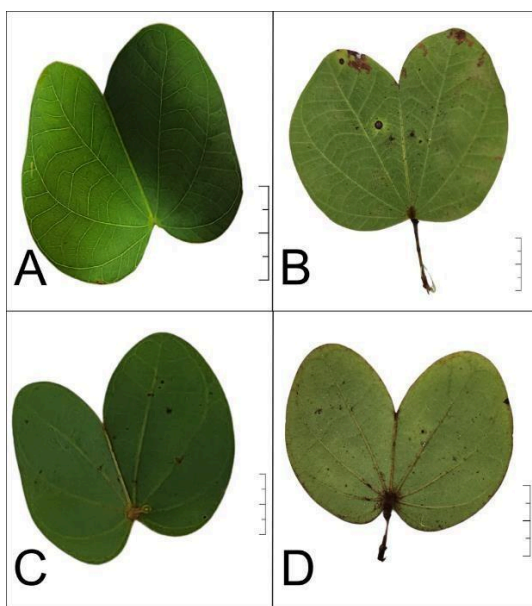
Anexo 7 – Indivíduos coletados no Ponto 2; Primeira coleta (A; B; D) e segunda coleta (C; E); Indivíduo 4 - A; Indivíduo 5 - B e C; Indivíduo 6 – D e E; Barra: 1cm; Fonte: Elaborado pelo autor.



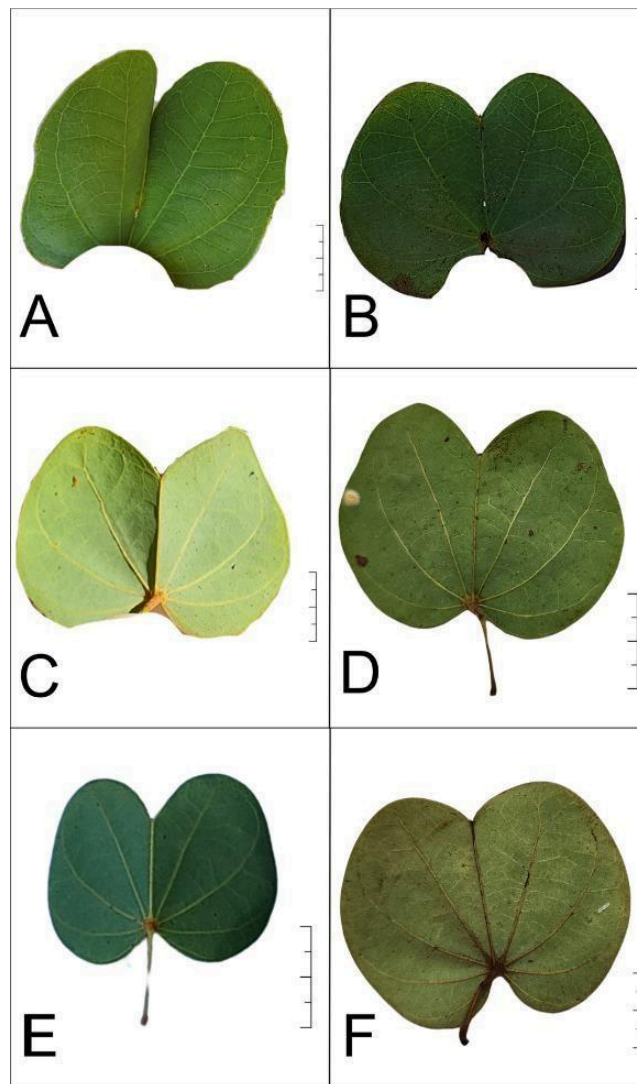
Anexo 8 – Indivíduos coletados no Ponto 3; Primeira coleta (A; C) e segunda coleta (B; D); Indivíduo 7 - A e B; Indivíduo 8 - C e D; Barra: 1cm; Fonte: Elaborado pelo autor.



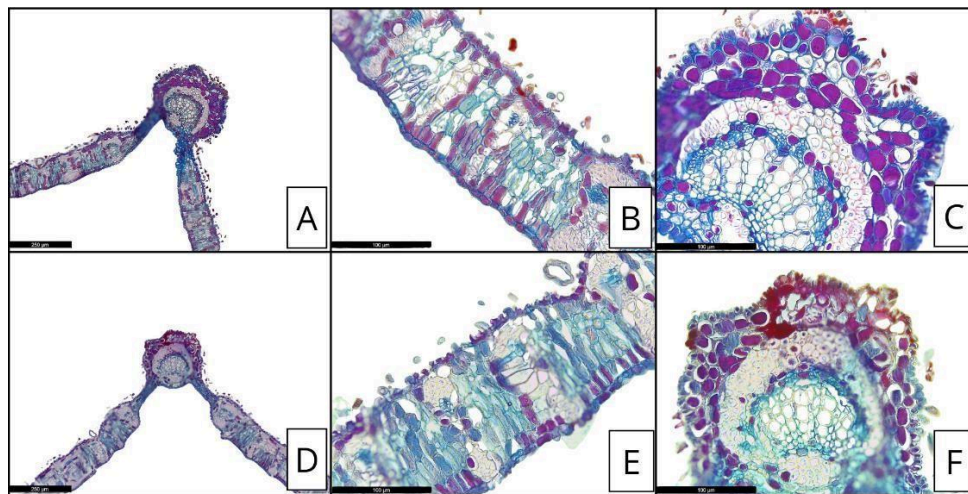
Anexo 9 – Indivíduos coletados no Ponto 4; Primeira coleta (A; C) e segunda coleta (B; D); Indivíduo 9 - A e B; Indivíduo 10 - C e D; Barra: 1cm; Fonte: Elaborado pelo autor.



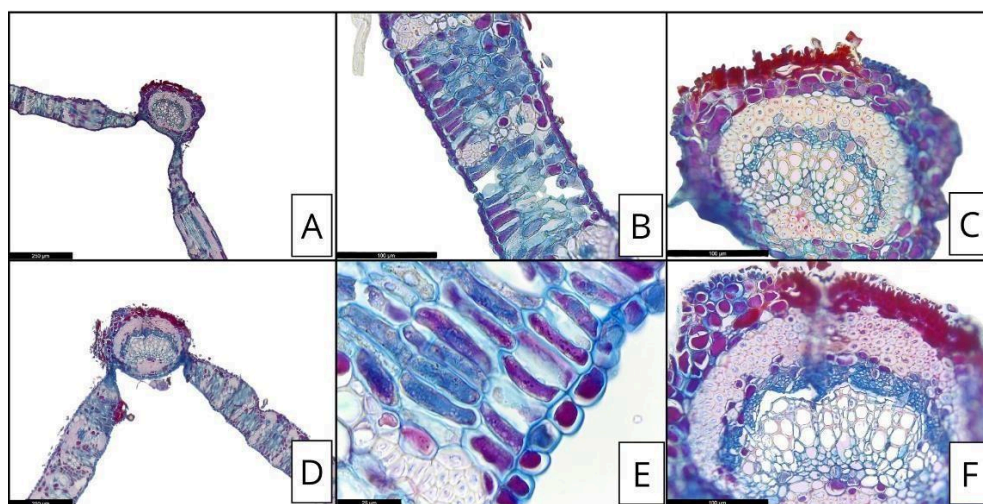
Anexo 10 – Indivíduos coletados no Ponto 5; Primeira coleta (A; C; E). Segunda coleta (B; D; F); Indivíduo 11 - A e B; Indivíduo 12 - C e D; Indivíduo 13 – E e F; Barra: 1cm; Fonte: Elaborado pelo autor.



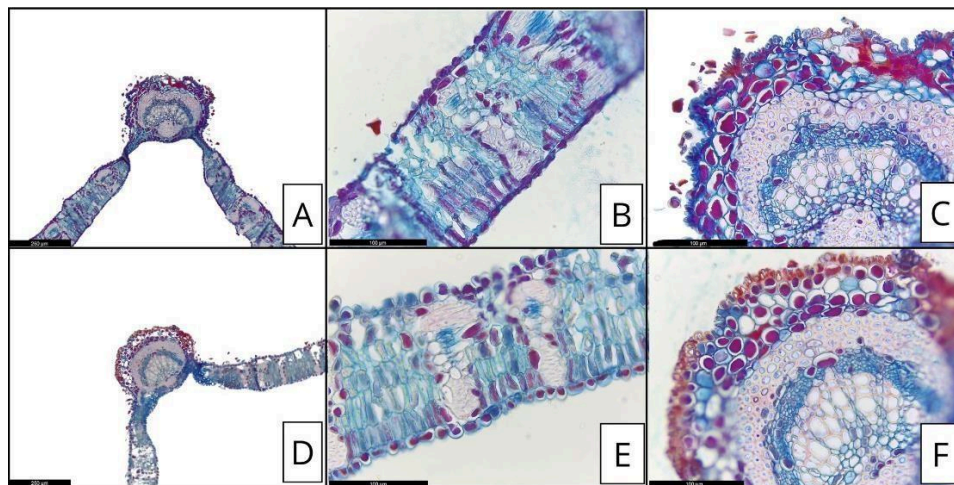
Anexo 11 – Cortes anatômicos do indivíduo 1, referentes ao Ponto 1; Primeira coleta (A; B; C). Segunda coleta (D; E; F); Barra A e D: 25 μ m; Barra B, C, E, F: 100 μ m; Fonte: Elaborado pelo autor.



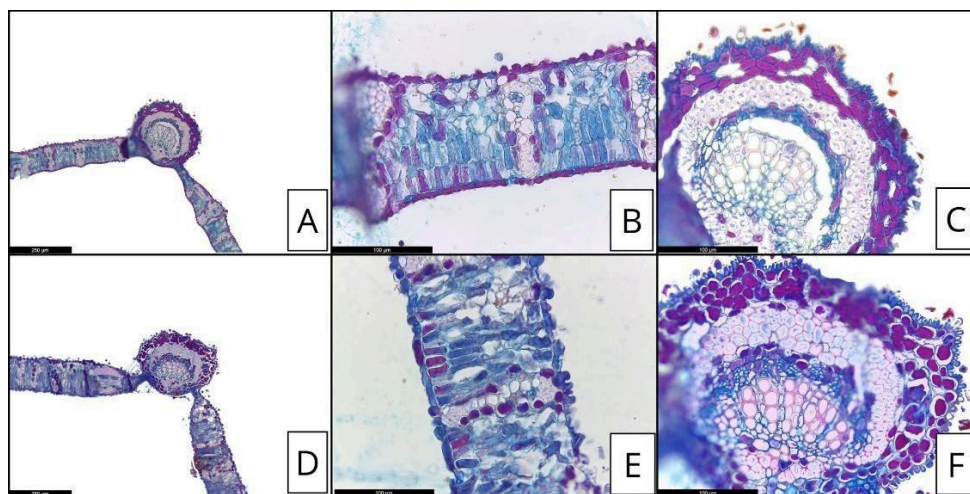
Anexo 12 – Cortes anatômicos do indivíduo 5, referentes ao Ponto 2; Primeira coleta (A; B; C). Segunda coleta (D; E; F); Barra A e D: 25µm; Barra B, C, E, F: 100µm; Fonte: Elaborado pelo autor.



Anexo 13 – Cortes anatômicos do indivíduo 8, referentes ao Ponto 3; Primeira coleta (A; B; C). Segunda coleta (D; E; F); Barra A e D: 25µm; Barra B, C, E, F: 100µm; Fonte: Elaborado pelo autor.



Anexo 14 – Cortes anatômicos do indivíduo 9, referentes ao Ponto 4; Primeira coleta (A; B; C). Segunda coleta (D; E; F); Barra A e D: 25µm; Barra B, C, E, F: 100µm; Fonte: Elaborado pelo autor.



Anexo 15 – Cortes anatômicos do indivíduo 1, referentes ao Ponto 5; Primeira coleta (A; B; C). Segunda coleta (D; E; F); Barra A e D: 25µm; Barra B, C, E, F: 100µm; Fonte: Elaborado pelo autor.

Capítulo 2

ANÁLISES MORFOANATÔMICA E FISIOLÓGICA EM PLANTAS DE *Caryocar brasilienses* Cambess. (Caryocaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO DE FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE

João Marcelo dos Santos Carvalho¹
Kellen Lagares Ferreira Silva²

RESUMO

O Cerrado é um bioma que abriga várias espécies nativas e, muitas estão sendo impactadas com o avanço acelerado de monoculturas neste bioma. O estudo objetivou investigar alterações fisiológicas e anatômicas em plantas de *Caryocar brasilienses* Cambess, sob efeito derivado de agrotóxicos. Foram estudados indivíduos presentes em uma área limítrofe entre Terra Indígena Akwê-Xerente e uma monocultura, em Pedro Afonso, Tocantins, Brasil. Amostras dos indivíduos foram coletadas ao final da seca e ao início da estação chuvosa. Foram analisadas taxas fotossintéticas, condutância estomática, taxa de transpiração e relação da concentração de carbono interno e externo. As análises anatômicas seguiram protocolos usuais de inclusão em parafina. A análise fisiológica demonstrou alteração nas taxas de trocas gasosas (G_s) e relação da concentração de carbono interno e externo (C_i/C_a) e os demais parâmetros não sofreram alterações em função da época de coleta. Já, a análise anatômica revelou alterações nos tecidos da planta, como plasmólise celulares, alterações no formato das células e acúmulo de compostos fenólicos. Dentro de uma mesma coleta foram observadas respostas diferentes e algumas plantas mostram efeitos negativos na fisiologia, o que pode ser explicado pela variabilidade genética entre elas e ao fato de responderem diferentemente às condições ambientais. Estes sintomas indicam que essas plantas podem estar sofrendo efeito de deriva de agrotóxicos e, apesar de poucos sintomas fisiológicos, os sintomas anatômicos evidenciam danos importantes. Isso pode oferecer risco a comunidades que utilizam desses frutos, pois essas substâncias podem translocar dentro da planta e acumular nos frutos.

Palavras-chave: Agrotóxicos, Plantas Nativas, Cerrado, Pequi

¹ Graduando em Ciências Biológicas Bacharelado, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, marcelo.joao@mail.uft.edu.br.

² Doutora em Anatomia Vegetal, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, lagares@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

O pequi (*Caryocar brasilienses* Cambess.) é uma espécie muito comum no Cerrado brasileiro, e pode ser encontrada nos estados de Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rondônia, São Paulo e Tocantins. É uma árvore de grande porte, atingindo aproximadamente 11 metros de altura, com copa bastante densa e de ramificação cimosa, arredondada e com folhas trifolioladas e de filotaxia oposta, além de que são muito pilosos. Suas inflorescências possuem flores actinomorfas, de coloração esverdeada a branca, e possuindo muitos estames. A madeira é muito resistente à putrefação e, por isso, é muito utilizada em montagem de móveis e em base de casas de madeira (CARVALHO, 2008). Pertencente à família Caryocaceae, o pequi é uma das árvores símbolo do cerrado, sendo seu maior aproveitamento voltado ao fruto dessa espécie (DUBOC, 2009). O fruto do pequi é do tipo drupáceo, com casca verde e polpa que varia do amarelado ao alaranjado. Tem um sabor marcante e forte, e é conhecido por ser rico em riboflavina, caroteno, fósforo, ferro e cobre, sendo também o fruto que possui o maior teor de vitamina A (CARVALHO, 2008).

O avanço agrícola do Tocantins é muito reconhecido por conta do alto potencial do estado para a produção de grãos, como o arroz, o milho, o feijão e, principalmente, a soja. Muito deste potencial se dá por conta de seu clima, relevo, luz solar e água. O Brasil teve um crescimento médio anual de 2,05% na sua área agrícola, entre 2008 e 2013 (FREITAS, 2016), sendo que a área com potencial agrícola do estado do Tocantins é de aproximadamente 13.825.070 hectares, correspondendo a pouco mais de 50% de seu território (SEAGRO, 2023). O Tocantins detém a mais volumosa bacia de água doce totalmente confinada ao território nacional: a Bacia Tocantins- Araguaia. Por ser perene, é uma ótima fonte de água para as monoculturas no período de estiagem, correspondendo a 15% das áreas de irrigação do país (SEAGRO, 2023).

Entretanto, esta expansão agrícola nas terras tocantinenses, carrega

consigo riscos, como a destruição dos ambientes nativos e biodiversos, impactos em comunidades tradicionais, e a contaminação do ambiente e das pessoas por agrotóxicos. Estes compostos químicos surgiram entre no intermédio do século XX, durante a Revolução Verde. Esta revolução trouxe diversas inovações tecnológicas para promover a produtividade, qualidade e produção alimentícia em larga escala, trazendo consigo também, os diferentes agrotóxicos (BATISTA, 2023). No Brasil, o mais utilizado é o glifosato (N-(fosfometil)glicina), com a fórmula química sendo $C_3H_8NO_5P$ (AMARANTE JÚNIOR, 2002). Ele possui atuação na rota metabólica do Ácido Chiquímico ou Shikimato, inibindo a enzima 5-enolpiruvato-shikimato-3-fosfato sintetase (EPSPS), enzima esta que sintetiza três aminoácidos muito importantes para a vida das plantas: fenilalanina, tirosina e triptofano (JAWORSKI, 1972; ZABLOTOWICZ e REDDY, 2004). Ainda segundo Amarante (2002), nas plantas, elas atuam no crescimento e desenvolvimento. Já nos animais, elas não têm uma toxicidade aguda e a curto prazo. Porém, a longo prazo, interferem em hormônios essenciais à vida, como a epinefrina, dopamina, serotonina e hormônios da tireoide.

O glifosato é um agrotóxico não seletivo, barato e de fácil acesso, e a melhor forma de aplicá-lo é por via aérea, utilizando aviões ou drones. Com essa dispersão, ocorre a deriva, que é a aplicação do glifosato de forma não intencional em plantas nativas ou fora da região desejada por dispersão dos ventos e gravidade, com as plantas podendo ou não serem utilizadas por povos originários. E é nesse momento que entra o estudo da morfoanatomia dessas árvores expostas a poluentes, que definem a qualidade do ambiente (DE TEMMERMAN et al., 2004). Dessa forma, e de acordo com diversos artigos já publicados (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2014), é possível estudar os sintomas de intoxicação por agrotóxicos de forma anatômica e fisiológica, em plantas não alvo dessas regiões próximas a lavouras.

MÉTODO E MATERIAIS

1-Local de coleta das plantas de *Caryocar brasiliensis*

O material vegetal a ser analisado já foi coletado. As coletas foram realizadas em um trecho da fronteira entre a Terra Indígena Akwẽ-Xerente e o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil. Parte da área estudada estava cultivada com soja e outra parte com cana-de-açúcar. A Terra Indígena Akwẽ-Xerente está localizada a leste do Rio Tocantins, e é subdividido em duas Terras Indígenas, a Terra indígena Xerente denominada "Área Grande e, a Terra Funil, à margem direita do rio Tocantins (LIMA, 2017). O Território indígena dos Akwẽ-Xerente faz divisa com as cidades de Pedro Afonso, Rio Sono, Tocantínia e Aparecida do Rio Negro. A área de coleta foi no limite entre a terra indígena Xerente e Pedro Afonso, que está localizado na Zona Norte do Estado, na confluência dos rios Tocantins e Rio Sono (IBGE, 2017).

As plantas foram coletadas em um transecto de 4.800 metros, foram marcadas e georreferenciados 05 (cinco) exemplares da espécie *Caryocar brasiliensis* (Caryocaraceae), conhecida popularmente como pequi.

Foram realizadas duas coletas, uma no final do período seco, em 30/09/2019, e outra no início do período chuvoso, em 29/11/2019. Foram coletadas folhas da região mediana de arbustos de cada um dos exemplares georreferenciados. As folhas foram acomodadas em sacos plásticos e transportadas, em uma caixa de isopor, até o laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram fixadas e encontram-se até o momento para análise.

2- Avaliações da morfologia visual, anatômicas e fisiológicas das folhas de

Caryocar brasiliensis

2.1-Análise anatômica

As amostras foram fixadas no momento da coleta, em solução formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 (v/v) - FAA 50% (JOHANSEN, 1940, p. 41) durante 24 horas sob vácuo. Foi realizada desidratação em série etílica crescente até o álcool 70%, no qual foi possível armazenar e conservar o material, onde encontravam-se preservados momento (amostras estoque). Para as análises anatômicas, as amostras que estão em estoque, foram desidratadas em um intervalo de tempo de 1 hora para cada troca, em série etílica e butílica (80, 90 e 100%, etílico butílico (3:1), etílico butílico (1:1), etílico butílico (1:3) e butílico puro) permanecendo “*over night*” em álcool butílico + parafina (1:1), e posteriormente submetidas a duas trocas de parafina por 1 hora cada. Após infiltração, as amostras foram emblocadas (parafina + cera de abelha 8%), seguindo orientação do plano de corte (transversal). Após o resfriamento, os blocos foram colocados em suporte de madeira para a microtomia. Nesta etapa, os cortes transversais foram feitos em micrótomo rotativo semi-motorizado (RM2245-Leica), a 6µm de espessura e aderidos à lâmina com adesivo de Haupt (HAUPT, 1930). Foram confeccionadas seis lâminas, com aproximadamente 10 cortes para cada bloco. Posteriormente, os cortes foram desparafinizados em série xilólica, hidratados em série etílica e corados em safranina 1% e azul de astra, por 20 min (Gerlach, 1984). Em seguida, as lâminas foram lavadas em água destilada e desidratadas em série etílica (30%, 50%, 70%, 85%, 95% e 100%), para posteriormente serem submetidas a série xilólica e montadas com bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula. As imagens ainda serão capturadas pelo microscópio óptico Leica DM 500, com câmera Leica ICC50 HD acoplada.

2.2-Análises fisiológicas

Foram analisadas as avaliações das trocas gasosas, cujos dados foram coletados através de medições em folhas completamente expandidas em plantas de *Caryocar brasiliensis* presentes na área de estudo. Durante as coletas foram aferidas as taxas fotossintéticas (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e

transpiratória (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a relação entre a concentração interna (C_i) e externa (C_a) de CO_2 (C_i/C_a), obtidas por meio de um sistema de medição de trocas gasosas portátil LI-6400XTR (Licor/Nebrasca). As mensurações foram feitas sob concentração de CO_2 , temperatura e vapor de H_2O do ambiente do local de estudo, sendo o ar de referência homogeneizado em um galão de 20L antes de alcançar a câmara foliar. Após o coeficiente que combina as variações de gás carbônico (ΔCO_2), água ($\Delta\text{H}_2\text{O}$) e fluxo de ar ($\Delta\mu_e$) ficarem abaixo de 1%, sendo realizados 10 registros por folha, um a cada 12 segundos, cuja média foi considerada uma medida. Os dados foram submetidos à análise parcial.

Estatística

Os dados foram submetidos ao teste t, as médias foram comparadas pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no software Jamovi.

DADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas as taxas fisiológicas de 5 indivíduos presentes nas duas coletas (seca e chuva). De cada indivíduo foram obtidas 6 medidas, que foram consideradas como médias. Ao total, para cada coleta, obtivemos um N de 30 medidas fisiológicas. Ao compararmos a taxa fotossintética (A) e a taxa transpiratória (E) dos indivíduos analisados, observou-se que não teve diferença estatística significativa entre os períodos coletados (Tabela 1). Porém, ao compararmos a G_s e a C_i/C_a foi possível observar que houve diferença estatística significativa nos valores obtidos (Tabela 1), ocorrendo uma diminuição significativa nos valores de G_s e C_i/C_a no período da seca (Tabela 2). Estas diferenças podem ter sido em função das diferentes temperaturas e umidade de cada estação. O que já era esperado, uma vez que na estação seca as médias de temperatura são mais altas, com baixa umidade e os estômatos tendem a diminuir as trocas gasosas impactando consequentemente nas taxas de condutância estomática e interferindo na

relação entre o carbono interno e externo das folhas.

Tabela 1 – Comparação das taxas de A , G_s , E e Ci/Ca , em plantas de *Caryocar brasilienses* Cambess. presentes em área limítrofe entre monocultura e terra indígena Xerente, entre período de Seca (1) e Chuva (2).

			Estatística	p
A (1)	A (2)	W de Wilcoxon	213.0 ^{ns}	0.700
G_s (1)	G_s (2)	W de Wilcoxon	66.0 ^{**}	< .001
Ci/Ca (1)	Ci/Ca (2)	W de Wilcoxon	39.0 ^{**}	< .001
E (1)	E (2)	W de Wilcoxon	195.0 ^{ns}	0.452

Legenda: Análise comparativa de Wilcoxon. A : Fotossíntese; G_s : Condutância Estomática; Ci/Ca : Relação entre carbono interno e externo; E : Transpiração. p : p -valor; níveis de significância: *5%, **1%, ns= não significativo.

Tabela 2 – Análise estatística comparativa e descritiva das taxas fisiológicas, entre duas épocas de coleta (Chuva e Seca), das taxas fisiológicas de indivíduos de *Caryocar brasiliensis* presentes na área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão
A	Chuva	30	9.511	10.204	1.7660	0.32243
	Seca	30	9.252	9.035	2.5315	0.4622
G_s	Chuva	30	0.207	0.211	0.0649	0.01185
	Seca	30	0.147	0.126	0.0640	0.0117
Ci/Ca	Chuva	30	0.751	0.759	0.0460	0.00841
	Seca	30	0.663	0.667	0.0770	0.0141
E	Chuva	30	3.400	3.657	0.7647	0.13962
	Seca	30	3.309	2.998	1.0253	0.1872

Legenda: A: Fotossíntese; Gs: Condutância Estomática; Ci/Ca: Relação entre carbono interno e; E: Transpiração. N: Número de coletas, sendo cinco indivíduos coletados, com seis amostras cada.

Primeiro, observando a taxa fotossintética (A), é possível perceber que não houve diferença estatística nos dados coletados entre os períodos de chuva e seca. No período chuvoso, a fotossíntese alcança uma média de $9.511 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sendo que na seca o valor foi de $9.252 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. De acordo com o estudo dos autores Silva, *et al.* (2016), estes valores são considerados como taxas ótimas de trocas gasosas para esta espécie. Assim, não foram encontrados valores que estivessem afetando a fotossíntese nos períodos estudados.

Já em relação à condutância estomática (Gs), apesar de não ter sido verificado diferença estatística significativa nos valores obtidos nos dois períodos estudados, vimos que durante a seca, há uma maior taxa numérica da condutância estomática ($0.174 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), em comparação com a época de chuva ($0.207 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), o que pode ser explicado pelo menor tempo que os estômatos permanecem abertos, buscando diminuir a perda de água da planta no período seco. Considerando os valores ótimos de (Gs) os valores encontrados durante o período chuvoso são mais próximos da taxa ótima, que é de $0.200 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Silva, *et al.*, 2016).

Em relação a transpiração (E) da planta foi possível verificar uma grande perda de água, tanto na seca ($3.309 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), quanto na chuva ($3.400 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), em relação à taxa ótima, que é de $2.100 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Silva, *et al.*, 2016). Possivelmente, os agrotóxicos que chegam a essas plantas por deriva podem estar interferindo no mecanismo de abertura e fechamento de estômatos. A taxa da relação entre a concentração de carbono interno e carbono externo (Ci/Ca), que ótima equivale a 0.750 Ci/Ca, também variou durante a seca (0.663 Ci/Ca), tendo valor estável durante a chuva (0.751 Ci/Ca).

Tabela 3 – Análise estatística das taxas fisiológicas de indivíduos de *Caryocar brasiliensis* presentes na área limítrofe entre monoculturas e terra indígena. Os dados são médias obtidas durante a estação chuvosa.

Indivíduo s	A	Gs	E	Ci/Ca
CB_06	11.284	0.287	4.029	0.783
CB_08	7.359	0.102	2.118	0.677
CB_09	9.706	0.228	3.859	0.774
CB_15	10.268	0.223	3.892	0.756
CB_17	8.937	0.194	3.097	0.763

Legenda: A: Fotossíntese; Gs: Condutância Estomática; Ci/Ca: Relação entre carbono interno e; E: Transpiração. N: Número de coletas, sendo cinco indivíduos coletados, com seis amostras cada.

Tabela 4 – Análise estatística das taxas fisiológicas de indivíduos de *Caryocar brasiliensis* presentes na área limítrofe entre monoculturas e terra indígena. Os dados são médias obtidas durante a estação seca.

Indivíduo s	A	Gs	E	Ci/Ca
CB_06	7.462	0.112	2.794	0.675
CB_08	7.137	0.141	3.320	0.729
CB_09	12.329	0.243	4.901	0.706
CB_15	8.053	0.118	2.818	0.665
CB_17	11.276	0.119	2.708	0.536

Legenda: A: Fotossíntese; Gs: Condutância Estomática; Ci/Ca: Relação entre carbono interno e; E: Transpiração. N: Número de coletas, sendo cinco indivíduos coletados, com seis amostras cada.

Fazendo a análise dos valores das taxas durante o período chuvoso e seco, entre os indivíduos, é perceptível que cada indivíduo reage de forma diferente ao ambiente, independentemente do local onde foi encontrado. Porém, existem plantas com valores muito fora do ótimo (de acordo com Silva *et al.*, 2016), seja na fotossíntese, com os indivíduos CB_06, CB_08 e CB_15 durante a época da chuva e CB_08, CB_09 e CB_17 durante a seca;

condutância estomática nos indivíduos CB_06, CB_08 e CB_17 durante a chuva e todos, exceto a amostra CB_09 durante a seca; todos os indivíduos nas duas coletas, tanto na seca, quanto na chuva, exceto o indivíduo CB_08, quanto à transpiração e; o indivíduo CB_08 na relação de carbono durante a chuva, e os indivíduos CB_06, CB_15 e CB_17 durante a seca.

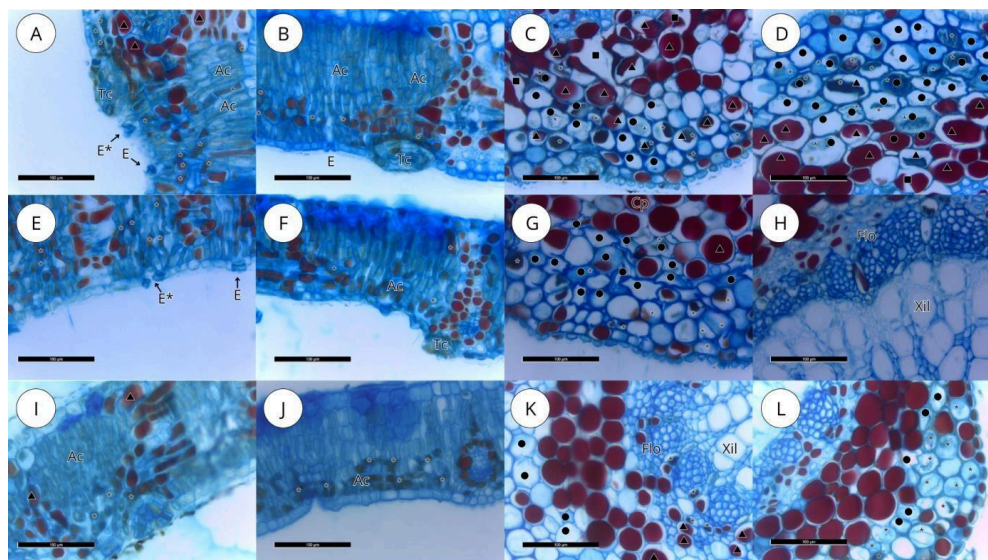
Portanto, quanto à variação entre indivíduos, não existe um padrão comum entre todos, devido à variabilidade genética entre estes indivíduos.

O que é possível de perceber, por fim, é que o efeito deriva de agrotóxicos atingiu o mecanismo de controle estomático em geral. Isso foi verificado e confirmado, de fato, com a análise anatômica, observando os danos causados e o formato das células e tecidos (Figura 2).

Figura 1 – Pontos de coleta de indivíduos amostrados de *Caryocar brasilienses* coletados em período de seca e chuva, presentes na área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.



Figura 2 – Anatomia de folha de *Caryocar brasilienses* Cambess., coletadas em área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.



Legenda: Cortes transversais de folhas de *Caryocar brasilienses* Cambess. Coleta 1 (A, C, E, G, I e K); Coleta 2 (B, D, F, H, J e L); Indivíduo CB_06 (A, B, C e D); Indivíduo CB_15 (E, F, G e H); Indivíduo CB_30 (I, J, K e L). Mesofilo (A, B, E, F, I e J); Nervura (C, D, G, H, K e L). Estômatos (E); Estômatos danificados (E*); Xilema (Xil); Floema (Flo); Tecido de cicatrização (Tc); Acúmulo de Compostos Fenólicos (Ac e *); Células Plasmolisadas (Cp e ▲); Células Alteradas (●); Células Colapsadas (■).

Nas figuras 2A e 2E, é possível identificar estômatos que sofreram danos fisiológicos, pois o mecanismo de controle estomático em *C. brasilienses* foi afetado. Já nas figuras 2B e 2F, ainda a nível de epiderme, existe uma estrutura celular de tecido de cicatrização. Esta mesma resposta foi observada por Santos et al (2020) para plantas de *Cenostigma macrophyllum* após serem expostas a glifosato em ambiente experimental. Esses danos mostram que os indivíduos do presente estudo apresentam respostas anatômicas semelhantes a plantas que foram expostas ao glifosato em local controlado para pesquisa. Esses sintomas demonstram que as plantas do estudo podem estar sofrendo estresse e utilizando de mecanismos para se defenderem da entrada do glifosato.

Ainda no mesofilo, há um acúmulo de compostos fenólicos nas células entorno da bainha do feixe vascular e esses compostos não estão presentes nas células do parênquima paliádico. Na figura 2L é perceptível, também, diversas células plasmolisadas, o que indica que a planta pode estar perdendo água e pode estar relacionado à perda do controle do movimento estomático.

Na nervura principal (Figuras 2C, 2D, 2G, 2H, 2K e 2L), diversos danos foram observados, como células alteradas, muito acúmulo de compostos fenólicos, múltiplas células plasmolisadas e algumas células colapsadas, em folhas tanto no período da seca, quanto no chuvoso. É importante ressaltar que essas plantas estão localizadas muito próximas da aldeia indígena, local onde as pessoas podem acabar consumindo as frutas dessas árvores, que podem estar contaminadas. Os dados observados nas análises anatômicas evidenciam que as plantas de *C. brasilienses* possuem mecanismos de defesa frente à exposição de agrotóxicos. Porém, apesar de

haver alterações anatômicas importantes, as taxas fotossintéticas não foram afetadas; portanto, as alterações fisiológicas estão mais correlacionadas em função das condições climáticas, do que da deriva do glifosato em si.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie *Caryocar brasilienses* Cambess. não apresentou diferenças nas taxas de fotossíntese, mas apresentou diferenças na condutância estomática e carbono interno, nos dados coletados entre as diferentes épocas de coleta. Alguns indivíduos apresentaram, numa mesma época de coleta, respostas fisiológicas alteradas. As respostas negativas podem ser devido a presença de agrotóxicos no ambiente que afetam a fisiologia das plantas e, por se tratar de plantas nativas existe uma variabilidade genética que explica o fato de que cada planta responde de maneira diferente frente a um determinado estresse. As análises anatômicas demonstram que existem danos nos tecidos, que podem estar relacionados ao efeito de deriva de agrotóxicos que essas plantas nativas do Cerrado estão expostas. Mesmo sem alterações visuais severas, essas plantas podem estar acumulando essas substâncias e podem oferecer riscos a comunidades tradicionais e/ou que utilizam dos frutos dessas espécies.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE JUNIOR, Ozelito Possidônio de et al. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Quimica nova*, v. 25, p. 589-593, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000400014>. Acesso em: 3 maio. 2023.
- BATISTA, M. L. B. et al. Análise fatorial e espacial da modernização agrícola no MATOPIBA. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 61, n. 3, mar. 2023. Doi: 10.1590/1806-9479.2022.261413.
- CARVALHO, P. E. R. Pequizeiro: *Caryocar brasiliense*. In: CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008. v. 3 p. 429-437 (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 3). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231942/1/Especies-Arboreas-Brasileiras-vol-3-Pequizeiro.pdf>. Acesso em: 30 abril. 2023.
- DE TEMMERMAN, L.; BELL, N. B.; GARREC, J. P.; KLUMPP, A.; KRAUSE, G. H. M.; TONNEIJCK, A. E. G., (. Biomonitoring of air pollutants with plants - Considerations for the future. In A. Klumpp, W. Ansel, & G. Klumpp (Eds.), *Urban Air Pollution, bioindication and Environmental Awareness*, p. 337-373, 2004.
- DUBOC, E. et al. Efeito de doses de fertilizantes de liberação controlada em mudas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1019887>.
- FRAGOSO, D. de B.; CARDOSO, E. A. Expansão da agricultura no estado Tocantins. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. da (org.). *Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento*. Palmas, TO: EdUFT, 2022. p. 51-65. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1142986/1/Cap2.pdf>.

FRANS, R. E. Measuring plant responses. In: Wilkinson RE, editor. Research methods in weed science. Australian: Southern Weed Science Society, 28-41 p., 1972.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. de. Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 54, p. 497-516, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790540306>. Acesso em: 24 abril. 2023.

GERLACH, Dieter. Botanische Mikrotechnik: Eine Einführung. 3 ed. Stuttgart: Thieme, 1984. HAUPT AW. 1930. A gelatin fixative for paraffin sections. Stain Technology 5: 97-98.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil/Tocantins/Pedro Afonso. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Acesso em: 16 fevereiro. 2024.

JAWORSKI, E.. Mode of action of N-phosphonomethylglycine. Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. J. Agricultural and Food Chemistry, St Louis, v.20, n.6, p.1195–1198, 1972. DOI: <http://doi.org/10.1021/jf60184a057>.

OLIVEIRA, A.P.A. de et al. Physiological and morphoanatomic responses of *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae) to glyphosate. Revista Árvore, v. 45, p.1-13, 2021. DOI:10.1590/1806- 908820210000028.

SANTOS, V. R. S.; CRISPIM FILHO, A. J.; SANTANA, M. M.; COSTA, A. C.; SILVA, K. L. F.. Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *cenostigma macrophyllum* tul. (fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11,n.5, p.159-173, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0017>

SEAGRO, Secretaria da Agricultura e Pecuária do Tocantins. Disponível em: <https://www.to.gov.br/seagro/agricultura/4i8bn98apzb6>. Acesso em: 07 de maio de 2023.

SILVA, F.B., COSTA, A.C., RODRIGO, R., ALVES, P. Chlorophyll fluorescence as an

indicator of cellular damage by glyphosate herbicide in *Raphanus sativus* L . American Journal of Plants Sciences, Rio Verde, v.5, n.16, p.2509-2519, 2014. DOI: <http://doi.org/10.4236/ajps.2014.516265>.

SILVA, L. Q.; JAKELAITIS, A.; VASCONCELOS FILHO, S. C.; COSTA, A.C.; ARAÚJO, A. C. F..Morpho-anatomical changes of pequi leaves (*Caryocar brasiliense* Cambess.) exposed to simulated drift of glyphosate. Revista Árvore, Viçosa, v.40, n.4, p.669-677, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000400010>.

SILVA, L. Q. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, novembro de 2014. Alterações nas características da fotossíntese e da anatomia de folhas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) sob deriva simulada de glyphosate. Dissertação (mestrado em Ciências Agrárias) Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2014. Doi: 10.7824/rbh.v15i2.472.

ZABLOTOWICZ, R.M., REDDY, K.N.. Impact of Glyphosate on the Bradyrhizobium japonicum Symbiosis with Glyphosate-Resistant Transgenic Soybean: A Minireview. Journal of Environment Souybean, Madson, v.33, n.3, p.825-831, 2004. DOI: <http://doi.org/10.2134/jeq2004.0825>.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 3

DETERMINAÇÃO DA ÁREA FOLIAR E TEMPO DE INCUBAÇÃO PARA EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS FOLIARES EM *Anacardium occidentale*. L

Jhúlya Gabriely Ferreira Rocha¹
Rafael José de Oliveira²

RESUMO

A determinação da área foliar e do tempo de incubação são fatores cruciais para avaliar a eficiência da extração de pigmentos foliares, como clorofilas e carotenoides, em *Anacardium occidentale* L. (cajuí). Esses parâmetros são importantes tanto para estudos fisiológicos quanto ecológicos. O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre a área foliar e o tempo de incubação para maximizar a extração desses pigmentos. Foram selecionadas folhas, provenientes de diferentes árvores localizadas em uma área antropizada de expansão urbana, sob influência da vegetação do Cerrado no município de Porto Nacional, Tocantins, Brasil. A extração dos pigmentos foi realizada após diferentes tempos de incubação (12 a 72 horas, com intervalo de 12 horas) e diferentes áreas foliares (1 a 5 cm², com intervalo de 1cm²) em solução de dimetilsulfóxido (DMSO), e a quantificação foi conduzida por espectrofotometria. Os resultados indicaram que a maior eficiência na extração de clorofila A e clorofila total, foi alcançada utilizando uma área foliar de 1 cm² após 24 horas de incubação. Para a clorofila B, a extração mais eficiente ocorreu após 48 horas utilizando uma área foliar de 5 cm². Os carotenoides não apresentaram diferença significativa entre os tempos de incubação, mas seguiram um comportamento semelhante ao da clorofila B. O estudo concluiu que a área foliar e o tempo de incubação são fatores determinantes para a extração eficiente de pigmentos foliares, sugerindo a necessidade de protocolos padronizados para estudos futuros com cajuí.

Palavras-chave: Cajuí. Dimetilsulfóxido. Fotossíntese.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, Tipo de vínculo com o Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, jhulya.rocha@uft.edu.br.

² Doutor em Biodiversidade e Conservação, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, rafael@uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

As clorofilas estão presentes em todas as plantas, sendo o pigmento natural mais abundante que ocorre nos cloroplastos das folhas e em demais tecidos vegetais. Estudos em uma ampla variedade de plantas demonstraram que os pigmentos clorofilianos são os mesmos. As diferenças nas cores dos vegetais são devidas a distribuição e presença de outros pigmentos associados, como os carotenoides, que sempre estão associados às clorofilas (Von Elbe; Fennema, 2000). Uma ferramenta analítica importante no campo da fisiologia vegetal é a determinação destes pigmentos, podendo ser usada para entender interações entre plantas, fatores ambientais e proporcionar quais tratamentos a planta precisa, como ajustar a quantidade de luz ou nutrientes. (Pompelli et al., 2013). A radiação solar absorvida por uma folha varia em grande parte com as concentrações de pigmentos responsáveis pela fotossíntese. Sendo assim, a baixa concentração de clorofilas pode minimizar a produção primária limitando o potencial fotossintético (DaMatta et al., 2008)

Para a determinação de pigmentos nas folhas faz-se necessário processos de extração do conteúdo dos diferentes pigmentos foliares, podendo ser esse processo de caráter destrutivo ou não, baseando-se na absorbância e reflectância dos pigmentos presentes. O método mais utilizado para a extração de pigmentos em plantas é o destrutivo, utilizando solventes orgânicos, como a acetona e o éter, que são comumente usados para plantas *in vivo* (Lichtenthaler, 1987). A precisão de qualquer método de extração de clorofila varia dependendo da natureza e polaridade do solvente utilizado (López et al., 2004), temperatura e tempo de incubação (Ritchie, 2008; Tait & Hik, 2003). Métodos de extração e conservação da clorofila precisam ser alinhados para diferentes grupos e espécies de plantas devido às variações nos níveis de clorofila (Porra, 2002). Hiscox e Israelstam (1979) apontam que o dimetilsulfóxido (DMSO) é um método mais eficiente do que o da acetona no processo de extração da clorofila A e B em algas verdes e para extração de

pigmentos de plantas traqueófitas. O método da acetona é mais demorado, pois requer maceração e centrifugação, isso faz com que sua aplicação em campo não seja viável. Porém, no uso do DMSO basta a imersão do material foliar em um volume de solvente, eliminando-se as etapas de maceração e centrifugação (Barnes et al., 1992). Entretanto, para que ocorra a extração e conservação dos pigmentos foliares, são necessários ajustes no tempo de incubação e na quantidade de material vegetal utilizado, pois a presença e abundância dos pigmentos fotossintéticos variam de acordo com o grupo evolutivo e a espécie (Taiz; Zeiger, 2009). Por esse motivo o objetivo deste estudo foi determinar a área foliar e o tempo de incubação mais eficientes para extração de pigmentos cloroplastídicos da espécie *Anacardium occidentale*, L., popularmente conhecido como cajuí. Essa espécie apresenta interesse comercial e industrial. O estudo mediu as concentrações de clorofila e carotenoides de acordo com os procedimentos de espectrofotometria publicados (Lichtenthaler & Buschmann, 2001). Uma vez fixada o conteúdo de 5 ml de DMSO, esperamos que a área foliar e o tempo de incubação máximo esteja dentro do intervalo usado no experimento. Este intervalo deverá valer para todos os pigmentos uma vez que a área foliar influenciará diretamente a eficiência da extração dos pigmentos, e que um tempo de incubação otimizado maximizará a concentração dos pigmentos extraídos.

MÉTODO E MATERIAIS

Área de estudo e Detalhes da Amostragem

O estudo foi conduzido no campus de Porto Nacional da Universidade Federal do Tocantins (UFT), com coleta de dados realizada em uma área antropizada de expansão urbana, sob influência da vegetação do Cerrado, localizada no município de Porto Nacional, Tocantins (Figura 1). O clima da região é Aw, de acordo com a classificação Köppen-Geiger, com duas estações bem definidas, seca de maio a setembro e chuvosa de outubro a abril, com precipitação anual de 1.664 mm e temperatura média de 27,4°C, (Alvares et al., 2013; ClimateData, 2024; Souza e Gomes, 2012). Os dados foram

coletados em diferentes épocas, a fim de obter a variação da quantidade média de pigmentos foliares, nos seguintes meses: novembro de 2023 (transição seca/chuva), fevereiro de 2024 (estação chuvosa), maio de 2024 (transição chuva/seca) e julho de 2024 (estação seca).

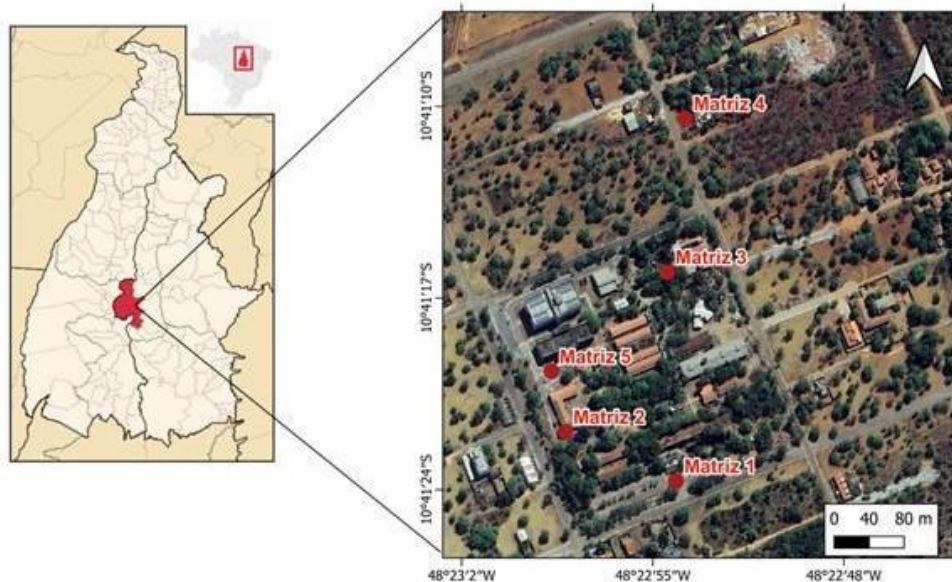


Figura 1 - Mapa da área de estudo das árvores matrizes em Porto Nacional, Tocantins. O mapa ilustra a área de estudo localizada em Porto Nacional, Tocantins, destacando os pontos em vermelho que representam as árvores matrizes numeradas de 1 a 5. Essas árvores foram selecionadas para coleta de dados com base em suas características morfológicas, apresentando alturas que variam de 3,5 a 6 metros e circunferências de caule entre 87 e 143 cm. Para a localização exata dos pontos, foi utilizado o aplicativo Locus Maps, e o mapa foi elaborado com o software QGIS.

Espécie alvo

A espécie alvo deste estudo foi *Anacardium occidentale* L., popularmente conhecida como cajuzeiro. Essa espécie é nativa do Brasil, com ocorrência confirmada nas regiões norte, nordeste, centro-oeste e sudeste, embora não seja endêmica do país. O cajuí possui um caule do tipo tronco aéreo (Silva-Luz et al., 2015). Seu fruto verdadeiro é a castanha, enquanto o pedúnculo, que é a parte comestível, é considerado um pseudofruto. Tanto a castanha quanto o pseudofruto representam importantes fontes de renda para os produtores rurais, sendo o pseudofruto amplamente utilizado na

produção de sucos, geleias, doces, entre outros (Sarubbo et al., 2007). As folhas e cascas do cajuí também possuem valor medicinal, sendo utilizadas pelas populações tradicionais, demonstrando que a maior parte dos constituintes tem aplicações para a humanidade (Schultes; Raffaui, 1990). Para este estudo, foram selecionadas cinco árvores matrizes com altura variando de 3,5 a 6 metros e diâmetro do caule entre 87 e 143 cm. Quatro dessas árvores estão localizadas na área da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Porto Nacional e a outra em área vizinha à universidade (Figura 1). As matrizes foram selecionadas de forma a estarem totalmente expostas ao sol, sem interferência de sombras de outras árvores, com o objetivo de maximizar o índice fotossintético.

Processo de extração dos pigmentos

Após a amostragem dos dados das matrizes realizou-se a coleta das folhas. Foram coletadas folhas totalmente expandidas, expostas ao sol e adultas, visando abranger o maior índice de clorofila. As coletas ocorreram no período da tarde, a fim de evitar variações na fotossíntese devido à variação na intensidade luminosa ao longo do dia. No total, foram coletadas cinco folhas de cada matriz, resultando em 25 unidades amostrais, considerando junto às quatro repetições para cada uma das cinco árvores matrizes. Em laboratório, discos foliares com áreas entre 1 e 5 cm² foram retirados das folhas com circunferência aproximada de 1 cm². Pipetaram-se 5 ml de dimetilsulfóxido em frascos de vidro vedados com tampas de silicone, envolvidos em papel alumínio para minimizar a luz, nos quais discos foram colocados e permaneceram por 12 a 72 horas, com intervalos de 12 horas. Simultaneamente, discos adicionais foram retirados e submetidos ao processo de secagem em estufa de secagem e esterilização (SL – 100, Solab) a 55°C por 72 horas. Após a secagem, os discos foram pesados em uma balança analítica (MARK M503, Bel Equipamentos), com o objetivo de obter a massa seca (g). Após cada período de incubação, a absorbância foi medida

utilizando um espectrofotômetro (SP22, Biospectro). As leituras de absorbância ocorreram em triplicata nos comprimentos de onda de 470, 645 e 663 nanômetros, que são característicos para a quantificação de pigmentos foliares. As concentrações de clorofilas e carotenoides foram calculadas usando as equações estabelecidas por Arnon (1949) e Lichtenthaler & Buschmann (2001), sendo os resultados expressos em microgramas de clorofila por mililitro de solvente ($\mu\text{g/mL}$). A análise dos dados e a construção dos gráficos foram realizadas utilizando os softwares Jamovi (Jamovi, 2024) e Statistica 7 (Statsoft, 2004).

Análise de dados

Realizou-se uma análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas para analisar o efeito do tempo de incubação e área foliar sobre teor de clorofila A, B, Total e Carotenoides. O teste Mauchly foi utilizado para verificar a presença de esfericidade nas medidas repetidas e em caso contrário foi corrigido com a correção de GrennHouse-Geisser. A normalidade dos resíduos foi analisada pelo gráfico QQplot. A comparação dos tempos, dois a dois, foi feita pelo teste de Bonferroni. Foi determinado tamanho de efeito (eta quadrado generalizado (η^2)) para auxiliar a interpretação dos resultados. Foi construído gráficos tridimensionais usando os resultados da análise conjunta do efeito do tempo de incubação e área foliar na variável dependente (Clorofila A, Clorofila B, Clorofila Total e Carotenoides).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar o efeito do tempo de incubação e área foliar sobre os pigmentos foliares utilizou-se Anova de medidas repetidas e comparadas pelo teste de Bonferroni, controlando o nível de confiança simultâneo para um conjunto completo de intervalos de confiança. Foi incluído o tamanho de efeito, eta quadrado generalizado (η^2) interpretado segundo Draper (2020).

Os resultados para a clorofila A apresentou diferença significativa no

tempo de incubação [$F(3,68; 353,10) = 21,23; p < 0,001; \eta^2 = 0,024$] e na área foliar [$F(2,69; 293,19) = 11,09; p < 0,001;$

$\eta^2 = 0,044$], com tamanhos de efeito pequenos (Draper, 2020).

De acordo com o teste de Bonferroni, a comparação par a par entre os tempos revelou diferença significativa ($p < 0,001$) entre o tempo de 12 horas e os demais tempos (Tabela 1), sendo o tempo de 24 horas incubação para uma extração mais eficiente desse pigmento pois não diferem de tempos maiores. A partir desse período, observa-se uma tendência de estabilização da quantidade de clorofila A extraída, houve um pico de extração em 48 horas, entretanto não significativo em relação a 24 horas. Quanto à área foliar, o teste indicou que com o aumento da área ocorre uma diminuição da quantidade de clorofila A, não havendo diferença entre as áreas 1 e 2 cm² ($p = 0,078$), com tamanho de efeito considerado pequeno, segundo a classificação de Draper (2020). As demais comparações entre áreas apresentaram valores menores com diferenças significativas entre elas (Tabela 1, Figura 2A). Portanto, áreas foliares a partir de 3 cm² resultaram em menor extração de clorofila A. Esse comportamento também foi observado em estudos anteriores com *Vitis vinifera* x *V. rotundifolia* e *V. riparia* (Vitaceae) propagadas in vitro (Santos et al., 2007).

A análise da clorofila B revelou diferença significativa no tempo de incubação [$F(2,94; 217,87) = 11,15; p < 0,001; \eta^2 = 0,041$] e observou-se um comportamento semelhante em relação à área foliar [$F(3,26; 264,31) = 4,490; p = 0,003; \eta^2 = 0,019$], com tamanhos de efeito pequenos. A aplicação do teste de Bonferroni para comparações entre os diferentes tempos de incubação indicou uma diferença significativa entre os tempos de 12 e 24 horas, extraíram menores valores de clorofila B em relação aos demais períodos ($p < 0,001$). Quanto à área foliar, o teste revelou que a área de 5 cm² diferiram significativamente das demais ($p = 0,003$), sendo a que mais extraiu esta clorofila. Os maiores valores aconteceram após 48 horas de incubação, não diferindo a partir desse tempo. A área foliar de 5 cm², foi registrada uma maior extração do pigmento, diferindo significativamente das outras áreas

(Tabela 1 e Figura 2B). Esses resultados sugerem que a incubação é mais eficiente na extração do pigmento em áreas maiores. Em suma, verifica-se que a clorofila B requer um período de incubação mais prolongado para ser extraída em folhas de cajuí, um comportamento também observado em folhas de *Solanum lycopersicum* L (Solanaceae), conforme relatado por Ferreira (2018).

Tabela 1. Médias [Intervalo de Confiança de 95%] analisadas pelo Teste de Bonferroni para pigmentos foliares e áreas foliares. Médias seguidas das mesmas letras (a, b, c, d) dentro de cada coluna indicam que não há diferenças significativas ao comparar os valores entre si ($p < 0,05$)

Clorofila A			Clorofila B			Clorofila Total			Carotenoides			
Tempo (horas)	Média [Intervalo de Confiança 95%]											
12	2.08 [1.95 - 2.22]	a	0.490 [0.423 - 0.558]	a	3.40 [3.19 - 3.62]	a	1.10 [1.04 - 1.16]	a				
24	2.35 [2.22 - 2.47]	b	0.678 [0.604 - 0.753]	b	3.84 [3.63 - 4.04]	b	1.22 [1.16 - 1.28]	b				
36	2.40 [2.27 - 2.52]	b	0.838 [0.744 - 0.932]	c	3.93 [3.72 - 4.14]	b	1.26 [1.21 - 1.30]	b				
48	2.40 [2.26 - 2.55]	b	0.972 [0.850 - 1.093]	cd	3.94 [3.70 - 4.19]	b	1.28 [1.22 - 1.33]	bc				
60	2.39 [2.25 - 2.53]	b	0.975 [0.885 - 1.065]	d	3.93 [3.71 - 4.16]	b	1.26 [1.21 - 1.30]	b				
72	2.39 [2.25 - 2.52]	b	1.032 [0.933 - 1.130]	d	3.93 [3.71 - 4.14]	b	1.29 [1.25 - 1.34]	c				
Área (cm²)	Média [Intervalo de Confiança 95%]											
1	2.89 [2.70 - 3.07]	a	0.510 [0.402 - 0.619]	a	4.70 [4.40 - 5.00]	a	0.512 [0.487 - 0.537]	a				
2	2.69 [2.54 - 2.85]	a	0.785 [0.703 - 0.867]	b	4.41 [4.15 - 4.66]	a	0.925 [0.879 - 0.972]	b				
3	2.38 [2.26 - 2.50]	b	0.891 [0.788 - 0.993]	b	3.90 [3.70 - 4.10]	b	1.278 [1.221 - 1.335]	c				
4	2.01 [1.94 - 2.09]	c	0.871 [0.800 - 0.942]	b	3.32 [3.19 - 3.44]	c	1.601 [1.566 - 1.635]	d				
5	1.72 [1.65 - 1.78]	d	1.027 [0.929 - 1.125]	c	2.85 [2.73 - 2.96]	d	1.713 [1.666 - 1.760]	e				

A clorofila total apresentou diferença significativa tanto no tempo de incubação [$F(3,65; 350,02) = 22,01$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,025$] quanto na área foliar [$F(2,70; 294,14) = 10,69$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,041$], com tamanhos de efeito pequenos. Utilizando o teste de Bonferroni para comparações múltiplas, observou-se uma diferença significativa entre o tempo de 12 horas e os demais tempos de incubação ($p < 0,001$). Verifica-se que o comportamento da clorofila total é similar ao da clorofila A, sendo está o principal pigmento para a fotossíntese, e com maior abundância enquanto os demais pigmentos atuam como acessórios, ampliando a faixa de luz disponível para o processo fotossintético (Raven et al., 2007). Em relação à área foliar, constatou-se que áreas de 1 e 2 cm² não diferem significativamente entre si; no entanto, a extração é mais eficiente na área de 1 cm², diminuindo à medida que a área aumenta. Dessa forma, áreas maiores que 2 cm²

apresentam menores valores para a clorofila total (Tabela 1 - Figura 2C). Esses resultados divergem parcialmente de estudos anteriores, como os de Junior et al. (2010) utilizando *Cynodon dactylon* (Poaceae), indicam 48 horas como o tempo ideal para a extração da clorofila total.

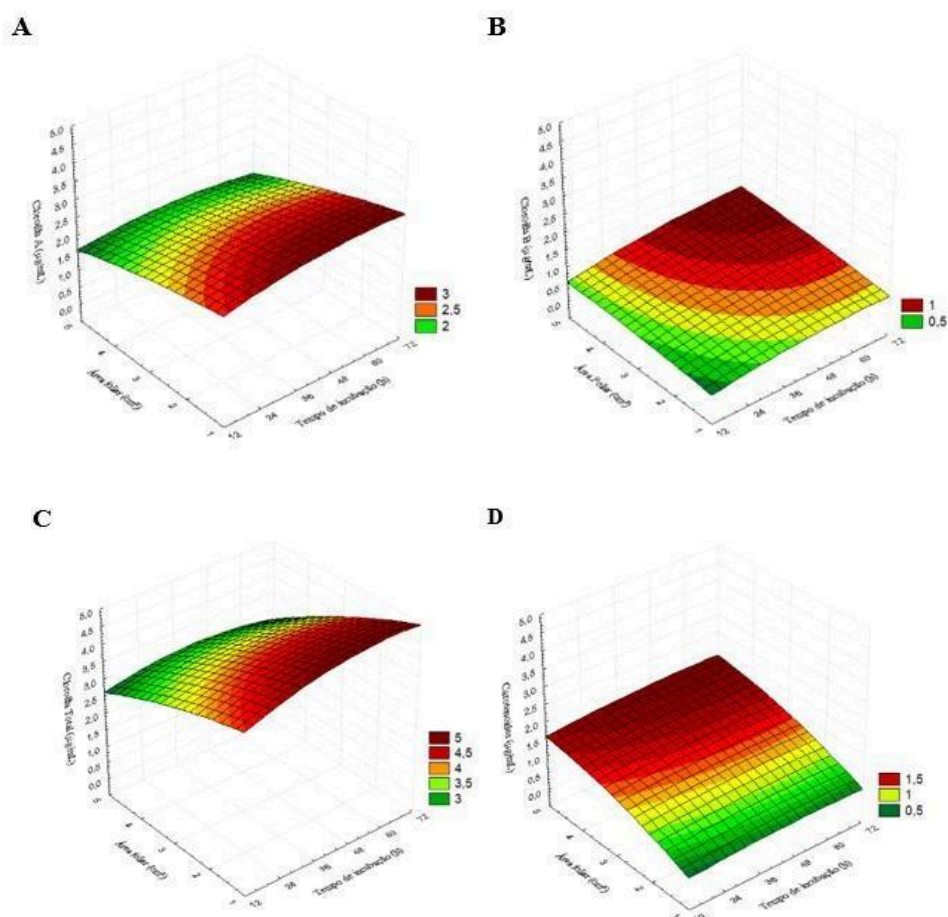


Figura 2. Gráficos tridimensionais de superfície: As letras A, B, C e D representam, respectivamente, a clorofila A, clorofila B, clorofila total e carotenoides. No eixo Z, é apresentada a variável dependente que indica os teores de clorofila A, clorofila B, clorofila total, e carotenoides extraídos ($\mu\text{g/mL}$). O eixo X exibe o tempo de incubação, variando de 12 a 72 horas, enquanto o eixo Y mostra a área foliar, variando de 1 a 5 cm^2 . As cores na superfície dos gráficos intensificam-se em direção ao vermelho, indicando uma maior extração dos pigmentos foliares.

A análise dos carotenoides não apresentou diferença significativa no tempo de incubação [$F(2,85; 270,66) = 1,44$; $p = 0,234$; $\eta^2 = 0,003$], com tamanho de efeito irrelevante (Draper, 2020). Em contraste, a área foliar mostrou diferença

significativa [$F(2,71; 292,94) = 215,67; p < 0,001; \eta^2 = 0,397$], com tamanho de efeito considerado grande (Draper, 2020). As comparações realizadas pelo teste de Bonferroni indicam que a variação nos resultados é pouco influenciada pelo tempo de incubação, sendo mais impactada pela área foliar, que exerce uma influência significativa nos resultados (Tabela 1 - Figura 2D). Observa-se que a extração de carotenoides aumenta com o aumento da área foliar, atingindo seu pico em 5 cm². A ausência de efeito significativo do tempo de incubação pode ser atribuída ao tipo de solvente utilizado, uma vez que a acetona se mostrou mais eficaz do que o DMSO na extração de carotenoides em temperatura ambiente (25°C) para as espécies *Jatropha curcas* L., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Prosopis juliflora* (Sw) DC, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton, e dos talos de *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. (Pompelli et al., 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que a clorofila A é eficientemente extraída a partir de 24 horas de incubação. Após esse período, a quantidade de clorofila A extraída tende a se estabilizar, com um pico observado em 36 horas, embora não significativamente diferente das 24 horas. Portanto, recomenda-se seguir o princípio da parcimônia, utilizando o período mais curto de 24 horas, com uma área foliar ideal de 1 cm². No caso do pigmento acessório, clorofila B, a extração aumenta gradativamente com o passar do tempo, sendo que a partir das 48 horas este valor estabiliza. Assim, 48 horas de incubação são suficientes para uma extração eficiente, com a área foliar ideal de 5 cm².

Para a clorofila total, os resultados indicam que ela é influenciada tanto pelo tempo de incubação quanto pela área foliar. O melhor tempo para a extração é de 24 horas, com um pico observado em 48 horas; no entanto, este pico não é significativamente diferente do observado em 24 horas. Portanto, recomenda-se o uso de 24 horas de incubação para simplificação, com uma área foliar ideal de 1 cm², considerando que maiores áreas resultam em

menor quantidade de clorofila extraída. No caso dos carotenoides, a análise não indicou efeito significativo do tempo de incubação, sugerindo que a extração de carotenoides é predominantemente dependente da área foliar. O tempo ideal de incubação para a obtenção de maiores valores do pigmento é de 48 horas, com um pico observado em 72 horas, mas sem diferença significativa em relação a 48 horas ($p = 0,322$). A área foliar ideal para a extração é de 5 cm², visto que houve diferenças significativas segundo o teste de Bonferroni ($p < 0,001$), com as outras áreas testadas.

Embora a maioria das análises tenham mostrado uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (tempo de incubação e área foliar), o tamanho de efeito, que mede a magnitude da diferença entre grupos, foram consideradas pequeno (valores menores que 0,13, segundo Draper 2020), com exceção quando comparado a área em carotenoides.

Esses resultados indicam que diferentes pigmentos foliares respondem de maneira variada às condições experimentais, sugerindo que protocolos específicos devem ser adaptados conforme o pigmento alvo. Isso demonstra a importância de ajustar a metodologia para cada espécie de interesse, garantindo que as condições experimentais sejam otimizadas para maximizar a eficiência de extração dos pigmentos desejados. Comparando com estudos anteriores, como os de Santos et al. (2007) e Junior et al. (2010), observa-se uma concordância parcial, embora tenham sido identificadas diferenças importantes, como o tempo ótimo de extração. Essas discrepâncias podem ser atribuídas às variações nos métodos experimentais, tipos de solventes utilizados, condições ambientais controladas ou espécie alvo. Os achados deste estudo têm implicações significativas para o desenvolvimento de técnicas mais eficazes e otimizadas para a extração de pigmentos, que são fundamentais para a pesquisa em fisiologia vegetal. As limitações do estudo, como a variabilidade das condições de incubação e o uso de apenas um tipo de solvente, sugerem a necessidade de pesquisas futuras que explorem uma gama mais ampla de variáveis, incluindo diferentes temperaturas, tipos de solventes e espécie alvo.

Em conclusão, o presente estudo contribui de forma substancial para o entendimento dos efeitos do tempo de incubação e da área foliar na extração de pigmentos foliares, oferecendo bases para melhorias nos processos laboratoriais. Além disso, demonstra a viabilidade do uso do DMSO na extração de pigmentos foliares de cajueiro, sugerindo que essa técnica seja avaliada para outras espécies que apresentem características que altere a fotossíntese como as espécies que apresentam látex, as que são classificadas como C4, com mecanismo concentrador de carbono e diminuição da fotorrespiração, e as CAM, que tem a fixação do CO₂ pelo Ciclo de Calvin-Benson separada temporalmente, ocorrendo no período noturno (Larcher, 1977). Essas modificações do metabolismo C3, e características evolutivas como presença de látex e de tricoma foliar, podem influenciar a quantidade de clorofilas e carotenoides presentes nas plantas.

REFERÊNCIAS

- Alvares, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.D.M., SPAROVEK, G., 2013.
Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Zeitschrift 22, 711-728.
- ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant physiology, v. 24, n. 1, p. 1, 1949.
- BARNES, J. D. et al. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. Environmental and Experimental botany, v. 32, n. 2, p. 85-100, 1992.
- CLIMATE DATA. Climate Data. Disponível em: <https://pt.climate-data.org>. Acesso em: 27 ago. 2024.
- DAMATTA, F. M., CUNHA, R. L., ANTUNES, W. C., MARTINS, S. C. V., ARAUJO, W. L., FERNIE, A. R. & MORAES, G. A. B. K. 2008. In field-grown coffee trees source-sink manipulation alters photosynthetic rates, independently of carbon metabolism, via alterations in stomatal function. New Phytol., 178: 348-357.
- DRAPER, S. (2020). In *Effect size*. Disponível <https://www.psy.gla.ac.uk/~steve/best/effect.html> Acesso em: 11 setembro 2024.
- FERREIRA, R. A. Extração de pigmentos cloroplastídicos em tomateiro: Ajuste de metodologia. 2018. 18 p. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, Morrinhos – GO, 2018.
- HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian journal of botany, v. 57, n. 12, p. 1332-1334, 1979.
- JAMOVI PROJECT (2024). jamovi. (Version 2.5) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- JUNIOR, E.B; ROSSIELO, ROP; MORENZ, MJF; RIBEIRO, CR. 2010. Comparação de métodos diretos de extração e quantificação dos teores de clorofilas em folhas do capim-Tifton 85. Ciência Rural, 40: 633-636.

LARCHER, Walter. *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo: Ed. Blucher, 1977.

LICHTENTHALER, H.K. [34] Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: *Methods in enzymology*. Academic Press, 1987. p. 350-382.

LICHTENTHALER, H.K.; BUSCHMANN, Claus. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, v. 1, n. 1, p. F4. 3.1-F4. 3.8, 2001.

LÓPEZ, J. M., LUCENA, R. L., MARCÓ, L. M., MOGOLLÓN, N., RIVAS, R. & ANZALONE, A.

2004. Design of a flow injection method for chlorophyll determination in in vitro plants. *Talanta*, 64: 1304-1308.

POMPELLI, M. F.; FRANÇA, S. C.; TIGRE, R. C.; DE OLIVEIRA, M. T.; SACILOT, M.; PEREIRA, E. C. Spectrophotometric determinations of chloroplastidic pigments in acetone, ethanol and dimethylsulphoxide. *Revista Brasileira de Biociências*, [S. l.], v. 11, n. 1, 2013.

PORRA, R. J. 2002. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. *Photosynth. Res.*, 73: 149-156.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. *Biologia vegetal*. In: *Biologia vegetal*. 2007. p. 95.

RITCHIE, R. J. 2006. Consistent sets of spectrophotometric chlorophyll equations for acetone, methanol and ethanol solvents. *Photosynth. Res.*, 89: 27-41

SANTOS, R. P., da Cruz, A. C. F., Iarema, L., Fernandes, K. R. G., Kuki, K. N., & Otoni, W. C. (2007). Avaliação da eficiência do dimetilsulfóxido na extração de pigmentos foliares de *Vitis vinifera* x *V. rotundifolia* e *V. riparia* propagadas in vitro. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S2), 888-890

SARUBBO, L. A. et al. A goma do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) como sistema inovador de extração líquido-líquido. *Exacta*, v. 5, n. 1, p. 145-154, 2007.

SCHULTES, R. E.; RAFFAUF, R. F. *The healing forest: medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia*. [s.l.] Dioscorides press, 1990.

SILVA-LUZ, C. L. et al. Anacardiaceae. Lista de espécies da flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 2015.

SOUZA, L.B., GOMES, W.P., 2012. Mudanças microclimáticas em Porto Nacional (TO) e suas relações com o reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães: um estudo perceptivo com alunos do 3º ano do ensino médio. Geonorte 1, 162-174.

STATSOFT, Inc. Statistica (versão 7) [software]. Tulsa: StatSoft, Inc., 2004.

TAIT, M. A. & HIK, D. S. 2003. Is dimethylsulfoxide a reliable solvent for extracting chlorophyll under field conditions? Photosynth. Res., 78: 87-91

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Em: Fisiologia vegetal. [s.l: s.n.]. p. 848-848.

VON ELBE, J. H.; FENNEMA, O. W. Química de los alimentos. Zaragoza: Wisconsin-Madison, 2000.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 4

ANÁLISE DO PADRÃO ALIMENTAR DO PIRARUCU *Arapaima cf. gigas* INTRODUZIDO NO RESERVATÓRIO DA UHE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES

Jéssica Cavalcante dos Santos Carvalho¹
Fernando Mayer Pelicice²

RESUMO

O pirarucu *Arapaima cf. gigas* é considerado o maior peixe escamado de água doce das regiões neotropicais. Natural da bacia Amazônica e Tocantins-Araguaia possui um elevado valor comercial e está sendo introduzido através da aquicultura em diferentes drenagens na América do Sul. Na bacia Tocantins-Araguaia é possível encontrar esse peixe até mesmo onde não ocorria naturalmente, como no alto Tocantins. No lago da UHE Lajeado ele é frequentemente capturado por pescadores locais. Diante da gravidade de se ter esse peixe como um invasor e a falta de estudos sobre os seus hábitos alimentares, esta pesquisa tem por objetivo caracterizar sua dieta e comparar com a dieta de pirarucus nativos da bacia amazônica. Para a caracterização da dieta foi feita a dissecação dos estômagos dos peixes capturados por pescadores locais, e o conteúdo encontrado foi analisado e identificado. Os dados coletados foram processados em planilhas de Excel e comparados com os nativos. Os resultados demonstraram que a dieta dos pirarucus da UHE Lajeado não diferem muito da nativa, com dieta piscívora, mas ampla, composta por várias ordens de peixes, molusco e material vegetal. Os resultados ressaltam a importância de que mais estudos sejam feitos para compreender como esses peixes estão afetando esse ecossistema aquático da UHE Lajeado e se possam desenvolver estratégias de manejo e controle desses peixes.

Palavras-chave: Dieta; espécie exótica; impacto; predador; rio Tocantins.

¹ Graduando em Ciências Biológicas- licenciatura, Pivic, Universidade Federal do Tocantins, cavalcante.jessica@mail.uft.edu.

² Doutor em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, fmpelicice@mail.uft.edu.

INTRODUÇÃO

O pirarucu *Arapaima* cf. *gigas* é considerado o maior peixe de água doce das regiões neotropicais chegando a pesar mais de 200 kg e medir aproximadamente 4 metros de comprimento. É um peixe que prefere águas lânticas, e distribui-se naturalmente nas regiões de lagos, várzeas e rios com fraca correnteza das bacias Amazônicas e Tocantins-Araguaia (CASTELLO, 2008). É um peixe de carne nobre, muito apreciado em atividades pesqueiras (CASTELLO et al., 2009; KIRSTEN et al., 2012), incluindo a piscicultura (VALENTI et al., 2021).

O elevado interesse por este peixe tem motivado sua introdução em diferentes drenagens da América do Sul. Como a aquicultura tem atuado como uma das principais causas da introdução de espécies exóticas no mundo (VITULE, 2009), é muito provável que *A. cf. gigas* tenha se disseminado a partir de escapes de tanques de cultivo. Atualmente, este peixe é encontrado em diferentes regiões fora de sua distribuição natural, como o alto rio Madeira (VAN DAMME et al., 2015), nordeste brasileiro (LATINI et al., 2016), e a bacia do alto rio Paraná (CARVALHO et al., 2015; SENHORINI et al., 2019). Mesmo na bacia Tocantins-Araguaia, *A. cf. gigas* foi introduzido em trechos onde não ocorria naturalmente, caso do alto Tocantins. Este peixe se estabeleceu com sucesso na região, e tem sido capturado pela pesca artesanal. Atualmente, este peixe se estabeleceu com sucesso no reservatório da UHE Lajeado, onde encontrou em suas águas lânticas um ambiente favorável para alimentação e reprodução; de fato, a captura de exemplares de grande porte (> 100cm) tem sido comum, bem como o avistamento de peixes em reprodução e ninhadas (F.M. PELICICE, observação pessoal).

Suas características biológicas e ecológicas, como crescimento rápido, nidificação, cuidado parental e habito predador, são atributos associados à invasores bem-sucedidos e com alto potencial de impactar a diversidade nativa, como constatado para outras espécies de peixes invasores (PELICICE & AGOSTINHO, 2009). *Arapaima* cf. *gigas* é um predador de topo, com hábito

carnívoro especialmente piscívoro (CARVALHO et al., 2018), podendo colocar em risco populações de peixes nos locais onde é introduzido, afetando a cadeia alimentar. Não obstante à gravidade desta situação, existe uma ampla carência de estudos sobre este peixe em condição invasora, especialmente sobre seu comportamento e aspectos ecológicos. No reservatório da UHE Lajeado, nenhum estudo investigou as populações de *A. cf. gigas*, não existindo informações sobre seu padrão alimentar e quais espécies se tornaram sua presa. Para se entender como o pirarucu interage com a fauna nativa, é fundamental compreender os padrões de sua dieta. Neste sentido, pesquisas sobre o padrão alimentar de *A. cf. gigas* podem ajudar a entender melhor os impactos deste peixe, além de fornecer informações valiosas para o manejo da espécie invasora na região.

Diante desta problemática, esse trabalho teve por objetivo investigar o padrão alimentar do *A. cf. gigas* introduzidos no reservatório da Usina Hidroelétrica Luiz Eduardo Magalhães (Lajeado), localizada no trecho superior do reservatório, nas regiões de Porto Nacional e Brejinho de Nazaré. A pesquisa busca identificar a composição da dieta do pirarucu na região, analisando sua preferência alimentar em relação a diferentes espécies de presas, além de investigar possíveis variações temporais (anuais) nessa composição alimentar. O estudo também propõe uma comparação entre a dieta dos pirarucus introduzidos e o padrão alimentar de pirarucus nativos da bacia amazônica.

MÉTODO E MATERIAIS

Este trabalho está inserido no projeto “Avaliação integrada do Ribeirão São João, manancial hídrico de Porto Nacional, TO: biodiversidade e qualidade ambiental”, cadastro 4717 no GPU, sob coordenação do Prof. Fernando Mayer Pelicice. O projeto se encontra em andamento, e teve início em maio de 2021, com término previsto para agosto de 2024. Cabe destacar que o Ribeirão São João é um afluente da margem direita do rio Tocantins,

tendo sua foz na região superior do reservatório da UHE Lajeado. A região tem sofrido com crescente degradação ambiental, o que inclui o registro de espécies exóticas.

A coleta de material biológico de *A. cf. gigas* se iniciou em 2021. As amostras foram obtidas na região superior do reservatório da UHE Lajeado, nas proximidades do município de Porto Nacional (TO) e Brejinho de Nazaré (TO). Os dados foram coletados entre 2021 e 2023, e continuarão em 2024.

O trato digestivo de pirarucus foi obtido a partir da pesca artesanal conduzida na região, com a colaboração de um pescador da Colônia Z-4 de Porto Nacional. A pesca emprega redes de emalhar em diferentes pontos da região em estudo, aramadas durante o período noturno. Para cada peixe capturado, o pescador registra a data e o local de captura, e o comprimento total do peixe. A víscera foi então removida e o trato digestivo (estômago e intestino) acondicionado em gelo (posteriormente em freezer).

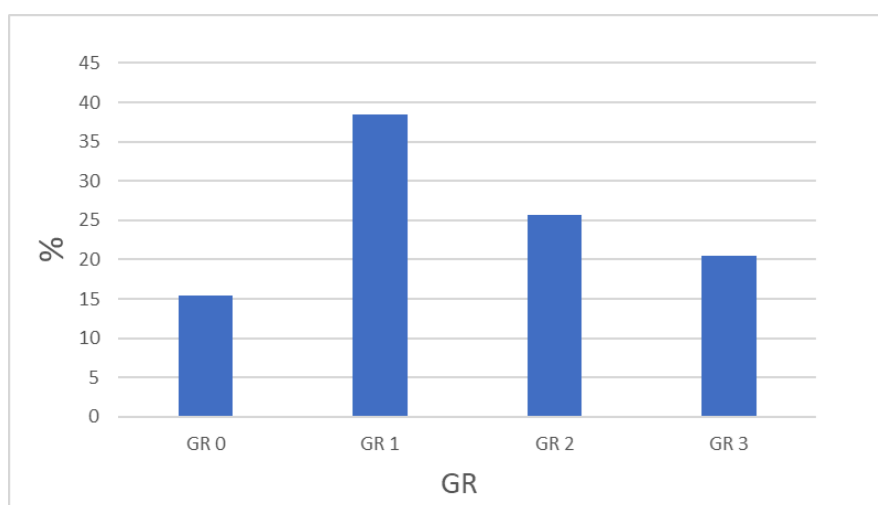
O material foi conduzido para processamento no laboratório de Ecologia e Triagem (Bloco IX) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus universitário de Porto Nacional. No laboratório, o estômago foi pesado (g), seu estado de repleção foi anotado (escala de 0 a 3, sendo 0 = vazio e 3 = cheio), e foi dissecado em bandeja para análise do conteúdo. Os itens alimentares foram removidos, identificados na menor resolução taxonômica possível, e sua massa foi pesada (g).

A dieta foi caracterizada considerando a composição (recursos alimentares) e a massa dos itens encontrados nos estômagos. Variações na composição foram investigadas entre os anos de 2021, 2022 e 2023, considerando a ocorrência dos recursos e seu percentual em massa. Os dados obtidos foram digitalizados em planilhas de Excel para a elaboração das figuras. Por fim, os padrões alimentares em Lajeado foram comparados com a dieta do pirarucu em condição nativa na bacia amazônica, conforme dados coletados na literatura.

DADOS E DISCUSSÃO

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram coletados um total de 39 estômagos durante os anos de 2021 a 2023 para serem analisados em laboratório. O tamanho de cada indivíduo variou de 81 a 180 cm, tendo como tamanho médio 127 cm. Durante o estudo, foi realizada a análise do conteúdo estomacal dos peixes capturados e observou-se que a maioria dos indivíduos apresentou conteúdo estomacal, ou seja, GR 1 ou superior (Fig. 1). Identificando a composição da dieta, notou-se que a espécie possui um hábito alimentar diversificado, que incluiu peixes, material vegetal e moluscos (Fig. 2). A maior parte de sua alimentação em relação ao volume foi resto de peixe, isto é, peixes que não foram possíveis a identificação devido ao processo digestivo avançado. Dos grupos identificados *Astronotus cf.* somou o maior percentual de volume, e foi registrado apenas um molusco bivalve.

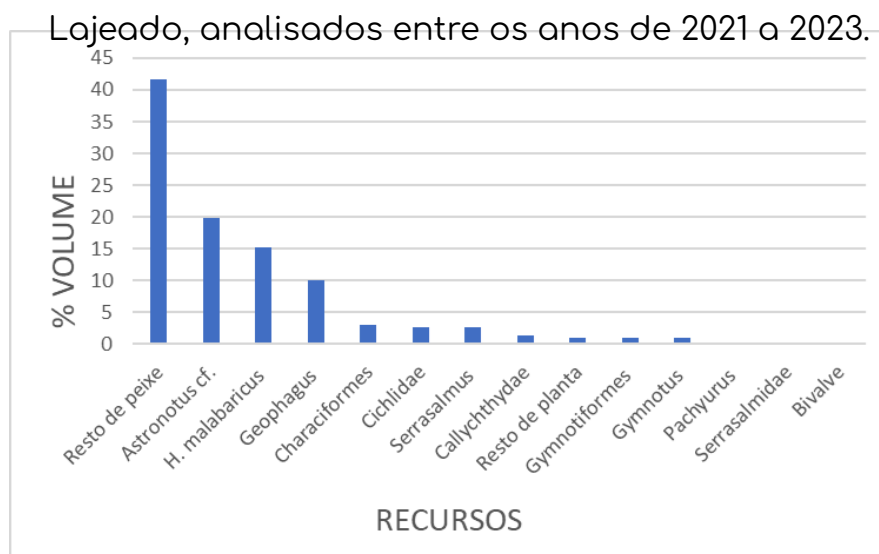
Fig.1: Grau de repleção dos estômagos entre os indivíduos amostrados no reservatório UHE de Lajeado.



Dentre todos os recursos, foram identificadas onze espécies de peixes, sendo estes, pertencentes a cinco ordens. O gênero Characiformes esteve presente em todos os anos, enquanto os gêneros Perciformes e Siluriformes esteve presente apenas no ano de 2021. Resto de planta também foi encontrado em 2022 e 2023 (Tab.1). O volume de peixe encontrado foi superior

a quaisquer outros recursos (Fig. 3); independente do ano de coleta (dados não apresentados). Também foi possível observar nesta pesquisa que os peixes tendem a comer presas de diferentes tamanhos, não demonstrando existir uma relação linear entre o tamanho da presa e o tamanho do predador (Fig.4).

Fig.2: Volume de recurso encontrado nos estômagos de pirarucu da UHE



Para fazer o comparativo entre peixes nativos e o invasor foram realizadas buscas na plataforma Google. Apenas um artigo recente que tratava da caracterização da dieta natural do pirarucu foi encontrado, pois a maior parte da literatura se dedicava aos peixes de cultivo ligados à piscicultura. Diante desse fato foi utilizado o artigo de Jacobi et al. (2020) publicado em 2020 no *Journal de Fish Biology*. Para a realização desse estudo o autor utilizou duas fontes de dados, que foi a caracterização realizada através do conteúdo estomacal de 118 peixes de tamanhos entre 60 a 245 cm coletados em 11 lagos de várzeas do médio rio Juruá , e entrevista com pescadores locais experientes, de oito comunidade e ativamente envolvidos em atividade de pesca desse peixe.

A dieta dos pirarucus em ambiente natural do rio Juruá é mais diversificada em termo de espécies, e inclui as ordem Characiformes,

Siluriformes, Osteoglossiformes, Perciformes e Gymnotiformes, incluindo invertebrados como Decapoda, Ephemeroptera e Hemiptera (JACOBI et al 2020). Tanto os pirarucus no ambiente nativo quanto os pirarucus invasores apresentaram dieta piscívora. Embora tanto os pirarucus invasores quanto os nativos tenham uma dieta semelhante, predando principalmente peixes das mesmas ordens, há exceções: a ordem Osteoglossiformes, esteve presente apenas na dieta dos peixes nativos, e a ordem Cichliformes, foi encontrada exclusivamente na dieta dos pirarucus em ambiente invasor (TAB.:2).

Tabela 1: Variação temporal dos recursos encontrados nos estômagos dos pirarucus da parte superior do lago da UHE Lageado nos anos de 2021 a 2023.

RECURSO	2021	2022	2023
CHARACIFORMES			
Characiformes		X	
Hoplias malabaricus	X	X	
Serrasalminidae			X
Serrasalmus		X	
CICHLIFORMES			
Astronotus cf.			X
Cichlidae			X
Geophagus		X	X
GYMNOTIFORMES			
Gymnotiformes	X	X	
Gymnotus	X		
PERCIFORMES			
Pachyurus	X		
SILURIFORMES			
Callychthyidae	X		
OUTROS			
Bivalve		X	
Resto de planta		X	X

Fig.3: Volume de recursos encontrados nos estômagos dos pirarucus da parte superior do lago da UHE Lageado nos anos de 2021 a 2023.

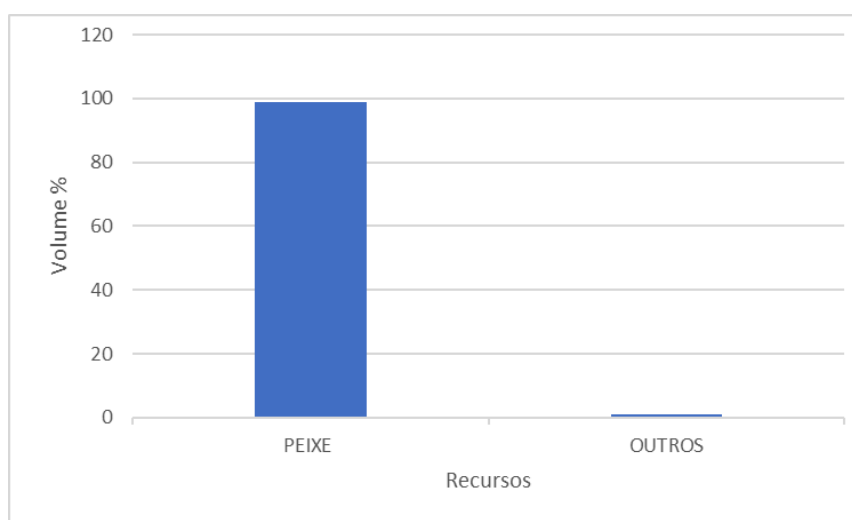


Fig.4: Relação entre tamanho da presa do predador e os recursos encontrados nos estômagos dos pirarucus da parte superior do lago da UHE Lageado nos anos de 2021 a 2023.

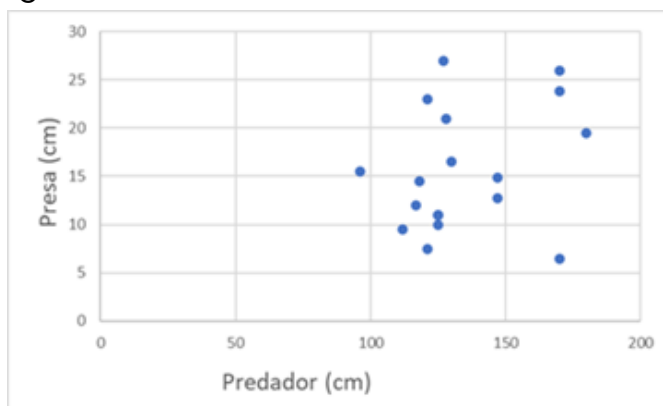


Tabela 2: Variações na alimentação do pirarucu em dois contextos ecológicos distintos: nativo e invasor. Dados dos peixes nativos obtidos em Jacobi et al.

RECURSO	INVASOR	NATIVO	NAT. RELATO PESCADOR
PERCIFORMES			
Pachyurus	x		
BELONIFORMES			
Potamorrhaphis sp.			x
CHARACIFORMES			
Piau			x
Chalceus erythrurus			x
Characiformes	x		
Colossoma macropomum			x
Hemiodus sp			x
Hoplerethrinus unitaeniatus			x
Hoplias malabaricus	x		x
Hydrolocus scomberoides		x	
Metynnis sp.		x	
Potamorhina altamazonica		x	
Potamorhina prisgaster		x	
Prochilodus nigricans		x	
Psectrogaster amazonica		x	
Rhaphiodon vulpinus		x	
Serrasalminae	x		
Serrasalmus	x		
Triportheus sp.		x	
GYMNOTIFORMES			
Adontosternarchus sp		x	
Gymnotiformes	x		
Gymnotus	x		
OSTEOGLOSSIFORMES			
Arapaimasp		x	
Osteoglossum bicirrhosum		x	
CICHLIFORMES			
Astronotus cf.	x		
Cichlidae	x		
Geophagus	x		
SILURIFORMES			
Auchenipterus nuchalis			x
Acaria			x
Callychthyidae	x		
Hypophthalmus sp.		x	
Hypostomus sp.		x	
Loricariichthys sp		x	
Pimelodina flavipinnis		x	
Pimelodus blochii		x	
Pimelodus sp.		x	
Trachelyopterus sp.		x	
Resto de peixe			
	x	x	
OUTROS			
Bivalve	x		
Resto de planta	x	x	x
Camarao			x
Insetos			x

(2020).

A partir da caracterização alimentar desse peixe no lago da UHE Lajeado evidenciamos que a introdução do pirarucu nesse ecossistema fora de seu habitat natural pode resultar em sérias consequências para a biodiversidade local, principalmente devido à competição por recursos alimentares com espécies nativas (DECHOUM; JUNQUEIRA; ORSI, 2024), levando à diminuição dessas espécies consideradas nativas (SENHORINI et al., 2019), especialmente aquelas que são menos adaptáveis a essa nova pressão predatória. Essa competição por alimento pode resultar em impactos, pois a predação intensa pode levar à extinção local de algumas espécies, comprometendo a integridade dos ecossistemas aquáticos (SENHORINI et al., 2019), que dependem de uma rica diversidade de espécies para o seu funcionamento.

A introdução do pirarucu pode provocar mudanças significativas na dinâmica da cadeia alimentar (MOREIRA & SILVA, 2023), impactando não apenas nas espécies de peixes, mas também em outros organismos que dependem dessas espécies para sua sobrevivência. Como um predador de topo, o pirarucu exerce uma pressão direta sobre as populações de peixes de médio e pequeno porte, pois esta pesquisa concluiu que não há uma correlação entre o tamanho do predador e o tamanho da presa. A redução dessas populações pode desencadear um efeito cascata, afetando organismos que dependem dos peixes (OLDEN et al., 2004; VITULE & PRODOCIMO, 2012) como fonte de alimento, como aves aquáticas, mamíferos e até mesmo outros predadores.

Se tratando de espécies invasoras, temos o caso da tilápia que têm demonstrado causar danos ecológicos significativos onde foram introduzidas, competindo com espécies nativas por recursos alimentares e espaço (MOREIRA & SILVA, 2023). Outro exemplo é o bagre africano que, ao ser introduzido em ecossistemas da América do Sul, tem impactado negativamente as espécies nativas, competindo por alimento e predando

juvenis de peixes locais (MILI & TEIXEIRA, 2006).

No caso do pirarucu estudos mostram que sua dieta em ambientes nativos, como no rio Juruá, é diversificada, incluindo várias espécies de diferentes ordens de peixes, invertebrados e material vegetal (JACOBI et al, 2020), o que pode estar ligado a riqueza da biodiversidade local. Em contraste, no lago da UHE Lajeado, onde o pirarucu é considerado uma espécie invasora, o número de espécies identificadas foi menor, podendo levar a uma pressão predatória desproporcional sobre essas populações. Isso pode resultar em uma diminuição da diversidade de peixes nativos, semelhante ao que ocorre com a introdução da tilápia e outras espécies invasoras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variação na dieta do pirarucu entre 2021 e 2023 na UHE Lajeado mostra sua capacidade de se adaptar em novos ambientes. Isso reforça a necessidade de um monitoramento contínuo para compreender como os pirarucus invasores podem afetar a comunidade de espécies nativas. O impacto de espécies introduzidas, como o pirarucu, que é um predador de topo, pode ser significativo. Ao comparar a dieta do pirarucu introduzido com a do nativo da Amazônia, obtemos informações valiosas sobre as adaptações alimentares que desenvolveram nesse novo ambiente. Essas mudanças podem impactar a cadeia alimentar, o que torna essa análise importante para a conservação da fauna aquática. Este estudo ressalta a importância de que mais estudos sejam feitos para compreender como esse peixe está afetando o ecossistema, e assim possam desenvolver estratégias de manejo e controle desse peixe, pois proteger a integridade dos ecossistemas aquáticos não é apenas uma obrigação legal, mas um compromisso com a biodiversidade única que eles abrigam.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, F. et al. Trophic Ecology of *Arapaima* sp. in a ria lake—river—floodplain transition zone of the Amazon. *Ecol Freshw Fish.*, v. 27, pp. 237-246, 2018.
- CARVALHO, F.R. et al. First record of *Arapaima gigas* (schinz, 1822) (Teleostei: Osteoglossomorpha), the “pirarucu”, in the Upper Paraná river basin, southeast Brazil. *Check List*, v. 11, n. 5, pp. 1729, 2015.
- CASTELLO, L. et al. Lessons from Integrating Fishers of Arapaima in Small-Scale Fisheries Management at the Mamirauá Reserve, Amazon. *Environmental Management*, v. 43, pp. 197- 209, 2009.
- CASTELLO, L. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 17, pp. 38-46, 2008.
- DECHOUM, M. S.; JUNQUEIRA, A. O. R.; ORSI, M. L. (org.). Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras, biodiversidade e serviços ecossistêmicos. São Carlos: Cubo, 2024. cap. 4 p. 133-184. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1162703>
- KIRSTEN, I. F. et al. A pesca do pirarucu (*Arapaima* sp.) na bacia do rio Araguaia em Mato Grosso – Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, v. 38, n. 2, pp. 131-144, 2012.
- LATINI, A. O. et al. (Org.). Espécies exóticas invasoras de águas continentais no Brasil. Brasília: MMA, 791p., 2016. (Série Biodiversidade, 39)
- MILI, Paulo Sérgio M.; TEIXEIRA, Rogério L. Notas ecológicas do bagre-africano, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)(*Teleostei, Clariidae*), de um córrego do Sudeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, v. 19, n. 1, p. 45-51, 2006.
- MOREIRA, E. A., & SILVA, D. D. P. (2023). Uma dúzia de peixes: algumas espécies exóticas invasoras encontradas em águas brasileiras e seus impactos. *Ciência Animal Brasileira*, 24, e- 74647E. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-74647P>
- Olden, JD, et all . Consequências ecológicas e evolutivas da homogeneização biótica. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 18-24, 2004

PELICICE, F. M. & AGOSTINHO, A. A. Fish fauna destruction after the introduction of a non- native predator (*Cichla kelberi*) in a Neotropical reservoir. *Biol Invasions*, v. 11, pp. 1789–1801, 2009.

SENHORINI, J.C. et al. A introdução do pirarucu (*Arapaima* sp.) no reservatório da UHE José Ermirio de Moraes (Água Vermelha), Rio Grande-SP, Brasil. In: *Anais do III Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim e Grande*, pp. 104-116, 2019.

VALENTI, W. C. et al. Aquaculture in Brazil: past, present and future. *Aquaculture Reports*, v. 19, pp. 100611, 2021.

VAN DAMME, P.A. et al. The expansion of *Arapaima* cf. *gigas* (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the bolivian Amazon as informed by citizen and formal science. *Management of Biological Invasions*, v. 6, n. 4, pp. 375–383, 2015.

VITULE, J. R. S; PRODOCIMO, V. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. *Estudos de Biologia*, v. 34, n. 83, 2012.

VITULE, J.R.S. Introdução de peixes em ecossistemas continentais brasileiros: revisão, comentários e sugestões de ações contra o inimigo quase invisível. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 4, n. 2, pp. 111-122, 2009.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins e recurso financeiro do CNPq, a partir de projetos aprovados pelo orientador.

Capítulo 5

ANÁLISE MORFOANATÔMICA E FISIOLÓGICAS EM PLANTAS DE *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE

Fernanda Carolina Ferreira Mota¹
Kellen Lagares Ferreira Silva²

RESUMO

As plantas nativas que vivem próximas às lavouras correm risco de sofrer alterações negativas em seu metabolismo por causa da presença dos agrotóxicos, que muitas vezes chegam por deriva, após serem aplicados nas monoculturas. O objetivo do estudo foi investigar possíveis sintomas fisiológicos e anatômicos causados por agrotóxico em espécies de *A. occidentale*, presentes na região fronteira entre a Terra Indígena Akwê-Xerente e uma monocultura em Pedro Afonso, Tocantins, Brasil. Para as análises fisiológicas, foi utilizado um sistema de medição portátil LI-6400XTR com 6 repetições aferindo taxa fotossintética (A), transpiratória (E), condutância estomática (gs) e concentração de carbono interno (Ci). Os dados foram submetidos à análises estatísticas de teste de Wilcoxon e Post Hoc de ANOVA. Para as análises anatômicas a confecção das lâminas histológicas seguiu protocolo usual de inclusão em parafina. Os resultados obtidos foram que entre o período seco e chuvoso houve diferença significativa nas taxas analisadas, pois as menores taxas fisiológicas encontradas foram no período chuvoso. Neste período as aplicações de agrotóxicos são potencializadas e as menores respostas fisiológicas podem ser relacionadas ao aumento de deriva. Anatomicamente foram identificadas alterações como: células colapsadas; presença de conteúdo aparentemente de natureza fenólica nas células epidérmicas, parênquima e epitélio do canal secretor. Esses resultados mostram que as plantas estudadas apresentam sintomas de estresses característicos de exposição a agrotóxicos e as diferenças encontradas podem estar relacionadas a variabilidade genética pois os indivíduos respondem diferentemente, tanto na anatomia quanto na fisiologia, sob o mesmo fator de estresse ao qual estão expostos.

Palavras-chave: Anatomia, Cerrado, Glifosato.

¹ Graduada em Ciências Biológicas, Tipo de vínculo com o PibicFAPT, Universidade Federal do Tocantins, fernanda.carolina@mail.uft.edu.br.

² Doutora em Anatomia Vegetal, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, lagares@uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

Anacardium occidentale L. pertence à família Anacardiaceae sendo conhecido popularmente como cajuzinho-do-cerrado, cajuí ou caju-de-árvore-do-cerrado. É uma planta que possui valor socioeconômico, especialmente na alimentação e uso medicinal, por causa de suas castanhas, que são comestíveis e utilizadas para produção de óleos com fins medicinais. Elas apresentam composições químicas e efeitos antioxidantes, com propriedades cardioprotetoras, reduzem o colesterol e diminuem as inflamações. Além das castanhas, as folhas, flores, caule e seu pseudofruto possuem carotenóides, vitamina C e polifenóis, que contribuem para a saúde humana através da alimentação, chás, sucos e mastigação das cascas (FUSCO et al, 2020). Esta espécie tem ampla distribuição sendo predominante no cerrado brasileiro e no Tocantins (SILVA et al, 2013) e é encontrada em grande quantidade pela savana e aos arredores das monoculturas presentes no estado do Tocantins (AMARANTE, 2002).

O Tocantins é um dos estados brasileiros mais favorecidos pela agricultura moderna, tendo como predominante o bioma cerrado. Atualmente, a área total de lavouras no estado é cerca de 13.852.070 hectares, correspondendo aproximadamente 50% do território tocantinense (BRITO, 2022), tendo como principal atividade agrícola a produção de grãos, sendo soja e milho em maior potencial (PEREIRA, 2018). Para obter melhores resultados nas plantações, os agricultores fazem a aplicação de agrotóxicos nas monoculturas, muitas vezes realizado por um avião, sendo o glifosato um dos mais utilizados, por possuir alta eficiência na eliminação de plantas daninhas e outras pragas. Porém, esse herbicida não é seletivo, e apesar de ser declarado como pouco tóxico, pode contaminar outras plantas, inclusive a vegetação nativa ao redor da lavoura, e prejudicar o metabolismo da planta a longo prazo. Com o uso do glifosato, o *A. occidentale* L. pode absorver através de suas folhas o herbicida e este ser transportados por toda planta, chegando a sistemas enzimáticos e interferindo em seu metabolismo (AMARANTE, 2002).

Diante desse cenário, o presente trabalho tem a finalidade de analisar os impactos fisiológicos e morfoanatômicos que o glifosato pode causar em plantas de cajuzinho do cerrado, entre a lavoura do município de Pedro Afonso e o território indígena Akwẽ-Xerente, no Tocantins.

MÉTODO E MATERIAIS

1-Local de coleta das plantas de *Anacardium occidentale*

O material vegetal a ser analisado já havia sido coletado. As coletas foram realizadas em um trecho da fronteira entre a Terra Indígena Akwẽ-Xerente e o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil. Parte da área estudada estava cultivada com soja e outra parte com cana-de-açúcar.

A Terra Indígena Akwẽ-Xerente está localizada a leste do Rio Tocantins, e é subdividida em dois territórios Indígenas, a Terra indígena Xerente denominada "Área Grande" e, a "Terra Funil", à margem direita do rio Tocantins (LIMA, 2017). O Território indígena dos Akwẽ-Xerente faz divisa com as cidades de Pedro Afonso, Rio Sono, Tocantínia e Aparecida do Rio Negro. A área de coleta foi no limite entre a terra indígena Xerente e Pedro Afonso, que está localizado na Zona Norte do Estado, na confluência dos rios Tocantins e Rio Sono (IBGE, 2017).

As plantas foram coletadas em um transecto de 4.800 metros, foram marcadas e georreferenciados 10 (dez) exemplares da espécie *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae), conhecida popularmente como caju ou cajui, nomeados como indivíduo 01, 03, 07, 10, 13, 23, 26, 28 e 32 cada.

Foram realizadas duas coletas, uma no final do período seco, em 30/09/2019, e outra no início do período chuvoso, em 29/11/2019, sendo os indivíduos 01, 07 e 13 comum em ambas, para comparar as taxas entre os períodos. Na coleta do período seco foram feitas as leituras das taxas nos indivíduos 01, 03, 07, 10 e 13, já na coleta dois foram feitas as leituras dos indivíduos 01, 07, 13, 19, 23, 26, 28 e 31. Foram coletadas folhas da região

mediana de arbustos de cada um dos exemplares georreferenciados. As folhas foram acomodadas em sacos plásticos e transportadas, em uma caixa de isopor, até o laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram fixadas para a análise.

2- Avaliações da morfologia visual, anatômicas e fisiológicas das folhas de

Anacardium occidentale

2.2-Análise anatômica

As amostras foram fixadas no momento da coleta, em solução formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 (v/v) - FAA 50% (JOHANSEN, 1940, p. 41) e permanecera durante 24 horas sob vácuo. Após a fixação foi realizada a desidratação em série etílica crescente até o álcool 70%, no qual foi possível armazenar e conservar o material, onde encontram-se preservados até o presente momento (amostras estoque). Para as análises anatômicas, as amostras que estão em estoque, foram desidratadas em um intervalo de tempo de 1 hora para cada troca, em série etílica e butílica (80, 90 e 100%, etílico butílico (3:1), etílico butílico (1:1), etílico butílico (1:3) e butílico puro) permanecendo “*over night*” em álcool butílico + parafina (1:1), e posteriormente submetidas a duas trocas de parafina por 1 hora cada. Após infiltração, as amostras foram emblocadas (parafina + cera de abelha 8%), seguindo orientação do plano de corte (transversal). Após o resfriamento, os blocos foram colocados em suporte de madeira para a microtomia. Nesta etapa, os cortes transversais foram feitos em micrótomo rotativo semi-motorizado (RM2245-Leica), a 6µm de espessura e aderidos à lâmina com adesivo de Haupt (HAUPT, 1930). Serão confeccionadas cinco lâminas, com aproximadamente 10 cortes para cada bloco. Posteriormente, os cortes foram desparafinizados em série xilólica, hidratados em série etílica e corados em safranina 1% e azul de astra, por 20 min (Gerlach, 1984). Em seguida, as lâminas foram lavadas em água destilada e desidratadas em série etílica (30%, 50%,

70%, 85%, 95% e 100%), submetidas a série xilólica e montadas com bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula.

As imagens foram capturadas pelo microscópio óptico Leica DM 500, com câmara Leica ICC50 HD acoplada.

2.3-Análises fisiológicas

Foram analisadas as taxas das trocas gasosas, cujos dados foram coletados através de medições em folhas completamente expandidas em plantas de *Anacardium occidentale* presentes na área de estudo. Durante as coletas foram aferidas as taxas fotossintéticas (A , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiratória (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a relação entre a concentração interna (C_i) de CO_2 , obtidas por meio de um sistema de medição de trocas gasosas portátil LI-6400XTR (Licor/Nebrasca). As mensurações foram feitas sob concentração de CO_2 , temperatura e vapor de H_2O do ambiente do local de estudo, sendo o ar de referência homogeneizado em um galão de 20L antes de alcançar a câmara foliar. Após o coeficiente que combina as variações de gás carbônico (ΔCO_2), água ($\Delta\text{H}_2\text{O}$) e fluxo de ar ($\Delta\mu_e$) ficarem abaixo de 1%, sendo realizados 10 registros por folha, um a cada 12 segundos, cuja média será considerada uma medida. Os dados encontram-se coletados aguardando a análise.

Estatística

Os dados fisiológicos foram submetidos à análise estatística do teste Shapiro-Wilk, para saber se os dados apresentam ou não normalidade, teste T de Wilcoxon com amostras emparelhadas para calcular se houve variação significativa entre as coletas utilizando os dados brutos por indivíduo ($n=6$) e as médias comparadas entre as amostras do período de chuva, pelo teste de Post-hoc depois de ser passado pela ANOVA. As análises estatísticas foram realizadas no JAMOV e Sigplot e todos os testes levaram em conta 5% de significância.

DADOS E DISCUSSÃO

As análises fisiológicas realizadas em folhas de plantas de *Anacardium occidentale* presentes em trecho da fronteira entre a Terra Indígena Akwê-Xerente e o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil, apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Essas foram observadas entre os diferentes períodos de coleta e entre os indivíduos analisados dentro de uma mesma coleta.

Os dados brutos das taxas de A , E e g_s dos indivíduos 01, 07 e 13 indicaram uma diferença significativa entre as coletas realizadas no período seco e chuvoso após teste de Wilcoxon (Tabela 1). As menores taxas foram observadas no período chuvoso (Gráfico 1).

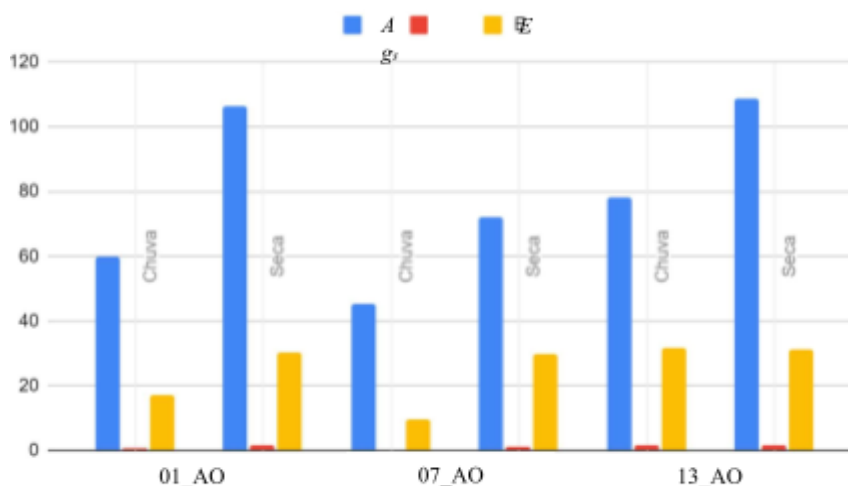
Tabela 1 - Teste de Amostras Emparelhadas Comparando as Taxas de A , E , g_s e C_i , entre Seca (C1) e Chuva (C2) dos indivíduos 01, 07 e 13.

C1	C2	Teste	Estatística	p
A	A (2)	W de Wilcoxon	171	< .001 **
g_s	g_s (2)	W de Wilcoxon	165	< .001 **
C_i	C_i (2)	W de Wilcoxon	107	0.369 ns
E	E (2)	W de Wilcoxon	156	0.001 *

Fonte: Acervo Pessoal

A (taxa fotossintética), g_s (condutância estomática), C_i (taxa de concentração interna), E (taxa de transpiração), * p (p -valor) < 0,05; ** p (p -valor) < 0,01; ns = não significativo.

Gráfico 1: Comparação da média taxas de fotossíntese (A), condutância estomática (g_s) e transpiração em plantas de *Anacardium occidentale* L. presentes em área limítrofe entre monocultura e terra indígena, coletadas no



período seco e chuvoso

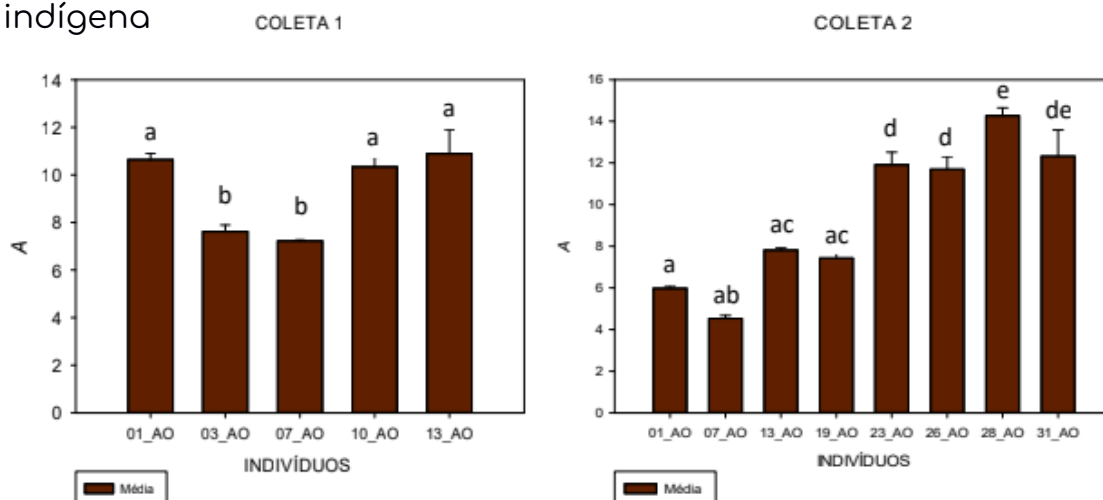
Fonte: Acervo Pessoal

Comparação das médias das taxas fisiológicas dos Indivíduos de *Anacardium occidentale* coletados no período seco e chuvoso.

Diante dos resultados estatísticos, analisamos que houve interferência nas taxas de fotossíntese, transpiração e condutância estomática nos indivíduos analisados, em função da época de coleta. As menores taxas foram observadas no período chuvoso. Um fator agravante é o fato de que a aplicação de agrotóxicos é potencializada nesta época, sendo o glifosato o principal princípio ativo utilizado. Diversos trabalhos já mostram os efeitos negativos na fisiologia de plantas nativas que foram expostas ao glifosato (AZEVEDO et al, 2023; SANTOS et al, 2020; SILVA et al, 2022) Após analisar as taxas fisiológicas (A , E , g_s e C_i) entre os indivíduos coletados no mesmo período de coleta é possível ver muitas variações significativas, inclusive entre os que são comuns nas duas coletas.

Observando os resultados do Gráfico 2 é possível identificar que os indivíduos 03 e 07 coletados no período seco apresentaram diferenças significativas menores taxas fotossintéticas comparando com os demais. No período chuvoso, os indivíduos 01, 07, 13 e 19 apresentaram as menores taxas fotossintéticas. Estas diferenças podem ser atribuídas a variabilidade da espécie, uma vez que são plantas nativas e não se tratam de clones. Uma outra observação a ser ressaltada é que as diferenças foram mais negativas nas plantas analisadas durante o período chuvoso.

Gráfico 2: Taxas Fotossintéticas (A) observadas em plantas de *Anacardium occidentale* L. presentes em área limítrofe entre monocultura e terra indígena

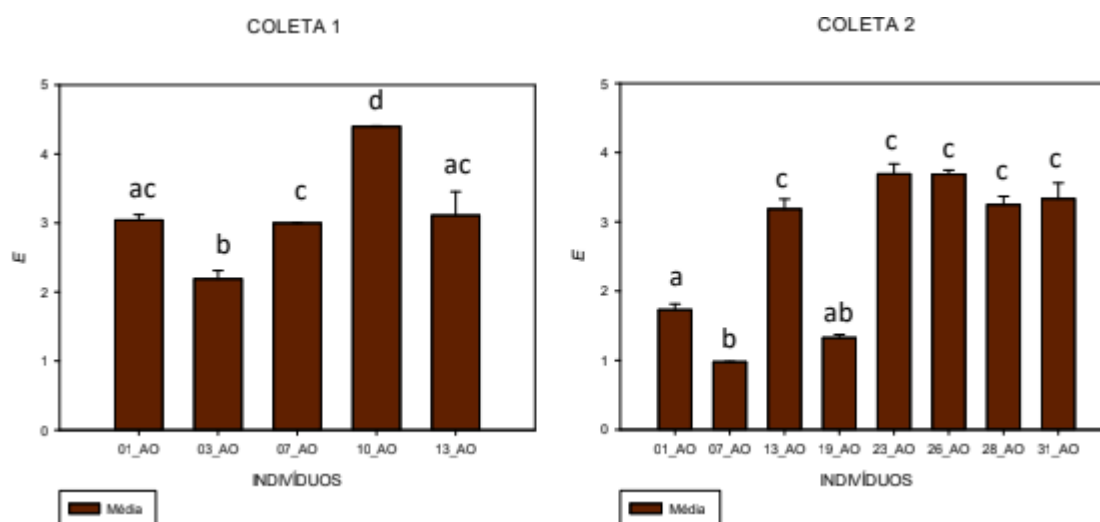


Fonte: Acervo Pessoal

Coleta 1 (Período seco) e Coleta 2 (período chuvoso). Os indivíduos que possuem as mesmas letras indicam que não houve diferença significativa entre as médias de fotossíntese, os que possuem letras diferentes indicam uma diferença significativa nas médias entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Post-hoc após a ANOVA.

Observando os resultados do Gráfico 3 é possível identificar que os indivíduos 03, 07 e 10 coletados no período seco apresentaram diferenças significativas menores taxas transpiratórias comparando com os demais indivíduos. No período chuvoso, os indivíduos 01, 07 e 19 apresentaram as menores taxas transpiratórias.

Gráfico 3: Taxas de Transpiração (E) observadas em plantas de *Anacardium occidentale* L. presentes em área limítrofe entre monocultura e terra indígena



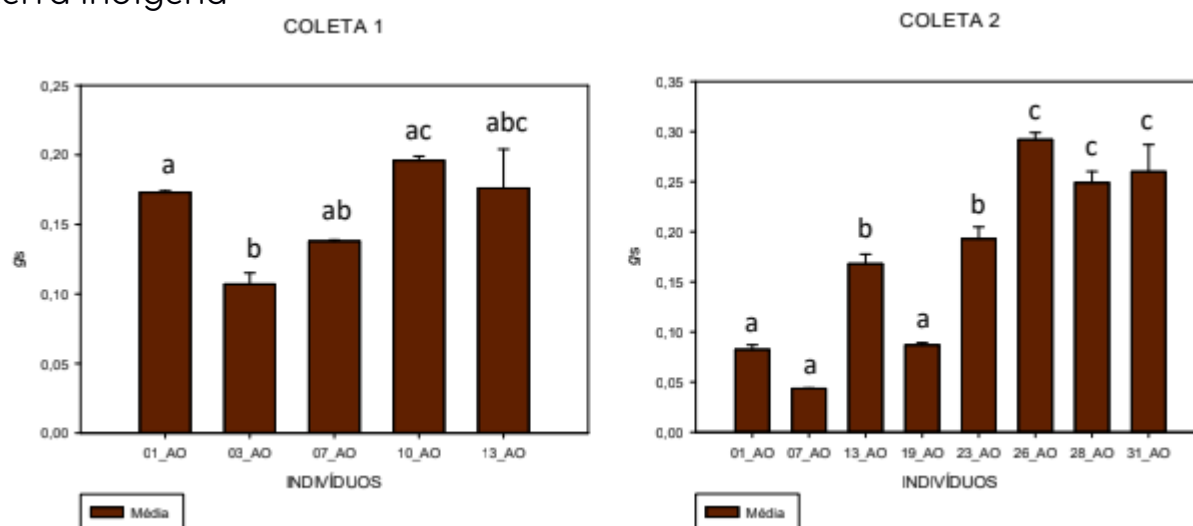
Fonte: Acervo Pessoal

Os indivíduos que possuem as mesmas letras indicam que não houve diferença significativa entre as médias de fotossíntese, os que possuem letras diferentes indicam uma diferença significativa nas médias entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Post-hoc após a ANOVA.

Analisando os resultados do Gráfico 4 é possível identificar que o indivíduo 03 coletado no período seco apresentou diferença significativamente menor na condutância estomática, comparando com os demais indivíduos. No período chuvoso, os indivíduos 01, 07 e 19 apresentaram

as menores taxas de condutância estomática.

Gráfico 4: Taxas de Condutância Estomática (g_s) observadas em plantas de *Anacardium occidentale* L. presentes em área limítrofe entre monocultura e terra indígena

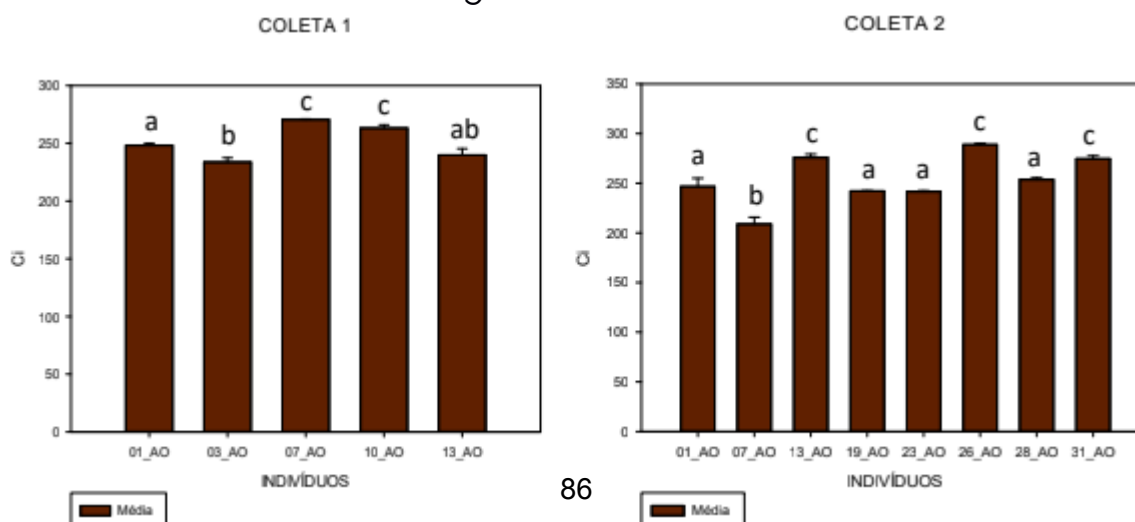


Fonte: Acervo Pessoal

Os indivíduos que possuem as mesmas letras indicam que não houve diferença significativa entre as médias de fotossíntese, os que possuem letras diferentes indicam uma diferença significativa nas médias entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Post-hoc após a ANOVA.

Os resultados apresentados no Gráfico 5 mostram que o indivíduo 07 e 10 coletados no período seco apresentaram um maior acúmulo de carbono interno nas folhas, comparando com os demais indivíduos. No período chuvoso, os indivíduos 13, 26 e 31 apresentaram os maiores acúmulos de carbono interno na folha

Gráfico 5: Taxas de Carbono Interno (C_i) observadas em plantas de *Anacardium occidentale* L. presentes em área limítrofe entre monocultura e terra indígena



Fonte: Acervo Pessoal

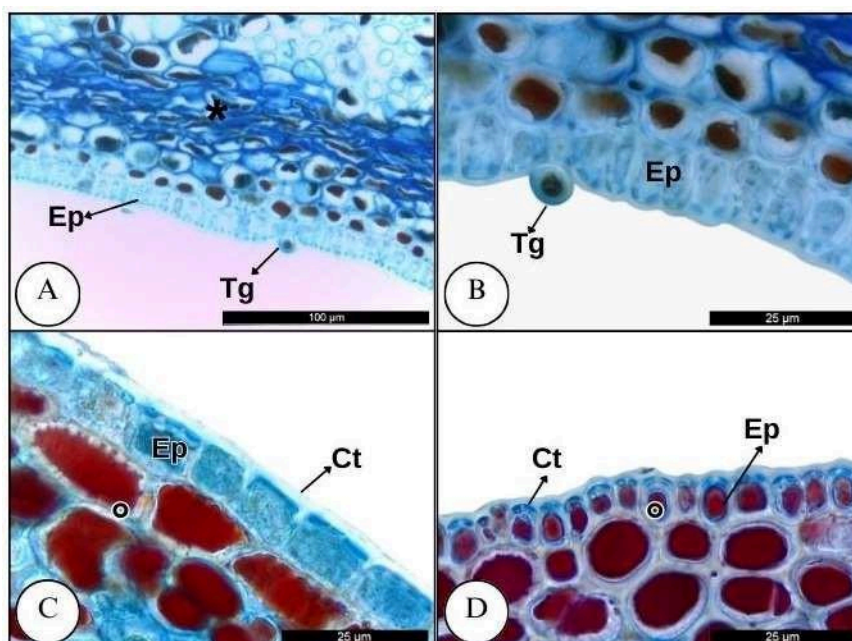
Os indivíduos que possuem as mesmas letras indicam que não houve diferença significativa entre as médias de fotossíntese, os que possuem letras diferentes indicam uma diferença significativa nas médias entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Post-hoc após a ANOVA.

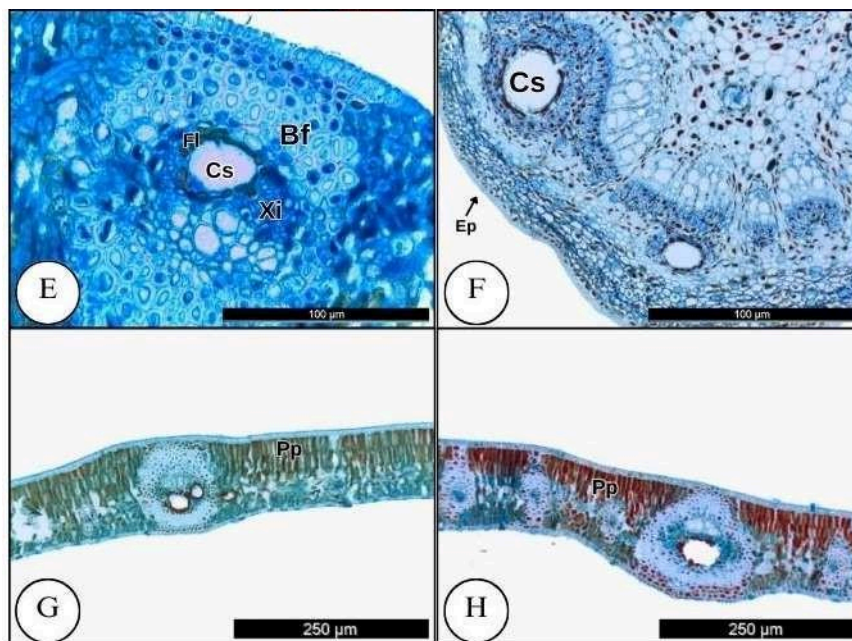
As diferenças observadas entre os indivíduos e descritas nos gráficos 1, 2, 3 e 4 podem ser atribuídas a variabilidade da espécie, uma vez que são plantas nativas e não se trata de clones. Isso pode indicar que as plantas, por terem características genéticas diferentes, terão diferentes respostas aos estresses e algumas serão mais resistentes e outras não.

Uma outra observação a ser ressaltada é que as diferenças foram mais negativas nas plantas analisadas durante o período chuvoso, o que pode ser explicado pela aplicação de agrotóxicos é potencializada nesta época.

Ao analisar os dados anatômicos das folhas de *Anacardium occidentale* L. coletadas em trecho da fronteira entre a Terra Indígena Akwẽ-Xerente e o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil, foi possível visualizar danos na estrutura dos tecidos observados.

Figura 1 - Anatomia de Nervura e Borda da folha de *Anacardium occidentale* L. coletadas em área limítrofe entre monocultura e terra indígena





Fonte: Acervo Pessoal

Cortes transversais de folhas de *Anacardium occidentale*. Coleta 1 (A; B e C); Coleta 2 (D; E; F; G e H) Indivíduo 1 (A; B; E; F) Indivíduo 13 (G); Indivíduo 31 (C; D e H). Região da nervura central foliar (A; B; C; D e F); Região do mesofilo foliar (E; G e H); Epiderme (Ep), tricoma glandular (Tg), xilema (Xi), floema (Fl), cutícula (Ct), bainha do feixe vascular (Bf), parênquima paliçádico (Pp), canal secretor (Cs), necrose (*)

Analisando os resultados anatômicos dos indivíduos foi possível observar, na região da nervura central, as seguintes alterações: alteração no formato das células na região cortical apresentando células colapsadas (Figura 1A); presença de um tricoma glandular com conteúdo aparentemente de natureza fenólica (Figura 1B), alterações no padrão de formação da parede celular das células da epiderme (Figura 1B), não observada no mesmo indivíduo coletado na estação seca (Figura 1C); presença de conteúdos de natureza fenólica nas células da epiderme e do parênquima (Figura 1D); presença de conteúdos fortemente corados no epitélio do canal secretor (Figura 1F). Adicionalmente, também foram observadas na região do mesofilo as seguintes alterações: parênquima cujas células apresentam um aspecto retorcido, característica de tecido

necrosado (Figura 1E); parênquima paliçádico do indivíduo 13 coletado no período chuvoso com células pouco coradas (Figura 1G), diferentemente do indivíduo 31 também coletado no período chuvoso que apresentou muitos compostos fenólicos no parênquima paliçádico e em células da bainha do feixe (Figura 1H). Todas estas características também foram observadas em outras plantas nativas expostas ao glifosato (SANTOS *et al*, 2020; SILVA *et al*, 2020; AZEVEDO *et al*, 2023) e em plantas nativas que estavam presentes em ambientes com deriva de agrotóxicos (DE ARAÚJO *et al*, 2021).

As alterações anatômicas observadas corroboram com os resultados observados na análise fisiológica. Estas alterações mostram que estas plantas estão em condições de estresse, pois houve alterações na produção de compostos fenólicos, na formação da parede das células da epiderme e áreas contendo células colapsadas.

Diante dos resultados obtidos e comparando com estudos fisiológicos realizados com o *Anacardim occidentale* L., é possível afirmar que os indivíduos desta espécie, presentes em trecho da fronteira entre a Terra Indígena Akwẽ-Xerente e o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil, estão sofrendo estresses prejudiciais a fisiologia e anatomia foliar. Foi observado que no período de chuva esses danos são agravados, pois as taxas fisiológicas analisadas nos indivíduos comuns entre as coletas apresentaram diferenças significativas, sendo que o período chuvoso apresentou taxas menores, quando comparado ao período seco. Esse fato pode ser justificado pela aplicação de agrotóxicos, que é realizada em maior quantidade no período chuvoso, dentre eles estaria o glifosato como principal produto utilizado.

Comparando as taxas fisiológicas analisadas entre os indivíduos dentro de uma mesma coleta, sendo que eles estão em um mesmo ambiente sob as mesmas condições naturais, o esperado era que as alterações fisiológicas fossem insignificantes, ou seja, que eles tivessem poucas variações nas taxas fisiológicas analisadas. Porém, é possível observar que

algumas plantas não conseguem manter normalmente as atividades de fotossíntese, condutância estomática e transpiração. Esses resultados podem ser justificados pelo fato de que essas plantas são geneticamente diferentes, por isso cada indivíduo pode apresentar respostas diferentes, sob condições de estresse.

Além disso, foi observado que os danos causados pelo estresse não afetam apenas as características fisiológicas, mas também os caracteres anatômicos das folhas. Em alguns indivíduos, foram identificadas células colapsadas, alterações na formação da parede celular das células da epiderme e uma presença de compostos fenólicos. Segundo REIS et al (2014) o composto fenólico é natural nessa espécie, pois os compostos fenólicos são produzidos para a garantir a proteção da planta contra estresses, já que geralmente ela está em locais suscetíveis a estresse hídrico. Porém, esses compostos foram encontrados em diferentes tecidos e alguns indivíduos apresentaram alteração na coloração indicando a mudança química da natureza destes compostos fenólicos. Essa condição pode ser explicada pelo fato de que o glifosato é um dos herbicidas mais aplicados nas lavouras e interfere na rota do ácido chiquímico o que, conseqüentemente, altera a produção de compostos fenólicos (Galli e Montezuma, 2005). Ademais, conteúdos, que possivelmente são compostos fenólicos, estavam presentes nas células da epiderme de uma nervura foliar, essa ocorrência não é natural da planta e pode ter ocorrido, também, por causa da interferência do glifosato na rota do ácido chiquímico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Revisando todos os resultados, é conclusivo que as espécies de *Anacardim occidentale* L. presentes entre a lavoura do município de Pedro Afonso e o território indígena Akwẽ-Xerente no Tocantins, estão vulneráveis a grandes danos em seu metabolismo, pois apresentaram muitas alterações fisiológicas e danos na anatomia foliar, que é o principal órgãos executor das taxas fisiológicas analisadas.

Observando que a maioria das alterações ocorreram no período chuvoso, e que este é o período de aplicação do herbicida em maior quantidade, os resultados apresentados podem indicar que os agrotóxicos são possíveis fatores de risco às plantas de caju e que, por serem geneticamente diferentes, cada planta apresenta uma resposta diferente.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, Dione Ferreira de. "Inovação: A Modernização Da Agricultura No Planalto Gaúcho (Brasil)." *Revista de Ciências Jurídicas E Empresariais*, vol. 16, no. 2, 25 Nov. 2015, pp. 156-164. revistajuridicas.pgsskroton.com.br/article/view/3316, <https://doi.org/10.17921/2448-2129.2015v16n2p156-164>.

AZEVEDO, L P N; ROCH, T. B.; GONÇALVES, F. B.; RIBEIRO, A. B. N.; AIRES, V. B.; ERASMO, E. A. L.; Silva, K. L. F. Physiological and anatomical responses of *Eugenia dysenterica* to glyphosate. *Rodriguesia*, 74, 1-21. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860202374036>.

BATISTA, Maria Larissa Bezerra. Análise Fatorial E Espacial Da Modernização Agrícola No MATOPIBA. *Revista de Economia E Sociologia Rural*, vol. 61, no. 3, Mar. 2023, <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.261413>.

BRITO, Daniel . "Expansão Da Agricultura No Estado Tocantins. - Portal Embrapa 2022, www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1142986/expansao-da-agricultura-no-estado-to-cantins. Acesso em: 16 de Fevereiro. 2024.

DE ARAÚJO, E P; SILVA, K L F, 2021 Respostas morfoanatômicas de *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae) à deriva de glifosato em agroecossistema do cerrado brasileiro. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v.12 - n.7 DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.007.0011.

FRANS, R. E. Measuring plant responses. In: Wilkinson RE, editor. *Research methods in weed science*. Australian: Southern Weed Science Society, 28-41 p., 1972 Acesso em: 25 de Junho. 2023

GALLI, A J B; MONTEZUMA, M C (2005) Glyphosate: alguns aspectos da utilização do herbicida glyphosate na agricultura. ACADCOM, São Paulo. 60p.

GERLACH, Dieter. Botanische Mikrotechnik: Eine Einführung. 3 ed. Stuttgart: Thieme, 1984.

GRATAO, et al. "Photosynthetic Responses of Young Cashew Plants to Varying Environmental Conditions." Instituto Agrônomo, Centro de Pesquisa E Desenvolvimento Em Ecofisiologia E Biofísica, vol. 40, no. 8, 1 Aug. 2005, pp. 735-744, <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2005000800002>.

HAUPT AW. 1930. A gelatin fixative for paraffin sections. Stain Technology 5: 97-98. Acesso em: 25 de Junho. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil/Tocantins/Pedro Afonso. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

JOHANSEN, D. A.. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill Book; 1940.

LIMA, G. B. L.. Os Akwẽ-Xerente no Tocantins: território indígena e as questões socioambientais. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

PALANISAMY, K.; Yadukumar, N. Photosynthesis in relation to radiation and leaf position in cashew trees. Photosynthetica, v.29, p.113-116, 1993.c 24 de Fevereiro.2024

PEREIRA, Caroline Nascimento; PORCIONATO, Gabriela Lanza; CASTRO, César Nunes de. Aspectos socioeconômicos da região do Matopiba. 2018. Acesso em: 24 de Fevereiro.2024.

REIS, Ana Luísa Lopes Ernesto, et al. Caracterização Anatômica E Histoquímica de Raízes E Folhas de Plântulas de *Anacardium Occidentale* L. (Anacardiaceae). Revista Árvore, vol. 38, 1 Apr. 2014,

pp. 209-219, www.scielo.br/j/rarv/a/sNCrDwkfZ3wD3w8xW4yfBWd/?lang=pt,
<https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200001>.

SANTOS, V R S; FILHO, A J C; SANTANA, M M; COSTA, A C; SILVA, K L F. Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *Cenostigma macrophyllum* Tul.(fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 5, p. 159- 173, 2020.

SILVA, F. C., Souza, L. M., Ferreira, E. A., & Souza, T. C. (2020). Effects of glyphosate drift on the morphology and anatomy of the bark of a native tree in the Brazilian Cerrado. Acta Scientiarum Biological Sciences, 42.

SILVA, K.L.F., RIBEIRO, A.B.N., MORAES, A.K.C., CARDOSO *et al.*, 2022. Análises Fisiológicas de *Genipa americana* L. (Rubiaceae), Quando Exposta A Diferentes Concentrações de Glifosato. 26, 338-443. Disponível em: <
<https://doi.org/10.17921/1415-6938.2022v26n3p338-343>.

ANEXOS

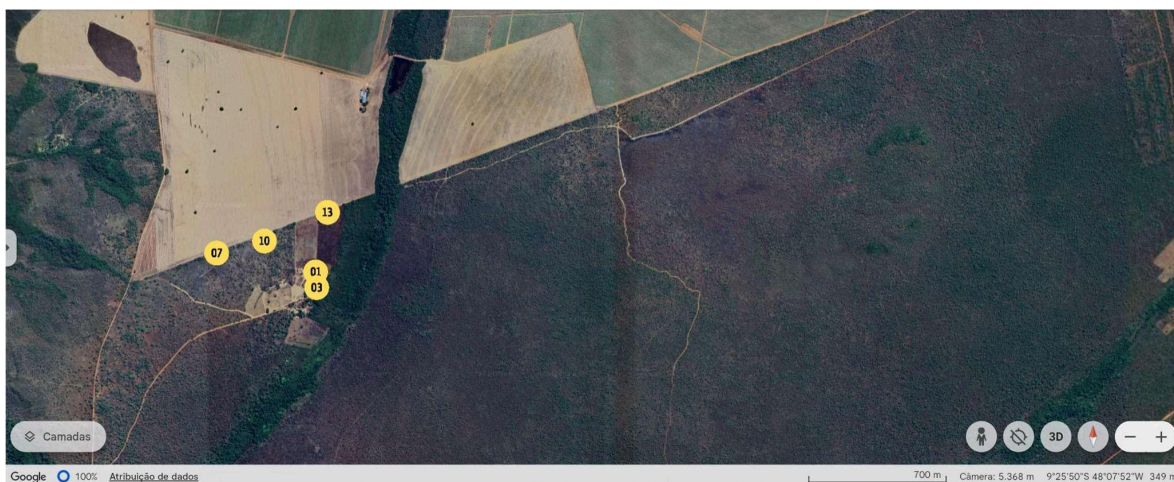
Anexo 1 - Localização de todos os indivíduos de *Anacardium occidentale* L. que foram coletados em trecho da fronteira entre a Terra Indígena Akwê-Xerente e o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil



Fonte: Google earth
Região com plantação de soja e de cana-de-açúcar

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

Anexo 2 - Localização dos indivíduos de *Anacardium occidentale* L. que foram coletados no período seco em trecho da fronteira entre a Terra Indígena Akwẽ-Xerente e o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil



Fonte: Google earth
Região com plantação de soja e de cana-de-açúcar

Anexo 3 - Localização dos indivíduos de *Anacardium occidentale* L. que foram coletados no período chuvoso em trecho da fronteira entre a Terra Indígena Akwẽ-Xerente e o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil



Fonte: Google earth
Região com plantação de soja e de cana-de-açúcar

Capítulo 6

Chave Dicotômica Baseada em Caracteres Vegetativos para Identificação de Espécies Arbóreas de um Fragmento de Cerrado *sensu stricto*, Porto Nacional, Tocantins

Celine Mascarenhas Ribeiro¹
Priscila Bezerra de Souza²

RESUMO

O Cerrado é uma região de savana tropical reconhecida como um *hotspot* de biodiversidade, graças a sua vasta diversidade de fitofisionomias que vão desde o campo limpo ao cerradão ocupando 21% do território brasileiro. A fitofisionomia cerrado *sensu stricto* é caracterizada por apresentar árvores baixas, inclinadas, tortuosas e com evidências de queimadas e ocupa cerca de 70% do bioma. Diante disso o trabalho teve como objetivo analisar a composição florística e a partir dos caracteres vegetativos elaborar uma chave dicotômica com base em espécies do fragmento de cerrado *sensu stricto* que se encontra na Universidade Federal do Tocantins campus Porto Nacional. O estudo foi realizado na UFT campus Porto Nacional, utilizando o método do caminharmento para avaliação da vegetação. Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos que apresentavam circunferência a 1,30m do solo (CAP) maior ou igual a 10cm. O material botânico coletado foi herborizado para diferenciação das características. A identificação dos espécimes ocorreu ao menor nível taxonômico possível sendo realizada através de comparações com o material depositado no Herbário do Tocantins (HTO). Foram amostrados 1009 indivíduos, distribuídos em 113 espécies, 96 gêneros e 39 famílias botânicas. Dentro desta amostragem foram selecionados apenas as espécies que possuíam o número de indivíduos maior ou igual a 15, cabe ressaltar que essa seleção teve como objetivo incluir apenas as espécies de maior recorrência na área de estudo, com finalidade de viabilizar a funcionalidade da chave, portanto, a chave dicotômica foi composta por 22 espécies arbóreas, distribuídas em 20 gêneros, incluídos em 13 famílias botânicas. A chave mostrou ser uma ferramenta eficaz que permite uma identificação fácil e rápida das espécies vegetais amostradas.

Palavras-chave: Dendrologia; Cerrado; Identificação.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, celine.mascarenhas@mail.uft.edu.br

² Doutora em Botânica, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, priscilauft@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

O domínio Cerrado corresponde a 21% do território nacional (Sano *et al.*, 2010), apresentando diversas fitofisionomias que vão de campo limpo a cerradão (Coutinho, 2006). É considerada a savana com maior riqueza de espécies no mundo (Lewinsohn & Prado, 2005), abrigando diversas espécies arbóreas. A fitofisionomia cerrado *sensu stricto* é caracterizada por apresentar árvores baixas, inclinadas, tortuosas e com evidências de queimadas e ocupa cerca de 70% do bioma (ICMBIO, 2016).

Atualmente, as maiores ameaças à biodiversidade no Cerrado estão focadas na expansão da agricultura e da pecuária, que geralmente ocorre através da conversão de áreas de cerrado em áreas de pastagens e lavouras, resultando na perda da vegetação nativa (Cunha *et al.*, 2008). Dessa forma, essa crescente ocupação na área do Cerrado ocasiona diversos impactos ligados também ao crescimento populacional (Tundisi & Tundisi, 2008). Sendo assim, há uma necessidade de elaboração de programas de monitoramento, controle e conservação da vegetação remanescente (Judd *et al.*, 2009). Apesar do Cerrado ser um dos *hotspots* globais da biodiversidade designados para conservação prioritária (Myers *et al.*, 2000) esse domínio vem sofrendo com uma taxa anual de desmatamento três vezes maior que a do Bioma Amazônico (Sawyer, 2007), o que coloca em risco toda a sua biodiversidade, ocasionando perdas a fauna e a flora (Myers *et al.*, 2000).

Uma chave dicotômica é um instrumento importante para identificação de espécies vegetais, ainda mais quando está relacionado com características vegetativas, ou seja, aquelas que são analisadas sem a necessidade de flores ou frutos, que nem sempre estão disponíveis para análise. A elaboração de uma chave dicotômica baseada em características vegetativas permite a identificação das espécies de forma mais acessível, tendo em vista que nem sempre é possível coletar amostras completas tornando possível a coleta em qualquer época do ano (Cândido, 2019). Tendo em vista que o Cerrado é um dos domínios mais ameaçados devido à expansão agrícola e desmatamento, é

imprescindível a identificação das espécies arbóreas para implementação de estratégias de conservação. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo analisar a composição florística e elaborar uma chave dicotômica a partir dos seus caracteres vegetativos permitindo a identificação rápida independente da sua época de floração e/ou frutificação das espécies presentes na Universidade Federal do Tocantins, campus Porto Nacional.

MÉTODO E MATERIAIS

O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal do Tocantins, campus de Porto Nacional, com vegetação remanescente do domínio Cerrado, caracterizada como a fitofisionomia cerrado *sensu stricto*, com a presença de árvores baixas, inclinadas e tortuosas. O levantamento florístico foi realizado entre outubro de 2023 e junho de 2024, com expedições semanais.

Utilizou-se o método de caminhamento para avaliação da vegetação (Filgueiras *et al*, 1994) sendo dividido em três processos: a identificação das características morfológicas da vegetação, a criação de uma lista florística das espécies identificadas e a análise dos dados através da produção de tabelas a fim de obter os dados morfológicos para confecção da chave dicotômica. Os indivíduos foram enumerados em percurso realizado através de trilhas pré-existentes e caminhadas sem orientação pré-estabelecidas por toda a área do campus, sendo amostrados todos os indivíduos arbóreos que apresentavam circunferência a 1,30m do solo (CAP) maior ou igual a 10cm (Figura 1). O material botânico coletado foi herborizado seguindo as técnicas convencionais propostas por Fidalgo e Bononi (1984), sendo coletados de 3 a 4 ramos saudáveis de cada indivíduo para diferenciação das características. A identificação dos espécimes ocorreu ao menor nível taxonômico possível sendo realizada através de comparações com o material depositado no Herbário do Tocantins (HTO) localizado no próprio campus, consulta a literatura especializada e a especialistas, e foram classificadas com base no sistema de classificação APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP IV), sua

grafia e autoria foram confirmadas na base de dados da Lista de Espécies da Flora do Brasil (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2016). As terminologias utilizadas para a confecção da chave foram baseadas nas seguintes bibliografias: Vidal & Vidal (2007) para caracteres morfológicos; Carvalho (2008) Lorenzi (1992) e Silva Júnior (2012) para caracteres dendrológicos. Para a confecção da chave dicotômica, foi realizada uma seleção entre as espécies amostradas, sendo consideradas apenas as espécies que possuíam o número de indivíduos maior ou igual a 15, logo foram selecionadas 22 espécies dentro das 113 amostradas. Destaca-se que essa seleção teve o objetivo de incluir as espécies com maior ocorrência na área do estudo a fim de viabilizar a funcionalidade da chave. As espécies tratadas foram divididas em três grupos principais: folhas compostas (Chave I), folhas simples com filotaxia oposta (Chave II), folhas simples com filotaxia alterna (Chave III).

DADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados na área de estudo 1009 indivíduos, distribuídos em 113 espécies, 96 gêneros e 39 famílias botânicas (Anexo 1). As famílias mais ricas em número de espécies foram: Fabaceae (32), Bignoniaceae (8), Malvaceae (6), Anacardiaceae (5) e Myrtaceae (5). O destaque da família Fabaceae em riqueza é atribuído principalmente a capacidade de fixação de nitrogênio de algumas de suas espécies, além disso, a região central do Brasil é considerada o principal centro de diversificação da família (Duke & Polhill, 1981; Campello, 1998; Pereira & Silva, 2011). As demais famílias amostradas são comuns em trabalhos realizados nas fitofisionomias de cerrado *sensu stricto* e corroboram com estudos realizados (Araújo *et al*, 2012; Cândido *et al*, 2019).

Para a elaboração da chave de identificação, foi realizada uma seleção dentre as 113 espécies apenas as espécies que possuíam número de indivíduos maior ou igual a 15 sendo consideradas apenas espécies dicotiledôneas, logo, a chave dicotômica foi composta por 22 espécies distribuídas em 20 gêneros, incluídos em 13 famílias botânicas. Essa seleção teve como objetivo incluir apenas as espécies de maior recorrência na área de estudo, com finalidade de

viabilizar a funcionalidade da chave (Tabela 1).

Tabela 1 – Famílias e espécies amostradas na área de estudo e que compuseram a chave dicotômica organizados em ordem alfabética de família, contendo o nome popular e o nome do primeiro coletor.

Família/Espécie	Nome Popular	Coletor
ANACARDIACEAE		
1. <i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju/Cajuí	Ribeiro, C.M.
2. <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott e Spreng.	Gonçalo-Alves	Ribeiro, C.M.
3. <i>Mangifera indica</i> L.	Manga	Ribeiro, C.M.
APOCYNACEAE		
4. <i>Himathantus obovatus</i> (Müll.Arg.) Woodson	Pau-de-Leite	Ribeiro, C.M.
BIGNONIACEAE		
5. <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-Rosa	Ribeiro, C.M.
6. <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê-Amarelo	Ribeiro, C.M.
7. <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth.	Ipê-Caraíba	Ribeiro, C.M.
CARYOCARACEAE		
8. <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	Pequi	Ribeiro, C.M.
CHRYSOBALANACEAE		
9. <i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	Oití	Ribeiro, C.M.
COMBRETACEAE		
10. <i>Terminalia catappa</i> L.	Sete Copas	Ribeiro, C.M.
DILLENACEAE		
11. <i>Curatella americana</i> L.	Lixeira/Sambáiba	Ribeiro, C.M.
FABACEAE		

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

12. <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Angico Vermelho	Ribeiro, C.M.
13. <i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá-da-Mata	Ribeiro, C.M.
14. <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá-do-Cerrado	Ribeiro, C.M.
15. <i>Parkia platycephala</i> Benth.	Fava de Bolota	Ribeiro, C.M.
MALPIGHIACEAE		
16. <i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Murici Ferrugem	Ribeiro, C.M.
MYRTACEAE		
17. <i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cagaita	Ribeiro, C.M.
18. <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamelão	Ribeiro, C.M.
19. <i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	Ribeiro, C.M.
RUBIACEAE		
20. <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Marmelo	Ribeiro, C.M.
SAPINDACEAE		
21. <i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil	Tinguí	Ribeiro, C.M.
URTICACEAE		
22. <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	Ribeiro, C.M.

Foi confeccionada uma chave dicotômica baseada em caracteres vegetativos das espécies arbóreas, onde foram divididos três grupos principais, sendo o primeiro grupo Chave I – Folhas Compostas, o segundo Chave II – Folhas Simples com Filotaxia Oposta e o terceiro Chave III – Folhas Simples com Filotaxia Alternas.

Chave I – Folhas Compostas

1. Folhas compostas.....	2
1'. Folhas recompostas.....	9
2. Folhas alternas.....	3

- 2'. Folhas opostas.....6
3. Folhas bifolioladas.....4
- 3'. Folhas pinadas.....5
4. Tronco rugoso com pequenos sulcos superficiais; Folhas compostas, bifolioladas, base obtusa, cartáceas e brilhosas, medindo até 7cm x 3,5cm.....*Hymenaea courbaril*
- 4'. Tronco rugoso profundamente sulcado; Folhas compostas, bifolioladas, base obtusa, coriáceas, translúcidas ou opacas, com folíolos maiores que 12cm compr. x 6cm larg.*Hymenaea stigonocarpa*
5. Tronco rugoso, com deiscência do ritidoma em placas pequenas e irregulares; Folhas compostas, glabros, discolores, bordo liso, ápice marginado, com último folíolo abortado e folíolos medindo entre 8cm compr. x 2cm larg.....*Magonia pubescens*
- 5'. Tronco rugoso com extrema deiscência em placas arredondadas; Folhas compostas, folíolos ovados de bordo crenado, ápice cuspidado, com folíolos medindo acima de 12 cm compr. x acima de 4cm larg.....*Astronium fraxinifolium*
6. Folhas com folíolos de bordo serrilhado.....7
- 6'. Folhas com folíolos de bordo liso.....8
7. Tronco rugoso com fissuras e cristas sinuosas e descontínuas; Folhas compostas, trifolioladas, face adaxial isoladamente velutina, face abaxial com pilosidade concentrada nas nervuras, gema apical em forma de cone, bordo crenado.....*Caryocar*

brasiliense

7'. Tronco rugoso com ritidoma delgado, duro e áspero; Folhas compostas, digitadas, opostas, cruzadas com 5 a 7 folíolos ovados com bordo serrado.....*Handroanthus serratifolius*

8. Tronco rugoso com sulcos longitudinais pouco profundos e fissuras curtas e irregulares; Folhas compostas, digitadas, opostas, cruzadas com 5 folíolos de bordo liso e presença de domácias na face abaxial.....*Handroanthus heptaphyllus*

8'. Tronco suberoso com fissuras verticais profundas; Folhas compostas, digitadas, opostas, cruzadas com 5 a 7 folíolos de bordo liso e ondulado e ausência de domácias na face abaxial.....*Tabebuia aurea*

9. Tronco suberoso, fissurado e com a presença de acúleos; Folhas recompostas, paripinadas, oblongas e alternas.....*Anadenanthera colubrina var. cebil*

9'. Tronco fissurado sem a presença de acúleos, placas deiscuentes retangulares; Folhas recompostas, bipinadas, discolores, alternas com folíolos opostos, ramos com duas folhas em cada ponto de inserção.....*Parkia platycephala*

Chave II – Folhas Simples Com Filotaxia Oposta

1. Presença de estípula.....2

1'. Ausência de estípula, presença de glândulas translúcidas.....3

2. Tronco rugoso com deiscência em placas quadriculadas e casca interna de

cor ferrugínea; Folhas

simples, opostas, com presença de densa pilosidade na face abaxial, discolores, esbranquiçadas

na face abaxial e ferrugínea na face abaxial, estípulas intra-peciolar, ao destacar a folha, a estípula

se desprende.....*Byrsonima pachyphylla*

2'. Tronco rugoso com fissuras de coloração acinzentada; Folhas simples, opostas, glabras e congestas, presença de secreção cristalizada no ápice, estípulas

inter-peciolares.....*Alibertia edulis*

3. Tronco suberoso com casca grossa e profundamente sulcada nos sentidos horizontal e vertical e

ramos de cor avermelhada a marrom; Folhas simples, opostas, glabras de bordo liso, nervuras

amarelas, aparentes na face abaxial, folhas medindo até 7cm compr. x 4cm

larg.....*Eugenia dysenterica*

3'. Folhas medindo acima de 12cm compr. x 6cm larg.....4

4. Tronco rugoso com placas deiscentes; Folhas simples, opostas, discolores, glabras, ápice

acuminado, bordo liso, com nervura central aparente e amarelada.....*Syzygium cumini*

4'. Tronco liso e descamante; Folhas simples, opostas, com nervuras primária e secundária

proeminentes na face abaxial, bordo ondulado e levemente serrilhado.....*Psidium guajava*

Chave III – Folhas Simples Com Filotaxia Alternada

1. Tronco suberoso, com fissuras planas ou laminares; Folhas simples, alternas, espiraladas, glabras

e com nervura primária visível em ambas as faces, exsudação abundante ao destacar a folha,

presença de látex branco leitoso.....*Himathantus obovatus*

1'. Ausência de látex.....2

2. Presença de pilosidade.....3

2'. Ausência de pilosidade.....5

3. Tronco liso com cicatrizes transversais; Folhas simples, alternas e agrupadas no ápice dos ramos,

nervura palminérvea, discolores, presença de pilosidade em ambas as faces.....*Cecropia pachystachya*

3'. Nervura peninérvea.....4

4. Tronco rugoso com casca externa multisseriada, escamante e deiscente; Folhas simples, alternas,

espiraladas, pecioladas com pecíolos alados, coriáceas, com presença de pilosidade áspera em

ambas as faces, ausência de estípulas.....*Curatella americana*

4'. Tronco levemente fissurado; Folhas simples, alternas, discolores, com presença de pilosidade

veludosa em folhas jovens, estípulas visíveis e caducas.....*Moquilea tomentosa*

5. Tronco rugoso com fissuras verticais, placas deiscentes e cicatrizes de placa, casca interna de cor

amarronzada; Folhas simples, alternas, espiraladas, glabras, folhas congestas, ramos lenticelados

com cicatrizes de pecíolo e gema apical aparente.....*Terminalia catappa*

5'. Folhas distribuídas ao longo do ramo.....6

6. Tronco rugoso indeiscente com fissuras ao longo de todo seu comprimento; Folhas simples,

alternas, coriáceas, base acuneada, ápice mucronado, glabras, com nervura central da face abaxial

saliente, curto pecioladas com pecíolo de até 1cm com exsudação.....*Anacardium occidentale*

6'. Tronco rugoso com fissuras irregulares; Folhas simples, alternas, coriáceas, lanceoladas, ápice

agudo, glabras, curto pecioladas com pecíolo maior que 2cm e exsudação translúcida ao destacar a

folha.....*Mangifera indica*

Diante do exposto, é importante ressaltar que a produção de uma chave dicotômica deve ser feita com atenção para que a mesma tenha viabilidade. Um fator relevante a ser observado é o local de amostragem, pois ele determina ou até limita o local de aplicação da chave, outro fator é a colaboração com especialistas locais, já que o conhecimento regional pode fornecer informações sobre a biodiversidade e as características específicas das espécies encontradas. Esses e outros fatores impõem restrições ao uso da chave, que deve ser aplicada exclusivamente a espécies arbóreas do cerrado *sensu stricto* da região do Tocantins e de vegetação similar. Além disso, a observação dos caracteres deve ser realizada em ramos saudáveis, preferencialmente mais de um, evitando o uso de rebrotas e ramos com galhas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os caracteres vegetativos podem variar muito de acordo com as características edafoclimáticas do local no qual a chave é utilizada. Mesmo assim, para um melhor resultado na identificação, os caracteres utilizados são, na grande maioria, de fácil observação e que apresentam menos variação (como venação e filotaxia).

Uma chave dicotômica baseada em caracteres vegetativos, e não caracteres reprodutivos, é de grande importância visto que o período de floração e frutificação das árvores é sazonal, não ocorrendo o ano inteiro.

A elaboração da chave mostrou ser uma ferramenta eficaz permitindo uma identificação rápida e fácil das espécies vegetais amostradas.

REFERÊNCIAS

BRAZ, D.M., MOURA, M.V.L.P., ROSA, M.M.T. Chave de identificação para as espécies de Dicotiledôneas arbóreas da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, com base em caracteres vegetativos. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, p. 225-240. 2004.

CAMPELLO, E. F. (1998). Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas. *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, p. 183-196.

CÂNDIDO, J.B., VIANA, R.H.O., MORAIS, I.G., AMORIM, M.V.D.M. & SOUZA, P.B.D. Chave

de identificação dendrológica das espécies mais comuns de uma área de Cerrado *sensu stricto*, Gurupi, Tocantins. *Ciência Florestal*, v. 29, p. 347-362. 2019.

CARVALHO, P.E.R. *Espécies Arbóreas Brasileiras* (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, 5 volumes). 1 ed. Colombo (PR). Embrapa Florestas, 2008. Disponível em: < <http://jbb.ibict.br//handle/1/1476> > Acesso em: 19 jun. 2024

COUTINHO, L.M. O conceito de bioma. *Acta botanica brasílica*, v. 20, p. 13-23. 2006.

CUNHA, N.R.D.S., LIMA, J.E.D., GOMES, M.F.D.M., & BRAGA, M.J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 46, p. 291-323, 2008.

DE ARAÚJO, W. S., JÚNIOR, É. D. P., FRANCENER, A., & HALL, C. F. Composição florística e estrutura fitossociológica de áreas de campo sujo e cerrado sentido restrito na Floresta Nacional de Silvânia, Goiás, Brasil. *Insula Revista de*

Botânica, n. 41, p. 42-58, 2012.

DUKE, J.A. & POLHILL, R.M. 1981. Seedlings of Leguminosae. In: POLHILL, R.M. & RAVEN,

P.H. (eds.). Advances in legumes systematics. Royal Botanic Gardens, Kew Part 1. p. 941-949.

FERREIRA, R.Q.S. et al. Diversidade florística do estrato arbustivo arbóreo de três áreas de cerrado *sensu stricto*, Tocantins. Desafios, Tocantins, v. 4, n. 2, p. 69-82, maio 2017.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico. Instituto de Botânica. São Paulo: [s.n.], 1984. 61 p. (Manual 4).

FILGUEIRAS, T. S., NOGUEIRA, P. E., BROCHADO, A. L., & GUALA, G. F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. Cadernos de geociências, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.

Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 26 jul. 2024

HORVAT, R.; WATANABE, M. & YAMAGUCHI, C.K. Fertilizer consumption in the region MATOPIBA and their reflections on Brazilian soybean production. Int J Agr For, v. 5, p. 52-9. 2015.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO E BIODIVERSIDADE. Fitofisionomia,

Cerrado típico (sentido restrito). Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>> Acesso em 15 jun. 2024.

JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOGG, E.A., STEVENS, P.F., & DONOGHUE, M.J. Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético. Artmed Editora. 2009.

LEWINSOHN, T.M. & PRADO, P.I. Quantas espécies há no Brasil. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 36-42. 2005.

LORENZI, Harri. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de

plantas arbóreas nativas do Brasil. 1 ed. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum Ltda, 1992. 368 p.

LORENZI, Harri. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum Ltda, 1998. 373 p.

LORENZI, Harri. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3 ed. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum Ltda, 2009. 381 p.

MAHMOUD, A.G.E., VIRILLO, C.B., RIBEIRO, D.B., IKEMOTO, E., HORNINK, G.G., RICARTE, J.D., ALCÂNTARA, S.F. & WATANABE, T.M. Chave dicotômica para identificação de espécies arbóreo-arbustivas de Cerrado do município de Itirapina-São Paulo. 2009. Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, São Paulo. 2009. Disponível em: <<https://www2.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/bt791r1a2003.pdf>> Acesso em: 24 jul. 2024.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, London, v. 403, p. 853-858, 2000.

PEREIRA, F.C., DA SILVA, J. M. G., LIMA, AKVO. Avaliação do desenvolvimento de um bosque de Sábia (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) (Fabaceae) no Agreste Paraibano. Revista Principia, v. 18, 2011.

RIBEIRO, L.C.D.S., LÔBO, A.S., SILVA, L.D.D., & ANDRADE, N.F.S. Padrões de crescimento econômico dos municípios do MATOPIBA. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 58, p. e212613. 2020.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S. & FERREIRA, L.G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. Environmental Monitoring and Assessment, v. 166. p. 113 – 124. 2010.

SAWYER, D. PEC do Cerrado e Caatinga: prós e contras. Discurso apresentado em Audiência Pública em Brasília, na Câmara dos Deputados, promovida pela Comissão de Direitos Humanos e Minorias, em dia, v. 5, 2007. Disponível em: <http://www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/pec_cerrado>. Acesso em 20 jul 2024.

SILVA JÚNIOR, M. C. 100 árvores do cerrado: sentido restrito. 1. ed. Brasília: Rede de sementes do cerrado, 2012.

TEIXEIRA, C. Chave de identificação baseada em caracteres vegetativos para a arborização urbana de Foz do Iguaçu-PR. 2015. Monografia (Especialista na Pós-Graduação em Gestão Ambiental em Municípios) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22701/2/MD_GAMUNI_2014_2_26.pdf> Acesso em: 22 jul. 2024

TUNDISI, J. G. & TUNDISI, T. M. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos. 631 p. Soils and Sediments, v. 2, n. 4, p. 216-222, 2008.

FINANCIAMENTO

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

AGRADECIMENTO

Agradeço o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil, e a orientação da Prof. Dra. Priscila Bezerra de Souza, ambos me incentivaram a realização e finalização deste trabalho.

Agradeço ao grupo de pesquisa de Serviços e Ecossistemas Florestais (SEF) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Tocantins -FAPT.

Anexo 1 – Listagem geral das espécies amostradas na área de estudo,

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

organizadas em ordem alfabética de família e nome popular

Família/Espécie	Nome Popular
ANACARDIACEAE	
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju
<i>Astronim fraxinifolium</i> Schott e Spreng.	Gonçalo-Alves
<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	Aroeira
<i>Mangifera indica</i> L.	Mang a
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajá
ANNONACEAE	
<i>Annona coriacea</i> Mart.	Araticum
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Marol o
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Pimenta de macaco
APOCYNACEAE	
<i>Harconia speciosa</i> Gomes	Mangaba
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll.Arg.) Woodson	Pau-de-Leite
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Chapéu-de-Napoleão
ARALIACEAE	
<i>Didymopanax macrocarpus</i> (Cham. & Schltdl.) Seem.	Mandiocão
ARECACEAE	
<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.	Macaúba
<i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng.	Baba çu
<i>Bactris glaucescens</i> Drude	Tucu m
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco Verde
<i>Dictyosperma album</i> (Bory) H.Wendl. & Drude ex Scheff.	Palmeira-princesa

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

<i>Dypsis decaryi</i> (Jum.) Beentje & J.Dransf.	Palmeira Triângulo
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	Bacaba
<i>Roystonea oleracea</i> O.F.Cook & Doyle	Palmeira Imperial
<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.	Coco Babão
BIGNONIACEAE	
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	Ipê Verde
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê Peludo
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê Rosa
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Ipê Caraíba
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê Amarelo
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Jacarandá
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth.	Ipê Paratudo
<i>Tecoma stans</i> (L) Juss. ex Kunth	Ipê de Jardim
BURSERACEAE	
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Amesclar
CALOPHYLLACEAE	
<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.	Pau Santo
CANNABACEAE	
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	Periquiteira
CARICARACEAE	
<i>Carica papaya</i> L.	Mamão
CARYOCARACEAE	
<i>Caryocar brasiliense</i> Comb.	Pequi
CHRYSOBALANACEAE	
<i>Couepia</i> sp.	
<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	Oit i
CLUSIACEAE	
<i>Clusia</i> sp.	

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

COMBRETACEAE	
<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete Copas
<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.	Mirindiba
CONNARACEAE	
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Araruta do Campo
DILLENIACEAE	
<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira/Sambaíba
EBENACEAE	
<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.) B.Walln.	Olho de Boi
ERYTHROXYLACEAE	
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Peixe Frito
EUPHORBIACEAE	
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	Piquirana
<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg.	Seringueira
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Milho Torrado
FABACEAE	
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	Faveira
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico Branco
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	Angico Vermelho
<i>Andira cujabensis</i> Benth.	Angelim Amargoso
<i>Andira</i> sp.	
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	Mata-barata
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	Angelim Doce
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira Preta
<hr/>	
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	Sibipiruna
<i>Copaifera langsdorffii</i> (Vogel) Benth.	Copaíba
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Jacarandá-do-campo
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant

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

<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Faveiro
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Baru
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Tamburi
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá-da-Mata
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá-do-Cerra do
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá Mirim
<i>Inga marginata</i> Willd	Ingá Feijão
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	Unha d'anta
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel.	Jacarandá do campo
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Jacarandá-bico- de-pato
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	Sansão do Campo
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms	Olho de Cabra
<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Fava de Bolota
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) E.Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Pau Brasil
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	Vinhático
<i>Senna pendula</i> (Humb.& Bonpl.ex Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Fedegoso
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.)	Barbatimão
<i>Tachigali aurea</i> Tul.	Tatarema
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	Pau-bosta
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Angelim-do-cerra do
<hr/> LAMIACEAE	
<i>Vitex polygama</i> Cham.	Tarumã-do-cerra do
<hr/>	
LAURACEAE	

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

<i>Persea americana</i> Mill.	Abacate
LECYTHIDACEAE	
<i>Lecythis pisonis</i> Combess.	Sapucaia
LOGANIACEAE	
<i>Antonia ovata</i> Pohl	Quina
MALPIGHIACEAE	
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Murici Ferrugem
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Murici Peludo
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola
MALVACEAE	
<i>Didymopanax macrocarpus</i> (Cham. & Schltdl.) Seem.	Mandiocão
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Paineira do Cerrado
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Açoita-cavalo
<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	Embiruçu
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	Xixá
MELASTOMATAACEAE	
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Folha Branca
<i>Mouriri pusa</i> Gardner	Puçá
MELIACEAE	
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim Indiano
MORACEAE	
<i>Ficus elastica</i> Roxb.	Árvore-da-borracha
<i>Morus alba</i> L.	Amora
MUSACEAE	
<i>Musa paradisiaca</i> L.	Banana

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

MYRTACEAE	
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cogaita
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Guamirim
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba
<i>Psidium myrsinites</i> DC.	Araçá Bravo
<i>Syzygium cumini</i> (L) Skeels	Jamelão
OCHNACEAE	
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	Vassoura-de-bruxa
<i>Ouratea spectabilis</i> (Mart.) Engl.	Batiputá
RUBIACEAE	
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Marmelo
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo
RUTACEAE	
<i>Citrus xlimon</i> (L.) Osbeck	Limão Cravo
<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	Limão Galego
SAPINDACEAE	
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil	Tinguí
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sabonetinho
SAPOTACEAE	
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	Abio
SIMAROUBACEAE	
<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil.	Mata-cachorro
URTICACEAE	
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba
VOCHYSIACEAE	
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Pau Terrinha
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Pau Terra

Capítulo 7

Anatomia Encefálica Comparada de *Anableps microlepis* (Müller & Troschel, 1844)

Jéssica Moura Melo¹
Thiago Nilton Alves Pereira²

RESUMO

Neste estudo analisamos a macro anatomia encefálica da espécie *A. microlepis*, pertencente à família *Anablepidae* da ordem Cyprinodontiformes. Poucos estudos utilizam o Sistema Nervoso Central para agrupar táxons buscando caracteres filogenéticos, mas existem ordens ainda menos representativas, como é o caso de Cyprinodontiformes. 23 encéfalos foram estudados e tiveram sua anatomia encefálica grosseira formalmente descrita. No geral, os encéfalos da espécie apresentam estruturas bem robustas e desenvolvidas, destacando as regiões Mesencefálica e Rombencefálica. Essa pesquisa contribui para o entendimento da evolução dos vertebrados e sua adaptação ao meio, ampliando o conhecimento sobre os Cyprinodontiformes.

Palavras-chave: Tralhoto, anatomia grosseira, anatomia comparada.

¹ Graduando em Ciências Biológicas, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, melo.jessica@mail.uft.edu.br@mail.uft.edu.br)

² Docente do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, thiago.na@mail.uft.edu.br)

INTRODUÇÃO

O cérebro é uma das estruturas mais intrigantes da biologia. Composto dos mesmos átomos que constituem tudo o mais que há sobre o Sol, foi capaz de guiar todas as realizações da espécie humana: voar à Lua e rebater setenta *home runs*, escrever *Hamlet* e construir o *Taj Mahal* e, até mesmo, desvendar os segredos do próprio cérebro (Havemann, 2002). Por trás do cérebro de vertebrados mais derivados, como os seres humanos, existe uma extensa caminhada evolutiva que inventou e reinventou diversos modelos cerebrais.

Tendo isso em vista, o encéfalo comporta uma grande quantidade de formas possíveis fruto de modificações históricas e ecológicas (Kotrschal, Van Staaden e Huber, 1998). Essa diversidade implica em uma vasta gama de caracteres a serem explorados. No caso específico dos peixes teleósteos, a morfologia de seus cérebros é extremamente variada e apresenta um grau de diferenciação raramente encontrado em outros grupos de vertebrados. Ao longo de sua evolução, os peixes teleósteos enfrentaram diferentes pressões seletivas, o que resultou em capacidades sensoriais, cognitivas e comportamentais altamente especializadas (Kotrschal et al., 1998; Northcutt, 1988; Wagner, 2003; White & Brown, 2015), tais especializações podem ser refletidas diretamente na macroanatomia encefálica.

O gênero *Anableps* inclui três espécies conhecidas como “tralhotos” ou “peixes-de-quatro-olhos”; *A. anableps*, *A. microlepis* e *A. dowi*. *Anableps* faz parte da família Anablepidae que é formada por 3 gêneros com 17 espécies distribuídas na região Neotropical desde o sul do México até o sudeste da América do Sul (Ghedotti, 1998; Novaes & Andreata, 1996, p. 129-139 apud Nascimento & Assunção, 2004, p. 229-240) que, por sua vez, é um membro da ordem Cyprinodontiformes.

Anableps microlepis ocorre no Atlântico Ocidental, região

compreendida pelo Golfo de Paria na Venezuela até o Delta do Parnaíba, no estado do Piauí (Cervigón et al., 1992). Assim como *A. dowi*, *A. microlepis* é encontrado em ambientes marinhos e águas rasas do litoral, enquanto *A. anableps* frequentemente se limita aos estuários do Atlântico Ocidental, segundo Miller (1979) e Oliveira et al. (2011).

O gênero é conhecido por apresentar modificações oculares incomuns aos peixes. Seus olhos são elevados acima do topo da cabeça e bipartidos horizontalmente, permitindo-lhes uma visão anfíbia, ou seja, enxergar acima e abaixo d'água (Bone et al., 1995; Miller, 1979; Santos, 1987 apud Nascimento e Assunção, 2008). Anatomicamente, a porção dorsal da córnea nesses peixes é mais espessa que a ventral, o cristalino possui um formato oval e a pupila é dividida horizontalmente pela íris (Sivak, 1976; Schwab et al., 2001).

Os peixes do gênero *Anableps* são um exemplo de teleósteos que, frente às pressões do ambiente, modificaram-se ao extremo. Dessa forma, tais adaptações devem estar refletidas na estrutura encefálica. Importante ressaltar que existem diversas pesquisas em sistemática filogenética que investigam as relações evolutivas entre os peixes, porém, segundo Pupo & Brito (2018), poucos estudos têm usado o Sistema Nervoso Central como fonte de caracteres para estas investigações, mesmo diante de um notável avanço recente.

Assim, o objetivo dos estudos em anatomia encefálica comparada é explorar novos caracteres em peixes por meio do Sistema Nervoso Central. Considerando a diversidade e as especializações dos teleósteos, busca-se contribuir para o entendimento da evolução do encéfalo em “tralhotos”, e assim traçar de forma mais precisa a história evolutiva dos Cyprinodontiformes.

MÉTODO E MATERIAIS

Ao total, 23 indivíduos de *A. microlepis* tiveram seus encéfalos analisados. Os exemplares foram medidos com um paquímetro digital com precisão de 0,01 milímetros. As medidas obtidas foram: comprimento total (CT) - da região anterior do focinho ao final da nadadeira caudal, comprimento padrão (CP) - do pedúnculo caudal até a porção anterior do focinho, comprimento da cabeça (CC) - da região anterior do focinho a abertura opercular, altura da cabeça (AC) - da parte ventral ao 1º raio da nadadeira da região dorsal, comprimento intra-orbital (CIO) - região entre os olhos. Os indivíduos também foram pesados (P).

Seguindo as instruções propostas por Datovo e Bockmann (2010), os exemplares foram corados para evidenciar suturas ósseas e cartilagens, facilitando o processo de dissecação e posterior retirada do encéfalo.

Para a dissecação dos animais, seguimos o protocolo proposto por Pereira & Castro (p. 2, 2016) para Characiformes. No entanto, o procedimento foi adaptado, pois o neurocrânio dos peixes da ordem Cyprinodontiformes apresenta diferenças significativas em relação aos Characiformes. Por exemplo, enquanto os Characiformes possuem uma cabeça lateralmente achatada, nos peixes do gênero *Anableps* ocorre o oposto; uma expansão lateral. Sabe-se que os ossos frontais nesses peixes são expandidos dorso-lateralmente para acomodar os olhos modificados (Parenti, 1981).

Utilizando um Estereomicroscópio, com câmera LEICA MC160 HD acoplada, os encéfalos retirados no processo de dissecação tiveram suas medidas topográficas coletadas. As medidas foram: Comprimento Total do Encéfalo (CTe), Largura do Encéfalo (Le) e Altura do Encéfalo (Ae). Ainda com o Estereomicroscópio, fornecendo uma precisão de 0,0001 mm, foi possível medir as estruturas encefálicas. As estruturas do encéfalo medidas foram: *bulbus olfactorius*;

telencephalon, tectum opticum, torus longitudinalis, hypothalamus, lobus inferior hypothalamus, corpus cerebellaris, eminentia granularis, lobus vagi, lobus facialis e medula oblongata.

O material examinado foi coletado na Ilha de Algodoal, localizada no Estado do Pará, Brasil. O lote consiste em 40 exemplares de *Anableps microlepis*, com comprimento padrão variando de 80,8 mm a 218,1 mm. Essas espécimes estão atualmente em processo de tombamento na Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia Sistemática da Universidade Federal do Tocantins.

No mais, o trabalho foi desenvolvido utilizando os Laboratórios de Ictiologia Sistemática da Coleção de Peixes da Universidade Federal do Tocantins e o de Biodiversidade do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação (PPGBec), Campus de Porto Nacional.

DADOS E DISCUSSÃO

DESCRIÇÃO DO ENCÉFALO

Os limites do encéfalo utilizados na análise para *A. microlepis* são a região anterior do bulbo olfatório, posteriormente a inserção do nervo olfatório e a inserção posterior do nervo spino-occipital (Figura 1).

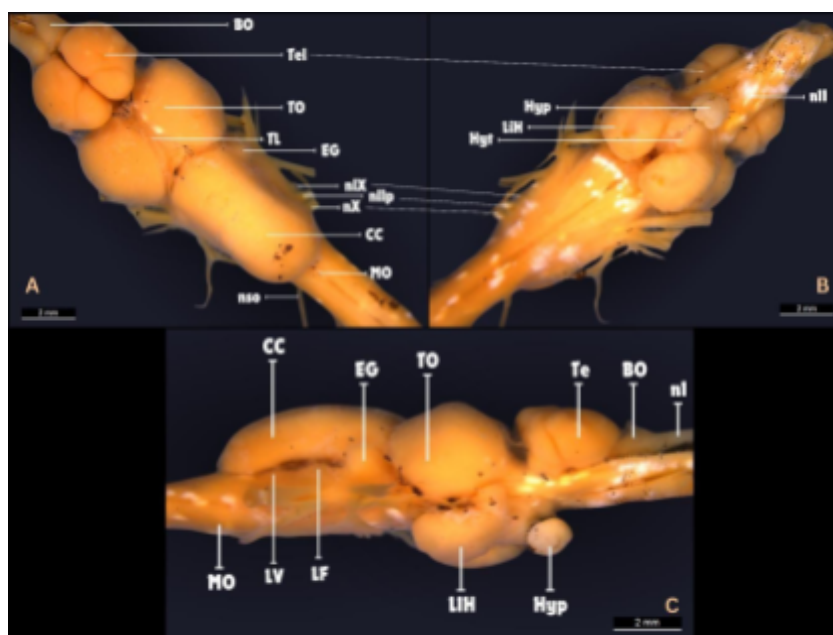


Figura 1 - Subdivisões do encéfalo de *Anableps microlepis*, 06Mi (180,6 mm CP). (A) vista dorsal, (B) vista ventral, (C) vista lateral. BO, bulbus olfactorius; CC, corpus cerebelli; EG, eminentia granularis; LIH, lobus inferior hypothalami; Hyt, hypothalamus; Hyp, hypophysis; LF, lobus facialis; LV, lobus vagi; MO, medulla oblongata; NI, nervus olfactorius; NII, nervus opticus; nIX, nervus glossopharyngeus; nllp, nervus lineae lateralis posterior; nso, nervus spino-occipitales; NX, nervus vagus; TL, torus longitudinalis; TO, tectum opticum.

Observações preliminares apontam um encéfalo comprido e achatado dorso-ventralmente, mais largo na região mesencefálica onde se localiza o Teto óptico.

Telencéfalo

O Bulbo Olfatório, estrutura mais rostral do telencéfalo, possui formato arredondado com uma leve ampliação distal. Lateralmente, a estrutura perde seu formato esférico e se mostra mais retilínea. O nervo olfatório está inserido no bulbo olfatório ventro-lateralmente em sua porção anterior. O *Telencephalon dorsale* se localiza posteriormente ao bulbo olfatório, apresenta reentrâncias e possui um formato oval. Na extremidade posterior dorsal dos lobos do *telencephalon* existe uma proeminência aparente. A proeminência em cada lóbulo se encontra com a proeminência vizinha centralmente. O *Telencephalon ventrale* também apresenta reentrâncias com proeminência na extremidade posterior. Essa elevação aparente não se encontrar com a elevação do lóbulo vizinho centralmente, como ocorre no *Telencephalon dorsale*.

Mesencéfalo

O mesencéfalo porta um *tectum opticum* bem desenvolvido, liso e arredondado. A estrutura corresponde a 22,85% do volume total do

encéfalo e contém entre seus lobos um *torus longitudinalis* comprido que acompanha os lóbulos mesencefálicos desde a lateral central da extremidade anterior até a posterior. Os *nervus opticus* partem da lateral rostral do tectum opticum, se sobrepõem em um quiasma óptico e são largos e robustos. O *torus lateralis* não foi identificado.

Diencefalo

Localizado precisamente abaixo do Mesencefalo, o diencefalo apresenta um *lobus inferior hypothalami* levemente alongado e triangular. O *hypothalamus* é inserido entre os lóbulos inferiores mais rostralmente, sendo mais desenvolvido em largura que em comprimento. Posterior ao *hypothalamus*, existe uma aba repartida centralmente que aparenta ser um prolongamento do *hypothalamus* e se localiza imediatamente abaixo da *hypophysis* (figura 2), estrutura arredondada e robusta que, durante o processo de dissecção, é facilmente perdida. A *hypophysis* se funde látero-ventralmente ao *hypothalamus*, sendo as estruturas próximas em tamanho. O *saccus vasculosos* não foi identificado.

Rombencéfalo e Medula Oblongata

O *corpus cerebelli* representa a maior parte do rombencéfalo. Em *A. microlepis* o cerebelo é bastante robusto, cilíndrico e achatado dorso-ventralmente. A eminentia granularis está inserida lateralmente na região marginal anterior do *corpus cerebelli*, é verticalmente alongada e esférica em vista dorsal. O cerebelo, demasiadamente longo, se sobrepõe ao *lobus facialis*, *lobus vagi* e área postrema, dificultando a observação dessas regiões. Removendo o cerebelo, é possível observar o *lobus vagi* bem desenvolvido, falciforme e com uma grande evaginação central. O *lobus facialis* é menor que o *lobus*

vagi e apresenta lóbulos distantes, adjacentes a lateral anterior e distal em relação ao centro do *lobus vagi*. A área postrema, localizada caudalmente ao *lobus vagi*, não é tão proeminente, afilando-se caudalmente. Já a *medulla oblongata* é cilíndrica, sendo mais larga na região próxima ao cerebelo e apresenta uma leve evaginação central que se prolonga pela *medulla spinalis*. Os nervos spino-occipitais são inseridos látero-ventralmente, marcando o fim da *medulla oblongata* e o começo da *medulla spinalis*.

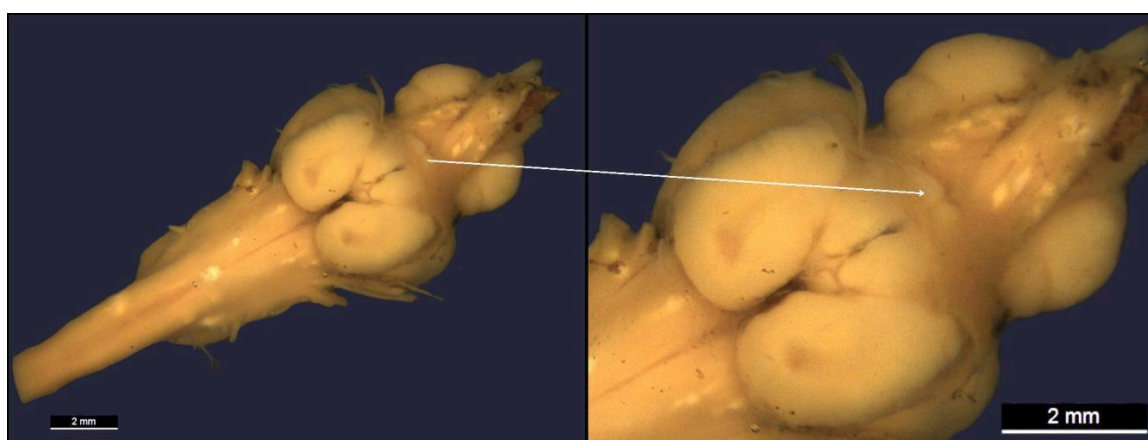


Figura 2 - A seta indica a estrutura em formato de “aba” que aparenta ser um prolongamento do *Hypothalamus* (exemplar 11Mi; CP: 142 mm). O exemplar analisado perdeu o Hypophysis durante a dissecação.

COEFICIENTE ENCEFÁLICO (CE)

O coeficiente encefálico é um conceito que relaciona o tamanho do cérebro de uma espécie com o seu tamanho corporal. O coeficiente é obtido dividindo o valor observado do encéfalo pelo valor esperado de acordo com a reta de regressão ou sendo a razão entre o peso do peixe e do encéfalo logaritmizados.

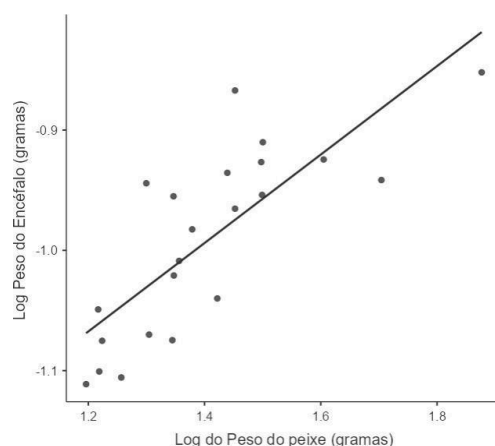
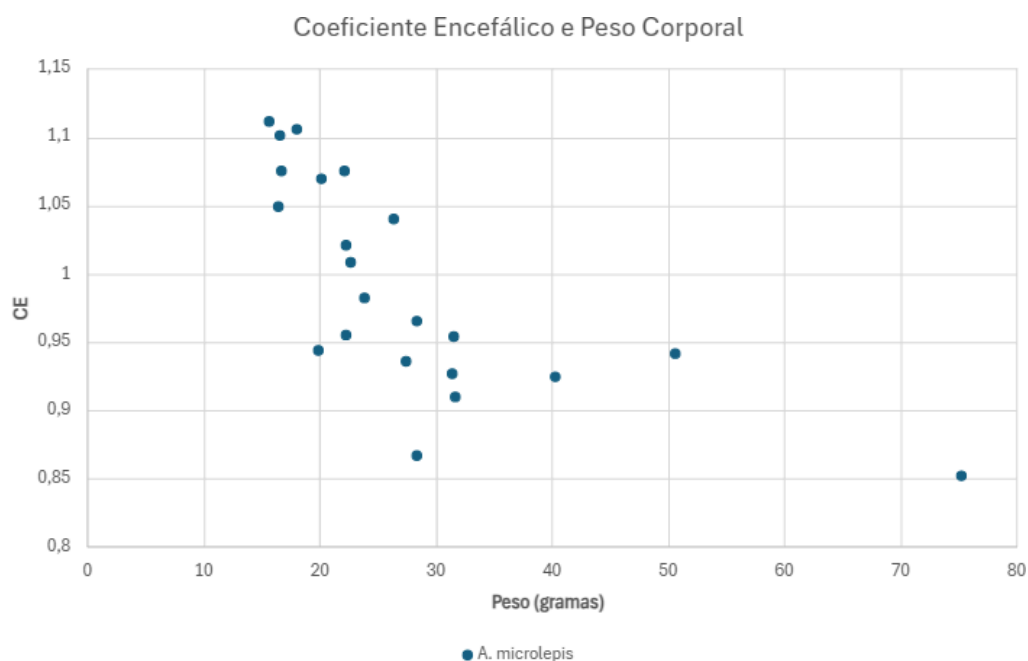


Gráfico 1 - Coeficiente encefálico dos indivíduos de *Anableps microlepis*.

Existe uma forte relação entre espécies com o tamanho corporal reduzido e um alto coeficiente encefálico. O menor exemplar apresentou o maior valor para o CE (13Mi - peso: 15,7 - CE: 1,11), enquanto o maior apresentou o menor CE (06Mi - peso: 75,3 gramas -



CE: 0,85). A média para o coeficiente encefálico da espécie *A. microlepis* é aproximadamente 0,99.

Gráfico 1 - Relação do Peso corporal e Coeficiente Encefálico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O encéfalo de *Anableps microlepis* se assemelha ao de um *Salmo gairdneri*, encéfalo considerado generalizado em teleósteos de acordo com Nieuwenhuys et al. (1998). Dentro de Cyprinodontiformes, podemos comparar com um dos poucos trabalhos que analisaram o encéfalo de peixes da ordem. Segundo Fernández et al. (2011), os rivulídeos do gênero *Austrolebias*, conhecidos como peixes anuais, também apresentam encéfalos similares ao encéfalo generalizado de teleostei (*Salmo gairdneri*) e com o de *A. microlepis*. No entanto, algumas regiões como o *corpus cerebelli* é relativamente menos desenvolvido em *Austrolebias* e ocupa 4,15% do volume total do encéfalo, enquanto que em *A. microlepis* chega a 10%.

Era esperado que o *tectum opticum* em *A. microlepis* fosse bastante desenvolvido, e, de fato, apresenta certa robustez. Em comparação com as três espécies analisadas por Fernández et. al (2011), o *tectum opticum* ocupa cerca de 8,85% do volume encefálico total. Em *A. microlepis* essa porcentagem chega a 22,85%. Mais análises devem ser feitas para inferir se o tamanho do *tectum opticum* de *A. microlepis* é de fato acima da média para peixes Teleósteos.

Durante a pesquisa, uma estrutura informalmente denominada de “aba” foi identificada. Essa estrutura está localizada na região anterior ao hipotálamo, imediatamente abaixo da hipófise. A estrutura, que aparenta ser um prolongamento do *hypothalamus*, não apresenta semelhança com nenhuma estrutura previamente descrita. Portanto, consideramos relevante destacar essa peculiaridade, uma vez que existe a possibilidade de que ela represente um caráter potencialmente unificador entre táxons.

REFERÊNCIAS

CERVIGON, Fernando et al. Guia de campo de las especies comerciales marinas y de agua salobres de la costa septentrional. Venezuela: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992. 513 p.

DALGALARRONDO, Paulo. Evolução do cérebro: sistema nervoso, psicologia e psicopatologia sob a perspectiva evolucionista. Porto Alegre: Artmed, 2014. *e-Book*.

DATOVO, Alessio; BOCKMANN, Flávio Alicino. Dorsolateral head muscles of the catfish families Nematogenyidae and Trichomycteridae (Siluriformes: Loricarioidei): comparative anatomy and phylogenetic analysis. Neotropical Ichthyology, v. 8, n. 2, p. 193-246, 14 Jul 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ni/a/VpdvNz34sq9mjC9PrBzYsmd/> . Acesso em: 10 mar, 2024.

FERNANDÉZ, Anabel et al. Proliferation zones in the brain of adult fish Austrolebias (Cyprinodontiform: Rivulidae): A comparative study. Neuroscience. v.189, p. 12-24. 25 ago, 2011. Disponível

em:
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306452211006531?casa_token=irvMPqbO7qc_AAAAA:Xk7-2gODGoMyBu_xFnr8zCFfyIKlbLT2ZZA4foulOHAJBcGSJWiJBuc0EmKW_h8sZStWbFkG98n5. Acesso em: 01 set, 2024.

KOTRSCHAL, Kurt; VAN STAADEN, Moira; HUBER, Robert. Fish brains: evolution and environmental relationships. Review in Fish Biology and Fisheries, v. 8, n. 4, p 373-408, 30 Nov 1998. Disponível em: <https://caspar.bgsu.edu/~lobsterman/Page/Papers/1998KotVanHub.pdf> . Acesso em: 10 mar, 2024.

MILLER, Robert Rush. Ecology, Habits And Relationships Of The Middle American Cuatro Ojos, Anableps dowi (Pisces : Anablepidae). American Society Of Ichthyologists And Herpetologists. v.1, p. 82 - 91, 20 Feb, 1979. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1443732>. Acesso em: 01 set, 2024.

NASCIMENTO, Francylenna Lima do; ASSUNÇÃO, Maria Ivaneide da Silva. Ecologia reprodutiva dos tralhotos Anableps anableps e Anableps microlepis (Pisces: Osteichthyes: Cyprinodontiformes: Anablepidae) no rio Paracauari, ilha de Marajó, Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 3, n. 3, p. 229-240, 20 dez 2008. Disponível em: <https://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/1470>. Acesso em: 10 mar, 2024.

NIEUWENHUYIS, Rudolf; TEN DONKELAAR, Han; NICHOLSON, Charles. The central nervous system of vertebrates. Berlin: Springer-Verlag. Vol. 2, 1998. p 759–938.

OLIVERIA, Valéria de Albuquerque; FONTOURA, Nelson Ferreira; MONTAG, Luciano Fogaça de Assis. Reproductive characteristics and the weight-length relationship in *Anableps anableps* (Linnaeus, 1758) (Cyprinodontiformes: Anablepidae) from the Amazon Estuary. *Neotropical Ichthyology*. v. 9, n. 4, p. 757–766. 26 dez, 2011. Disponível em: Artigo01P127-42 (scielo.br). Acesso em: 01 set, 2024.

PARENTI, Lynne. A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History*. v.168, n. 4, p. 335-357. 1981. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1570854175939343232>. Acesso em: 01 set, 2024.

PEREIRA, Thiago Nilton Alves; CASTRO, Ricardo Macêdo Corrêa. The brain of *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1850) (Teleostei: Characiformes: Bryconidae): gross morphology and phylogenetic considerations. *Neotropical Ichthyology*, v. 14, n. 3, e150051, 15 Set, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ni/a/FGFVkdS5Kp7JhmvG5YgHf9n/?format=pdf&lang=e>. Acesso em: 13 mar, 2024.

PUPO, Fabio Müller; BRITO, Marcelo Ribeiro de. Comparative gross encephalon morphology in *Callichthyidae* (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes). *Neotropical Ichthyology*, v. 16, n. 4, e170162, 18 out, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ni/a/bWCxc9ZnQBVWytJtZnbvzVr/?lang=en>. Acesso em: 10 mar, 2024.

WEITZMAN, Stanley Howard. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized Characidae fish, with an osteological definition of the family. *Stanford Ichthyological Bulletin*, v. 8, n. 1, p. 1-77, 1962.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 8

ANATOMIA ENCEFÁLICA DE *Aspidoras eurycephalus* Nijssen & Isbrucker 1976 (SILURIFORMES: ALLICHTHYIDAE)

Jaqueline Fernandes Gomes¹
Thiago Nilton Alves Pereira²

RESUMO

Este estudo visa analisar a anatomia encefálica de diferentes espécies do gênero *Aspidoras*, pertencentes à família *Callichthyidae*. Com foco nas espécies *Aspidoras albater*, *Aspidoras poecilus*, *Aspidoras taurus*, e *Aspidoras eurycephalus*, em especial a pesquisa comparou suas morfologias encefálicas com intuito de saber se as espécies *A. eurycephalus* e *A. taurus* apresentariam diferenças em relação a *A. albater* uma vez que foram consideradas sinônimas da mesma. Foram amostrados 35 exemplares, sendo destes 15 da espécie *A. albater*, 15 da espécie *A. poecilus* e 5 da espécie

A. taurus, foi mensurado as medidas morfológicas dos indivíduos e dos encéfalos, como também ocorreu a pesagem corporal dos animais e a pesagem encefálica. As análises revelaram variações morfológicas significativas entre as espécies, como diferenças na forma do *Ventriculli quarti*, *Torus lateralis*, e *Lobus vagi*, indicando potenciais adaptações funcionais ao ambiente. *Aspidoras eurycephalus* apresentam características menos desenvolvidas em relação às outras espécies, sugerindo uma possível distinção funcional. Essa pesquisa contribui para ampliar o conhecimento sobre a diversidade morfológica encefálica do gênero *Aspidoras* e reforça a importância de estudos neuroanatômicos para a compreensão das interações das espécies com o ambiente.

Palavras-chave: *Aspidoras*; Sistema Nervoso Central (SNC); Corydoradinae.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, jaqueline.fernandes@mail.uft.edu.br.

² Docente do Curso de Ciências Biológicas/Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação, Laboratório de Ictiologia Sistemática, Universidade Federal do Tocantins, Campus de Porto Nacional, thiago.na@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

A região neotropical, que engloba a zona tropical da América e parte da plataforma continental, abriga uma rica diversidade de ambientes, climas e topografias, resultando em uma variedade notável de espécies (NARVÁEZ-GÓMEZ et al, 2018). O grupo de vertebrados Osteichthyes se destaca nesse contexto, sendo o mais diverso em termos de riqueza de espécies e número de indivíduos, destacando-se principalmente pela presença do osso endocondral. Dentro dessa classe, tem-se Actinopterygii, caracterizada pelo desenvolvimento de nadadeiras raiadas (FRIEDMAN; BRAZEAU, 2010), englobando a classe Siluriformes, que, por sua vez, compreende 40 famílias e cerca de 7.394 espécies válidas, o qual reflete uma ampla complexidade taxonômica e distribuição global (FRICKE; ESCHMEYER; FONG, 2024).

Dentre as famílias da ordem Siluriformes, destaca-se a Callichthyidae, que abriga oito gêneros e aproximadamente 200 espécies válidas, sendo reconhecida pela presença de duas séries longas de placas ósseas nas laterais do corpo e distribuindo-se por quase todas as bacias de água doce da América do Sul (TENCATT; BICHUETTE, 2017; DIAS, 2022). A família Callichthyidae possui duas subfamílias, Callichthyinae e Corydoradinae, sendo esta última composta pela tribo Aspidoradini, que inclui o gênero *Aspidoras* Ihering, 1907, com registro de 26 espécies (ESCHMEYER; LAAN; FRICKE, 2024). Tencatt et al. (2022) revisaram o gênero *Aspidoras* e propuseram que as espécies *Aspidoras eurycephalus* e *Aspidoras taurus* como sinônimos de *Aspidoras albater*. No entanto, Pupo (2011) realizou estudos comparativos da anatomia externa do sistema nervoso central da família Callichthyidae, incluindo exemplares de *Aspidoras albater*, *Aspidoras microgaleus* e *Aspidoras poecilus*. Diante da divergência de resultados, é crucial uma análise comparativa entre esses estudos, especialmente considerando que exemplares de *A.*

eurycephalus examinados na Coleção de Peixes da UFT apresentam morfologias encefálicas distintas das observadas por Pupo (2011).

Os estudos sobre o Sistema Nervoso Central (SNC) em peixes, apesar da sua importância na sistemática, ainda carecem de atenção, representando apenas 1% das características morfológicas abordadas em revisões sistemáticas (DATOVO & VARI, 2014; ABRAÃO & SHIBATTA, 2015). O SNC, devido à sua diversidade de forma e arranjo, desempenha um papel crucial na integração com diferentes partes do corpo (PUPO, 2011). Nesse contexto, este estudo visa analisar e descrever a anatomia encefálica de *Aspidoras eurycephalus*, ampliando a compreensão para indivíduos na bacia Tocantins-Araguaia e comparando-as com as morfologias observadas em *A. albater*. Essa análise contribuirá para futuras investigações ictiológicas relacionadas ao SNC e proporcionará uma melhor compreensão da diversidade e taxonomia dessas espécies.

MÉTODO E MATERIAIS

A pesquisa em andamento foi conduzida nos Laboratórios de Ictiologia Sistemática da Coleção de Peixes da Universidade Federal do Tocantins e de Biodiversidade do Programa de Pós- Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação (PPGBec), localizado no Campus de Porto Nacional. Com amostragem de 35 exemplares, sendo destes 15 da espécie *Aspidoras albater*, 15 da espécie *Aspidoras poecilus* e 5 da espécie *Aspidoras taurus*, podendo ser visto nas tabelas 2, 3 e 4. Com auxílio de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm todos os exemplares foram medidos em seu comprimento total (CT) - da região anterior do focinho ao final da nadadeira caudal, comprimento padrão (CP) - do pedúnculo caudal até a porção anterior do focinho, comprimento da cabeça (CC) - da região anterior do focinho à abertura opercular, altura da cabeça (AC) - da parte ventral ao 1º raio da nadadeira dorsal, largura da cabeça (LC) - de um lado a outro da extremidade lateral da cabeça e a distância entre os

olhos (DeO) - medida entre as órbitas oculares. Em seguida, procedeu-se à pesagem (P) dos indivíduos.

Os exemplares foram adequadamente preparados para a dissecção, submetendo-os a uma dupla coloração destinada a ossos e cartilagens (DATOVO; BOCKMANN, 2010), com o objetivo de melhorar a observação das estruturas cranianas e, por conseguinte, facilitar a remoção de cartilagens e ossos adjacentes ao encéfalo.

A dissecção está sendo realizada seguindo a metodologia proposta por Pupo (p. 16, 2011) para Callichthyidae, com a observância dos passos a seguir:

- 1) Retirada da pele sobre a câmara nasal para observação de seu formato e contagem do número de lamelas do epitélio nasal;
- 2) Retirada da pele da cabeça do exemplar, raspando com auxílio de mini espátula até a visualização das suturas dos ossos formadores do topo do crânio;
- 3) Retirada da placa nugal e três placas dérmicas dorsais posteriores a esta de ambos os lados do corpo do exemplar (para Callichthyidae);
- 4) Retirada da musculatura para exposição do aparelho de Weber e estruturas associadas;
- 5) Incisão nas suturas ao redor do osso supraoccipital;
- 6) Incisão nas suturas entre os ossos pterótico composto e esfenótico;
- 7) Incisão nas suturas entre os ossos esfenótico e frontal;
- 8) Corte longitudinal no crânio, a altura vertical da tangente dorsal do globo ocular, iniciando sob onde estaria a terceira placa dérmica (já retirada) e terminando na margem posterior do globo ocular, com objetivo de separar as superfícies dorsal e ventral dos ossos laterais do crânio.
- 9) Retirada do osso supraoccipital;
- 10) Retirada do osso frontal e tecido dérmico rostral;
- 11) Retirada da parte dorsal dos osso pterótico composto em ambos os lados;
- 12) Retirada da parte dorsal dos osso esfenótico em ambos os lados. Esses dois últimos passos (11 e 12) merecem atenção especial pois a quebra brusca destes ossos pode danificar o diencéfalo (região entre o tectum opticum e o telencephalon, onde está localizado, em vista dorsal, o ganglion habenulae), isolando o telencephalon e estruturas anteriores do restante do encéfalo;
- 13) Retirada da superfície dorsal do aparelho de Weber e estruturas associadas;
- 14) Retirada do tecido envolvente ao cérebro.
- 15) Corte transversal do cordão nervoso (medula espinhal) a altura da margem posterior do aparelho de Weber;
- 16) Corte transversal do nervus vagus (N. X) eferentes do lobus vagi em ambos os lados;
- 17) Corte transversal do grupo de nervos referente a área octavolateralis (nervus trigeminus (N.V), nervus facialis (N.VII), nervus octavus (N.VIII, porções anterior e posterior), nervus linea lateralis anterior (N.IIa), nervus linea lateralis posterior (N.IIb)) eferentes da área lateral do cerebellum em ambos os lados;
- 18) Corte transversal do nervus opticus em ambos os

lados; 19) Corte transversal do nervus olfactorius em ambos os lados; 20) Retirada do encéfalo, delicadamente, com auxílio de pinça. Esta etapa requer atenção especial pois ventralmente ao tronco.

Após a dissecação e retirada dos encéfalos, foram mensuradas as medidas topográficas, ou seja, Comprimento Total do Encéfalo (CTe), Largura do Encéfalo (Le), Altura do Encéfalo (Ae) e Peso encefálico (Pe). Em sequência, serão medidas as estruturas encefálicas, com auxílio de um Estereomicroscópio, com sistema de captura de imagens LEICA MC160 HD acoplado, com precisão de 0,0001 mm, permitindo a medição de estruturas muito pequenas. As estruturas que serão medidas incluirão: *Bulbus olfactorius*; *Telencephalon*; *Tectum opticum*; *Hypothalamus*; *Lobus inferior hypothalamus*; *Hipófise*; *Corpus cerebellaris*; *Eminentia granularis*; *Lobus vagi*; *Medulla oblongata*; e Roseta nasal. Por fim, será realizada uma análise comparativa da morfologia do SNC das espécies definidas para o presente estudo.

Material examinado

Tabela 1: Identificação do material examinado.

Espécie		Lote	
<i>Aspidoras albater</i>	UNT014808	UNT014797	UNT021683
<i>Aspidoras poecilus</i>	UNT 008883	UNT005523	UNT005524
<i>Aspidoras taurus</i>	UNT016430	UNT016357	–

Fonte: Autores, 2024

Os lotes que englobam exemplares da espécie *A. albater* são os seguintes: UNT014808, proveniente de Goiás (Santa Teresina do Goiás - córrego Dois Irmãos em 2015); UNT01479, também oriundo de Goiás (Cavalcante - rio Comundanga em 2015); e UNT021683, do Tocantins (Palmas - Jusante da Cachoeira da Roncadeira em 2022, no contexto

do PPGBec). Já os lotes que dizem respeito a espécie *A. poecilus* são todos do Tocantins, a saber: UNT 008883 (São Salvador do Tocantins - córrego Queda D'água em 2005), UNT005523 (Paranã - córrego Lageado em 2000) e UNT005524 (Paranã - córrego Taboca em 2000). Por fim, os lotes contendo a espécie *A. taurus* têm origem em Goiás, sendo UNT016430 (Indiara - rio Capivari em 2010) e UNT016357 (riacho nas proximidades de Damolândia - Fialho em 2010).

DADOS E DISCUSSÃO

DESCRIÇÃO COMPARADA

Os encéfalos dos indivíduos deste gênero apresentam algumas diferenças, como ilustrado nas figuras 1, 2, 3 e 4 em anexo. De maneira geral, o encéfalo é alongado e robusto. A *Medulla oblongata* é cilíndrica ao longo de sua extensão, seguindo a morfologia do cordão espinal. A Área postrema é moderadamente desenvolvida, com uma forma trapezoidal, e sua região posterior apresenta dois arredondamentos pareados em *Aspidoras taurus*, *Aspidoras albater* e *Aspidoras eurycephalus*, enquanto em *Aspidoras poecilus* é inconspícua em vista dorsal. A região do *Ventriculli quarti* é côncava e alongada, em contato direto com o *Corpus cerebellaris* na porção posterior, nas espécies

A. taurus e *A. albater*. Em *A. poecilus*, o *Ventriculli quarti* entra em contato com a *Eminentia granularis*, em *A. eurycephalus* é menos desenvolvido. O Lobus vagi é bem desenvolvido, pareado, formando uma protuberância e ocupando a região posterior do rombencéfalo em todas as espécies. No entanto, sua morfologia diverge: a abertura entre os lóbulos de *A. taurus* tem formato de triângulo invertido afilado, com margens laterais externas mais lineares; em *A. poecilus*, o formato é mais retangular afilado, com margens laterais externas

arredondadas; já em *Aspidoras albater*, o formato é semelhante ao de *A. taurus*, mas com o final do afilamento arredondado, já em *A. eurycephalus* não apresenta abertura. O *Lobus facialis* e a *Eminentia granularis* são bem desenvolvidos, formando abas lateralizadas localizadas anteriormente ao *Lobus vagi* e posteriormente ao *Corpus cerebellaris*.

O *Corpus cerebellaris*, em vista dorsal, é aproximadamente triangular e menor que o *Tectum mesencephali*. em *A. taurus*, *A. poecilus* e *A. albater*, sendo que esse último tem essa característica mais marcante, em *A. eurycephalus* apresenta um formato losangular, além disso, quando visto lateralmente sua superfície apresenta um formato mais linear, em *A. albater*, enquanto que em *A. poecilus* e *eurycephalus* tem um formato convexo, e *A. taurus* apesar de ser mais linear é levemente curvo quando comparado com *A. albater*. O *Torus longitudinalis* é pouco desenvolvido, localizado entre o *Tectum opticum*. O *Tectum opticum* é altamente desenvolvido, sob a forma de estruturas pareadas, ovaladas e lisas. O *Nervus opticum* é moderadamente desenvolvido.

O Diencefalo é bem desenvolvido e dividido; o *Saccus vasculosus* é ausente e/ou inconspícuo. O *Torus lateralis* é moderadamente desenvolvido, localizado entre o *Hypothalamus* e o *Lobus lateralis hypothalami* na região mais anterior. Em *A. taurus*, ele é conspícuo tanto em vista lateral quanto ventral, enquanto em *A. poecilus* e *A. albater* ele é inconspícuo em vista lateral, sendo que em *A. eurycephalus* é inconspícuo tanto em vista lateral quanto em vista ventral. O *Hypothalamus* é desenvolvido horizontalmente; o *Lobus inferior hypothalami* é menor em tamanho que o *Hypothalamus*, exceto em *A. eurycephalus*, apresenta algumas reentrâncias, mais destacadas em *A. albater*. O *Lobus lateralis hypothalami* é bem

desenvolvido. A *Hypophysis* é uma estrutura ovalada localizada sob o *Hypothalamus*.

O *Telencephalon dorsale* é totalmente ovalado e liso em *A. taurus*, *A. poecilus* e *A. eurycephalus*, já em *A. albater*, ele é mais afilado, sendo em todos moderadamente desenvolvidos e menores que o *Tectum opticum*. O *Bulbus olfactorius* é sésil, e sua inserção localiza-se à frente do *Telencephalon ventrale*; o *Bulbus olfactorius* é mais largo na base, estreitando-se na porção distal, exceto em *A. albater* e *A. taurus* ele é ovóide em vista ventral, enquanto em *A. taurus*, o *Nervus olfactorius* é mais espesso do que nas outras espécies. A *Plicae olfactoriae* é ovalada, com lamelas anteriores e posteriores praticamente linguiformes, apresentando menos de 15 lamelas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo proporciona uma análise comparativa da morfologia encefálica de quatro espécies de *Aspidoras*: *A. taurus*, *A. poecilus*, e *A. albater* comparadas a *Aspidoras eurycephalus*, pertencentes à tribo Aspidoradini da subfamília Corydoradinae, dentro da família Callichthyidae. A pesquisa se destaca por contribuir para o conhecimento sobre a anatomia do Sistema Nervoso Central (SNC) dessas espécies, um campo ainda pouco explorado na ictiologia, e que tem relevância significativa para a sistemática e a taxonomia.

A análise comparativa da anatomia encefálica de diferentes espécies do gênero *Aspidoras* revelou variações importantes nas estruturas do Sistema Nervoso Central (SNC), contribuindo para a compreensão das peculiaridades morfológicas entre as espécies estudadas. *A. eurycephalus*, em particular, demonstrou características encefálicas distintas em relação a outras espécies, como *A. albater* e *A. poecilus*,

destacando-se por sua morfologia menos desenvolvida em áreas como o *Ventriculli quarti* e *Torus lateralis*. Essas variações anatômicas sugerem potenciais diferenças funcionais e adaptativas relacionadas ao ambiente e comportamento dessas espécies, enfatizando a importância de estudos aprofundados sobre o SNC para a taxonomia e a ecologia de peixes neotropicais.

Além de contribuir para a compreensão da diversidade morfológica do SNC em Callichthyidae, este trabalho estabelece uma base para futuros estudos que investiguem as relações filogenéticas dentro do gênero *Aspidoras* (*próxima etapa de estudo*), utilizando não apenas caracteres externos, mas também dados neuroanatômicos. Ademais, os resultados obtidos podem ajudar a esclarecer questões sobre o comportamento e a ecologia dessas espécies, uma vez que o SNC desempenha um papel importante na interação das espécies com o ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, V. P.; SHIBATTA, O. A. Gross morphology of the brain of *Pseudopimelodus bufonius* (Valenciennes, 1840)(Siluriformes: Pseudopimelodidae). *Neotropical Ichthyology*, v. 13, p. 255-264, 2015.
- DIAS, A. C. Identificação molecular e relações filogenéticas da família Callichthyidae (Actinopterygii: Siluriforme). Orientador: Dr. Claudio de Oliveira. 216 f. Tese (Doutorado) - Programa de PósGraduação Stricto sensu em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/217056/dias_ac_dr_bot.pdf?sequence=3> acessado em: 30 ago.. 2024.
- DATOVO, A.; BOCKMANN, F. A. Dorsolateral head muscles of the catfish families Nematogenyidae and Trichomycteridae (Siluriformes: Loricarioidei): comparative anatomy and phylogenetic analysis. *Neotropical Ichthyology*, v. 8, p. 193-246, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ni/a/VpdvNz34sq9mjC9PrBzYsmd/?lang=en>> acessado em: 10 set. 2024.
- DATOVO, A. VARI, R. P. The adductor mandibulae muscle complex in lower teleostean fishes (Osteichthyes: Actinopterygii): comparative anatomy, synonymy, and phylogenetic implications, *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 171, ed. 3, p. 554-622, 2014. Disponível em: <<https://academic.oup.com/zoolinnean/article/171/3/554/2453091?login=true>> acessado em: 10 set. 2024.
- ESCHMEYER, W.; LAAN, R. V. D.; FRICKE, R. Eschmeyer's Catalog of Fishes. Online Version, 2024. Disponível em: <<https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>> acessado em: 4 set. 2024.
- FRIEDMAN, Matt; BRAZEAU, Martin D. A reappraisal of the origin and

basal radiation of the Osteichthyes. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 30, n. 1, p. 36-56, 2010

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. ; FONG, J. D. Genera/Species of Fishes by Family/Subfamily In Eschmeyer's Catalog of Fishes. Online Version, 2024. Disponível em:

<<https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>> acessado em: 4 set. 2024.

NARVÁEZ-GÓMEZ, Juan Pablo et al. Biogeografia neotropical: história e conceitos. BOT NICA NO INVERNO 2018 Organizadores Laboratório de Algas Marinhas, p. 145. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/326838837_Biogeografia_Neotropical_historia_e_conceitos_in_Portuguese/citations>acessado em: 17 agos. 2024.

NIJSSEN H.; ISBRUCKER I. J. H. The South American Plated Catfish genus *Aspidoras* R. von Ihering, 1907, with descriptions of nine new species from Brazil (Pisces, Siluriformes, Callichthyidae), Institute of Taxonomic Zoology, University of Amsterdam, The Netherlands, 1976. Disponível

em:

<https://www.researchgate.net/publication/311765236_The_South_American_plated_catfish_genus

[_Aspidoras_R_von_Ihering_1907_with_descriptions_of_nine_new_species_from_Brazil_Pisces_Siluriformes_Callichthyidae](https://www.researchgate.net/publication/311765236_The_South_American_plated_catfish_genus)> acessado em: 02 set. 2024.

PUPO, F. M. R. S. Anatomia comparada da morfologia externa do sistema nervoso central da família Callichthyidae (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes) e suas implicações filogenéticas. Orientador: Marcelo Ribeiro de Britto. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia). Rio de Janeiro: UFRJ/MN, 2011. Disponível em:

<<http://objdig.ufrj.br/71/teses/782245.pdf>> acessado em: 02 set. 2024

TENCATT, L. F. C. BICHUETTE, M. E. *Aspidoras mephisto*, new species: The first troglobitic Callichthyidae (Teleostei: Siluriformes) from South America, PLOS ONE, 2017. Disponível em:
<<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0171309#pone.0171309.ref001>>
https://brill.com/view/journals/btd/46/1/article-p107_6.xml> acessado em: 30 ago. 2024.

TENCATT, L. F. C.; BRITO, M. R.; ISBRUCKER, I. J. H.; PAVANELLI, C. S. Taxonomy of the armored catfish genus *Aspidoras* (Siluriformes: Callichthyidae) revisited, with the description of a new species, Neotropical Ichthyology, 2022. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ni/a/bxLjdgmQ7bg6CTg8WrcV3WH/?fbclid=IwAR29wb-yXgmvC72rEp1LvHlwJQQyi20jUSQMRCVZm1JBSMvJysR0_MHrqAQ> acessado em: 10 set. 2024.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa - Governo do Tocantins.

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

ANEXOS

Tabela 2: dados morfométricos da espécie *A. albater*

TOMBO	Nº	DADOS MORFOMÉTRICOS DOS ESPÉCIMES <i>A. albater</i>						
		CT (mm)	CP (mm)	CC (mm)	AC (mm)	LC (mm)	DeO (mm)	P (g)
UNT014808	1	40,7	32,2	9,7	7,7	8,4	3,8	0,94
UNT014808	2	36,1	28,6	8,4	6,9	7,5	3,4	0,7
UNT014808	3	35,1	27,4	8,1	6,3	7	3,1	0,61
UNT014808	4	34,5	26,2	7,8	6	6,7	3,2	0,54
UNT014808	5	29,7	22,8	6,5	5,5	5,8	2,7	0,39
UNT014797	1	49,7	38,9	10,7	8,9	9,9	4,1	1,53
UNT014797	2	45,6	35,7	10,3	8,4	9,2	3,8	1,3
UNT014797	3	42,4	33,6	9,7	8,5	8,6	4	1,06
UNT014797	4	39,4	30,2	8,8	7,2	7,9	3,6	0,79
UNT014797	5	38,2	28,1	7,9	6,9	7,1	3,2	0,7
UNT021683	1	42,3	32,6	10,3	8,3	9,6	4	1,18
UNT021683	2	36,9	29,3	8,9	7,1	8,2	3,7	0,82
UNT021683	3	34,9	27,4	8,4	6,8	7,5	3,4	0,65
UNT021683	4	34	25,9	7,6	6,2	7	3	0,54
UNT021683	5	28,5	22	6,5	5,6	6	2,7	0,36

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

Tabela 3: dados morfométricos da espécie *A. poecilus*

TOMBO	Nº	DADOS MORFOMÉTRICOS DOS ESPÉCIMES <i>A. poecilus</i>						
		CT (mm)	CP (mm)	CC (mm)	AC (mm)	LC (mm)	DeO (mm)	P (g)
UNT 008883	1	44,3	34,9	10,6	9	8,6	3,2	1,08
UNT 008883	2	39	29,6	8,8	7	7,2	3	0,76
UNT 008883	3	35,9	26,5	8,4	6,6	7	2,9	0,56
UNT 008883	4	31,5	24	7,1	5,6	5,8	2,5	0,35
UNT 008883	5	29,7	21,6	6,7	5,3	5,4	2,3	0,3
UNT005523	1	35,2	26,2	7,9	6,3	6,6	2,7	0,54
UNT005523	2	33,5	24,6	7,4	6,2	6,3	2,6	0,46
UNT005523	3	32,5	23,4	7,3	5,6	5,7	2,5	0,39
UNT005523	4	31,6	23,3	6,8	5,5	5,8	2,4	0,39
UNT005523	5	30,1	23	6,6	5,4	5,7	2,4	0,35
UNT005524	1	42,5	33,1	9,8	8,1	8,6	3,4	1,02
UNT005524	2	36,2	27,8	8,1	7,1	7,3	3,3	0,63
UNT005524	3	35,8	26,5	7,6	6,4	6,7	3	0,54
UNT005524	4	31	25	7,4	6	6,3	2,7	0,42
UNT005524	5	28	21,5	6,3	5,3	5,5	2,3	0,3

Tabela 4: dados morfométricos da espécie *A. taurus*

TOMBO	Nº	DADOS MORFOMÉTRICOS DOS ESPÉCIMES <i>A. taurus</i>						
		CT (mm)	CP (mm)	CC (mm)	AC (mm)	LC (mm)	De O (mm)	P (g)
UNT016430	1	47	36,1	9,8	9,2	9,9	3,9	1,57
UNT016430	2	40,3	31,7	8,9	8,1	8,5	3,7	0,98
UNT016430	3	36,1	27,6	7,7	7,1	7,4	3,5	0,66
UNT016357	1	39,1	31,4	8,5	7,7	8,8	3,8	0,94
UNT016357	2	35,7	28,6	7,2	6,8	7,8	3,9	0,72

Abreviações: BO, *bulbus olfactorius*; CC, *corpus cerebelli*; EG, *eminentia granularis*; Hli, *lobus inferior hypothalami*; Hll, *lobus lateralis hypothalami*; Hyt, *hypothalamus*; LF, *lobus facialis*; LV, *lobus vagi*; Mpa, porção alar da *medulla spinalis*; Mo, *medulla oblongata*; NI, *nervus olfactorius*; NII, *nervus opticus*; NIII, *nervus oculomotorius*; NX, *nervus vagus*; Vc, *Válvula cerebello*; Tel, *telencephalon*; TL, *torus longitudinalis*; TO, *tectum opticum*.

Figura 1- Subdivisões do encéfalo de *Aspidoras taurus*. UNT 16430 (27,6 mm CP). (A) vista dorsal, (B) vista lateral, (C) vista ventral.

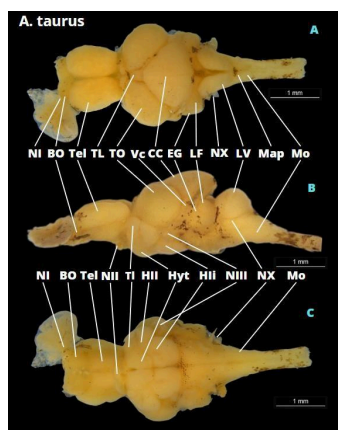


Figura 2- Subdivisões do encéfalo de *Aspidoras poecilus*. UNT 5524 (26,5 mm CP). (A) vista dorsal, (B) vista lateral, (C) vista ventral.

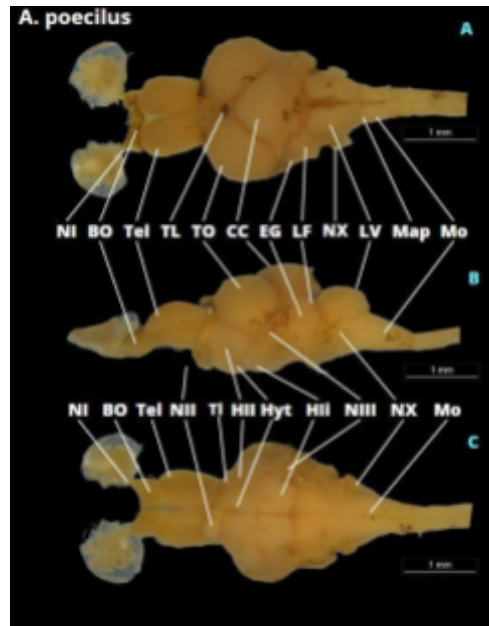


Figura 3- Subdivisões do encéfalo de *Aspidoras albater*. UNT 14808 (32,2 mm CP). (A) vista dorsal, (B) vista lateral, (C) vista ventral.

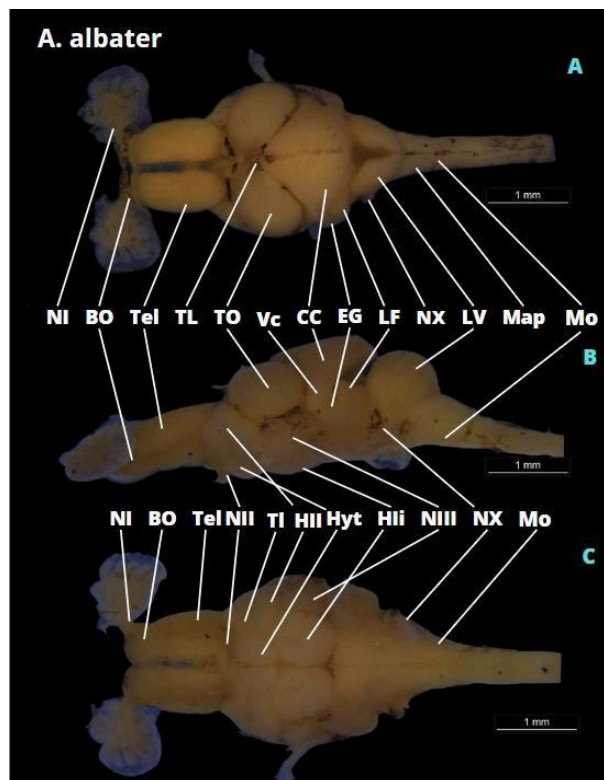
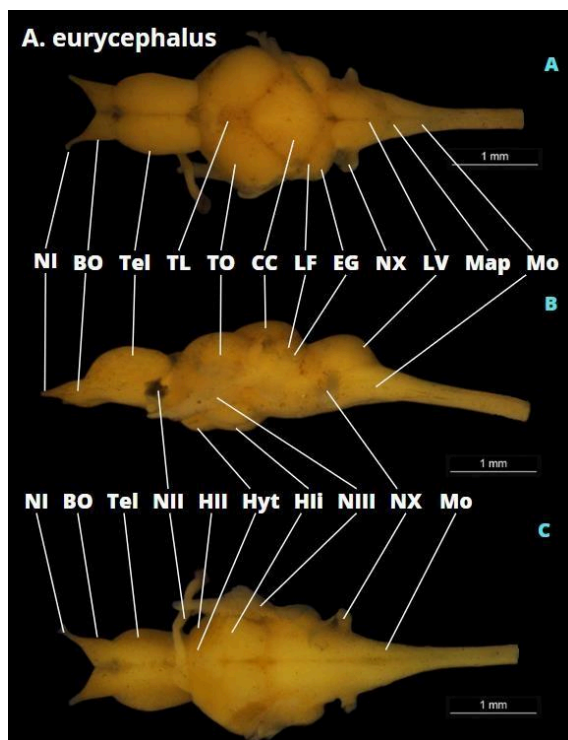


Figura 4- Subdivisões do encéfalo de *Aspidoras eurycephalus*. UNT 104652 (21,60 mm CP). (A) vista dorsal, (B) vista lateral, (C) vista ventral.



Capítulo 9

INVENTÁRIO DE DIPTERA (INSECTA) DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, PORTO NACIONAL, TOCANTINS

Geovanna Piergentili Moura ¹
Tiago Kütter Krolow ²

RESUMO

Frente ao caráter incipiente do conhecimento sobre a fauna de Diptera no Tocantins, inventários faunísticos são de extrema importância. Aqui é apresentado um inventário da fauna de dípteros do Ribeirão São João, em Porto Nacional, com base em exemplares coletados. As coletas foram realizadas entre março e junho de 2023, utilizando armadilhas do tipo Malaise e NZI, além de coletas sequenciais de agosto a dezembro, garantindo uma amostragem abrangente em dois pontos às margens do Ribeirão. No total, foram identificadas 34 famílias de dípteros, dentre essas, 10 famílias foram novos registros para o estado do Tocantins. O Ribeirão São João apresentou uma diversidade significativa, embora a identificação esteja restrita ao nível de família, e não tenha ocorrido a identificação completa do material coletado. Apesar da riqueza registrada, o conhecimento sobre os dípteros na região ainda é limitado, evidenciando a necessidade de mais estudos. A alta diversidade de dípteros no Ribeirão São João, assim como a urgência em registrar as espécies presentes, está relacionada às ações antrópicas crescentes na área, destacando a importância de futuras pesquisas para entender os impactos ambientais sobre esse grupo.

Palavras-chave: Dípteros; Biodiversidade; Cerrado; Checklist.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, Pibic/FAPT, Universidade Federal do Tocantins, geovanna.moura@uft.edu.br

² Doutor em Entomologia, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, krolow@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Os insetos, pertencentes à classe Insecta do filo Arthropoda, contém cabeça, tórax e abdômen, apresentando três pares de pernas, e nos pterigotos, asas (ALMEIDA, MELO 2024). Com mais de 1 milhão de espécies conhecidas (GRIMALDI, ENGEL, 2005) os insetos são encontrados em muitos habitats da Terra e desempenham papéis cruciais nos ecossistemas como polinizadores, decompositores e presas para outros animais. Existem 43 ordens, sendo 30 dessas encontradas no Brasil (RAFAEL *et al.*, 2024). No Brasil, os insetos ainda passam pelo problema do desconhecimento da biodiversidade (LEWINSOHN, PRADO, 2005). Mesmo se tendo hoje, pouco mais de 1 milhão de espécies de insetos descritos, o Brasil abriga pouco mais de 10% da diversidade total conhecida (RAFAEL, FALASCHI, OLIVEIRA, 2023). Em busca de conservar o que conhecemos, deve-se descrever, mapear e medir a biodiversidade (CARVALHO, 2011).

A ordem Diptera, comumente conhecida como moscas, mosquitos, mutucas e pernilongos, é um dos grupos de insetos holometábolos mais estudados, apresentando muitos inventários e catálogos taxonômicos em várias regiões biogeográficas. Compreende, atualmente, 165.000 espécies descritas, em 229 famílias (BÁNKI *et al.*, 2022). Sendo cerca de 10% a 15% da diversidade mundial (YEATES *et al.*, 2007). Seu nome remete à característica de ter duas asas membranosas funcionais bem desenvolvidas, e um segundo par que é transformado em halter, auxiliando no equilíbrio para o voo (CARVALHO *et al.*, 2012).

No estado do Tocantins o conhecimento de Diptera está em fase inicial, poucos trabalhos foram realizados, e poucas famílias foram estudadas: Dolichopodidae (DA SILVA, CAPELLARI, OLIVEIRA, 2022), Mydidae (KROLOW, VIEIRA, 2016), Phoridae (BRAGANÇA, 2006), Psychodidae (CARVALHO *et al.*, 2010; GALATI, 2007), Tabanidae (KROLOW, HENRIQUES, 2015; LIMA *et al.*, 2015; KROLOW, HENRIQUES, 2018) e Tephritidae (NORRBOM, 2011; DO BONFIM *et al.*, 2014).

O Ribeirão São João, em Porto Nacional – TO, como o principal manancial hídrico da cidade, tem sua água distribuída para atividades urbanas e rurais, contendo trechos preservados, urbanos e de lavoura, tornando-se uma região com a necessidade de estudos em seus impactos ambientais. O presente trabalho realizou o primeiro inventário de dípteros coletados nessa área e contribuiu para ampliação do conhecimento sobre a biodiversidade presente e suas implicações para a conservação da área.

MÉTODO E MATERIAIS

Para realização do trabalho foram feitas 14 (quatorze) coletas nos pontos com coordenadas 10°42'28,5"S 48°22'51,7"W (ponto 1) e 10°42'41,1"S 48°22'23"W (ponto 2) que se encontram às margens do Ribeirão São João em Porto Nacional, Tocantins, nos meses de março a dezembro de 2023, sendo as primeiras quatro coletas realizadas entre os meses de março a junho, e as coletas seguintes foram feitas de forma sequencial. Para as coletas foram utilizadas três armadilhas de interceptação de voo, duas do tipo Malaise, uma em cada ponto de março até dezembro, e uma NZI no ponto 1 de março a junho (Fig.1). As armadilhas após armadas, receberam manutenção a cada dez dias, durante as manutenções ocorreram reparos na armação das armadilhas e a retirada do material coletado no espaço de tempo entre as manutenções. O material coletado das armadilhas foi armazenado em potes contendo álcool 70% e etiquetado de acordo com seu ponto de origem, sendo acondicionados em seguida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Tocantins.

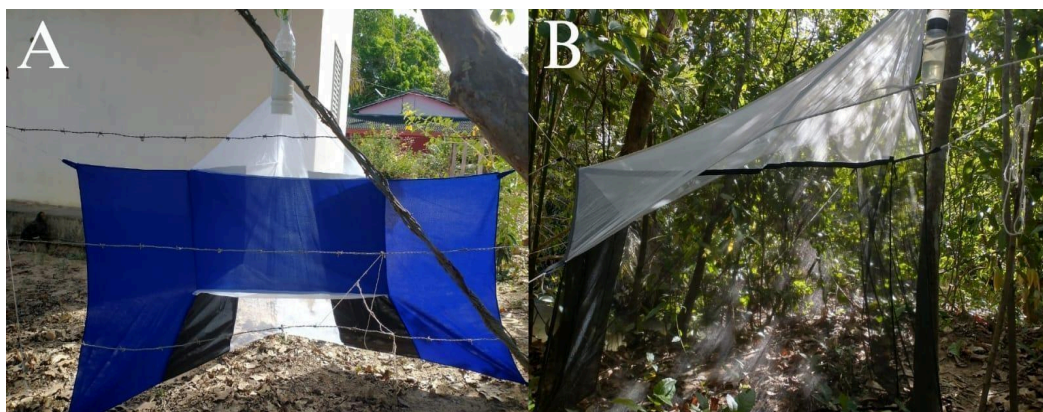


Figura 1: Exemplo de armadilhas utilizadas, A. NZI B. Malaise (Acervo pessoal, 2023).

No laboratório o material coletado foi triado a nível de ordem, acondicionando o material em recipientes diferentes em álcool 70% com etiquetas de identificação, em sequência os dípteros foram triados à nível de família (Fig. 2). Para a triagem foram utilizadas pinças moles para manuseio dos espécimes, para identificação fez-se o uso de placas de petri, microscópio estereoscópico e as chaves taxonômicas contidas nos livros: Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia (RAFAEL, 2024), Manual of Central American Diptera Volume 1 (BROWN, 2009) e Manual of Central American Diptera Volume 2 (BROWN, 2010). Após identificado o material foi armazenado em álcool 70%, junto as etiquetas de coleta e identificação (Fig.3), feitas com papel vegetal e caneta hidrográfica, contendo o local da coleta, data em que foi realizada, tipo de armadilha, nome dos coletores, identificação a nível de ordem e família, ano de identificação e nome do identificador.

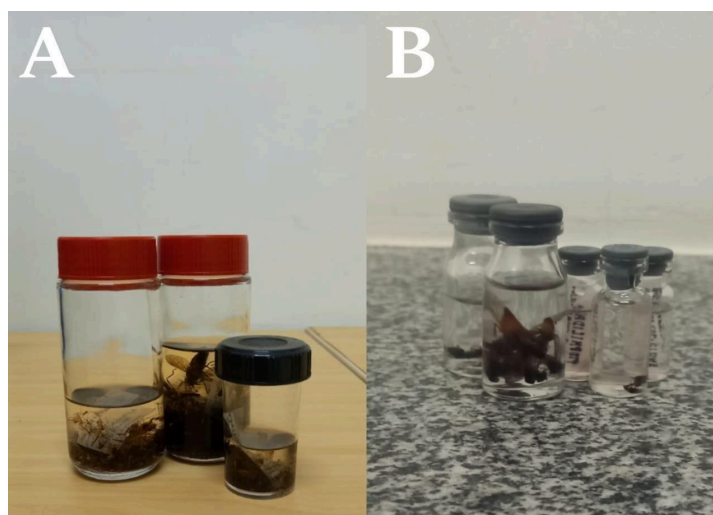


Figura 2. Recipientes contendo Diptera triada, A - à nível de Ordem (Acervo pessoal, 2023), B - à nível de família (Acervo pessoal, 2024).

Ao final desse processo, os espécimes foram montados com alfinetes entomológicos e foram depositados em estufas de secagem por 7 à 9 dias, após a finalização da secagem os exemplares receberam suas etiquetas com os dados de coletas, subsequentemente foram depositados na Coleção de Entomologia da Universidade Federal do Tocantins, onde foram agrupados por família em gavetas entomológicas.

DADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados setecentos e sessenta e dois espécimes de dípteros pertencentes a 34 (trinta e quatro) famílias. A família mais numerosa foi Tabanidae com 117 (cento e dezessete), seguida de Sarcophagidae e Syrphidae com 101 (cento e um) e 94 (noventa e quatro), respectivamente. As famílias menos abundantes foram Drosophilidae, Keroplatidae, Phoridae, Rhinophoridae, Scatopsidae e Tipulidae representadas por um indivíduo cada. (Tabela 1).

Tabela 1. Famílias e quantidade de indivíduos identificados encontrados no Ribeirão São João.

(* Famílias registradas pela primeira vez para o Estado do Tocantins).

Famílias	Quantidade de indivíduos
Agromyzidae*	2
Anthomyiidae*	18
Asilidae	29
Bibionidae	2
Bombyliidae	5
Calliphoridae	6

Cecidomyiidae	42
Chironomidae	24
Conopidae	2
Culicidae	6
Dolichopodidae	34
Drosophilidae	1
Fanniidae*	16
Keroplatidae*	1
Limoniidae	14
Mesembrinellida e	3
Micropezidae	5
Muscidae	68
Neriidae	3
Phoridae	1
Psychodidae	3
Rhagionidae	4
Rhinophoridae*	1
Ropalomeridae	9
Sarcophagidae	101
Scatopsidae*	1
Sciaridae*	29
Stratiomyidae	63
Syrphidae	94
Tabanidae	117
Tachinidae	48
Therevidae	7
Tipulidae	1
Xylomyidae*	2
Total	762

Tabanidae apresenta moscas grandes e robustas, as fêmeas, em sua maioria, são hematófagas e se alimentam de grandes mamíferos, os machos apresentam uma dieta fitófaga. Espécies abundantes são importantes vetores

de doenças de animais selvagens e domésticos. Os adultos são encontrados em uma ampla variedade de habitats abertos e florestais (BURGER, 2009). Representa 15,35% no material identificado.

Sarcophagidae é uma família pouco investigada globalmente, especialmente na Região Neotropical (BROWN et al., 2009). Atuam como necrófagas e coprófagas além de desempenhar o papel de parasitóides/predadores de insetos, caracóis, répteis e anfíbios (STEVENS et al., 2006). Dos dípteros identificados, 13,25% são moscas dessa família.

Syrphidae é muito rica em espécies, distribuída quase globalmente, seus serviços ecossistêmicos são extremamente relevantes para a polinização, predação, fitofagia e processos de decomposição, têm sido utilizadas como bioindicadores para avaliar a perda de biodiversidade e a eficiência de políticas de restauração e conservação (SOMMAGGIO, 1999). Sua representação neste inventário foi de 12,34%. Foram encontradas diversas famílias que não contam com registro de ocorrência para o Tocantins, são Agromyzidae, Anthomyiidae, Fannidae, Keroplatidae, Rhinophoridae, Scatopsidae, Sciaridae, e Xylomyiidae.

Os métodos de coleta utilizados, como as armadilhas de interceptação de voo, garantem uma amostragem eficaz dos dípteros, que são insetos com excelente capacidade de voo. A armadilha NZI demonstrou ser mais eficiente na captura das famílias Tabanidae e Syrphidae em comparação com a armadilha Malaise. A coleta foi realizada em um período abrangente, incluindo tanto a estação seca quanto a chuvosa. No entanto, os dados obtidos podem apresentar sub-representação de algumas famílias, devido à triagem que não contemplou todas as coletas realizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho representa o primeiro inventário de dípteros na região do Ribeirão São João em Porto Nacional, Tocantins, sua significância é a contribuição para o conhecimento da biodiversidade local e para esforços de conservação em uma área de importância hídrica. Este inventário contribui

significativamente para o conhecimento da entomofauna do Tocantins, um estado onde o conhecimento sobre insetos, especialmente dípteros, ainda está em fase inicial.

O estudo identificou 762 espécimes de dípteros, pertencentes a 34 famílias diferentes, demonstrando uma considerável diversidade na área estudada. A identificação de famílias registradas pela primeira vez para o Estado, demonstra a importância de estudos faunísticos para ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade regional.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.A.B.; MELO, G.A.R. Morfologia Externa. In RAFAEL J.A. et al. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Holos editora, 2024, p. 22-32.

BÁNKI, O. et al. Catalogue of Life Checklist (Versão 2022-04-26). Disponível em: <https://doi.org/10.48580/dfpk>

BRAGANÇA, M. A. L.; MEDEIROS, Z. C. S. Occurrence and biological characteristics of parasitoid phorids (Diptera: Phoridae) of the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) in Porto Nacional, TO, Brazil. In. Neotropical Entomology, v. 35, p. 408-411, 2006. DOI: 10.1590/S1519-566X2006000300018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/5280030_Occurrence_and_biological_characteristics_of_parasitoid_phorids_Diptera_Phoridae_of_the_leafcutting_ant_Atta_laevigata_Smith_Hymenoptera_Formicidae_in_Porto_Nacional_TO_Brazil

BROWN, B. V. Manual of Central American Diptera. Vol. 1. Ottawa: NRC Research Press, 2009.

BROWN, B. V. Manual of Central American Diptera. Vol. 2. Ottawa: NRC Research Press, 2010.

BURGER, John F. Tabanidae (Horse flies, Deer flies, Tabanos). In: Manual of Central American Diptera. Vol. 1. Ottawa: NRC Research Press, 2009. p. 495-508.

CARVALHO, C.J.B. Padrões de endemismo e a conservação da biodiversidade. In: CARVALHO, C.J.B. Megadiversidade, v.5, p. 77-86, 2009.

CARVALHO, G.M.D. et al. Description of a new phlebotomine species, *Martinsmyia reginae* sp nov (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) from a cave in the state of Tocantins Brazil. In. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. 2010. p.

336-340

DA SILVA, P. C.; CAPELLARI, R. S.; OLIVEIRA, S. S. Three new species of the *Neurigona orbicularis* species group from Brazil (Diptera: Dolichopodidae). In *Zootaxa*, v. 5093, p. 547-558, 2022. DOI: 10.11646/zootaxa.5000.5.4. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35391468/>.

DO BOMFIM, D. A.; GISLOTI, L. J.; UCHOA, M. A. Fruit Flies and Lance Flies (Diptera: Tephritoidea) and their host plants in a conservation unit of the Cerrado Biome in Tocantins, Brazil. In *Florida Entomologist*, v. 97 p. 1139-1147, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.097.0321>.

Disponível em: <https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-97/issue-3/024.097.0321/Fruit-Flies-and-Lance-Flies-Diptera--Tephritoidea-and-Their/10.1653/024.097.0321.full>.

GALATI, E. A. B. Description of *Micropygomyia* (*Sauromyia*) *vonatzingeni* sp nov (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) from the states of Pará and Tocantins, Brazil. In *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 51, p. 445-451, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-5626200700040z>.

GRIMALDI, D.; ENGEL M. S. *Evolution of the insects*. Cambridge, Cambridge University Press, 2005.

KROLOW, T. K.; VIEIRA R. New Records of Distribution for *Protomydas coerulescens* (Olivier) (Diptera: Mydidae). In *EntomoBrasilis*, v. 9, p. 143-145, 2016. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v9i2.593>. Disponível em: <https://www.entomobrasilis.org/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v9i2.593>.

LEWINSOHN, T.; PRADO, P. I. Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 36-42, 2005.

LIMA, H. I. L.; KROLOW, T. K.; HENRIQUES, A. L. A New Species of *Dichelacera* (*Dichelacera*) *Macquart* (Diptera, Tabanidae) from the Brazilian Savannah. In *Neotropical Entomology*, v. 47, p. 380-384, 2018.

NORRBOM, A. L.; UCHOA, M. A. New species and records of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) from Brazil. In *Zootaxa*, v. 2835, n. 1, p. 61-67, 2011. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2835.1.5>. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.2835.1.5>. Acesso em: 13 maio 2023.

RAFAEL, J. A. et al. Prefácio. In: RAFAEL J. A. et al. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Holos editora, 2024, p. xiii-xiv.

RAFAEL, J. A.; FALASCHI, R. L.; OLIVEIRA S. S. *Insecta*. In *Catálogo Taxonômico da*

Fauna do Brasil. PNUD. 2023. Disponível em: <http://surl.li/hayoh>.

SOMMAGGIO D. Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1999. 74: 343-356.

STEVENS, J. R.; WALLMANN, J. F.; OTRANTO, D.; WALL, R. & PAPE, T. 2006. The evolution of myiasis in humans and other animals in the Old and New Worlds (part II): Biological and Life-history studies. Trends in Parasitology 22(4):181-188.

YEATES, D. K. et al. Phylogeny and systematics of Diptera: Two decades of progress and prospects. Zootaxa, v. 1668, n. 1, p. 565-590, 2007. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.27>. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.1668.1.27>.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 10

PREPARO, ORGANIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO ACERVO DE DIPTERA DA CEUFT

Fabíola Rodrigues Branquinho ¹
Tiago Kütter Krolow ²

RESUMO

A ordem Diptera é uma das quatro ordens megadiversas de insetos que possuem o desenvolvimento holometábolo. São conhecidos popularmente como moscas, mosquitos, mutucas, entre outros nomes. Os estudos dos dípteros são fundamentais, pois suas espécies estão presentes na maioria dos ambientes, sendo alguns vetores de um número significativo de doenças, também são parasitas, polinizadores, e possuem grande importância médico veterinária. Apesar da evidente relevância da ordem, muitos dípteros ainda são pouco conhecidos, em sua maioria, carecem de registros de distribuição e de informações sobre suas relações com o meio ambiente. Nesse sentido, as coleções entomológicas são de extrema importância para preservação permanente dos indivíduos que lá estão dispostos e para os futuros estudos que podem ser realizados nos espécimes. O presente trabalho teve como objetivo realizar o inventário das famílias e quantificar os indivíduos da ordem Diptera armazenados na Coleção de Entomologia da Universidade Federal do Tocantins (CEUFT), em via seca, contribuindo para a ampliação do conhecimento deste táxon no estado do Tocantins. Na coleção, os insetos são armazenados em via seca ou em via úmida. Para a produção do inventário foram contabilizadas as famílias de dípteros alfinetados, triados e etiquetados e que estão conservados em gavetas entomológicas. Na sequência os dados foram inseridos em uma planilha contendo todos os dados. Foram quantificados 9.463 espécimes distribuídos em 50 famílias. Durante este trabalho foram acrescentados a CEUFT 3.188 indivíduos, dentro de 39 famílias, das quais, 15 famílias foram novas para o acervo da CEUFT.

Palavras-chave: Coleção; Biodiversidade; Inventário; Moscas.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, fabiola.branquinho@uft.edu.br

² Doutor em Entomologia, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, krolow@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Os insetos fazem parte do filo Arthropoda, mais precisamente estão inseridos na classe Insecta. Seus corpos são divididos em cabeça, tórax e abdômen, e apresentam olhos compostos, um par de antenas, três pares de pernas e podem ou não possuir um ou dois pares de asas (Almeida *et al.*, 2024). Os insetos possuem distribuição mundial e estão presentes em basicamente todos os tipos de ambiente, sendo considerados um dos grupos mais ricos em espécies, com cerca de um milhão registradas no planeta (Grimaldi & Engel, 2005). Exibem uma grande variedade de formas e hábitos, em geral, associados às suas linhagens evolutivas. Mundialmente são conhecidas mais de 43 ordens de insetos (Bánki *et al.*, 2024), as quais desempenham importantes papéis ambientais, pois algumas espécies são predadoras e alimentam-se de fungos ou plantas ajudando a manter o equilíbrio de populações de vários ecossistemas, além disso existem determinados insetos parasitários que são benéficos para o ambiente, visto que atuam no controle populacional de outras espécies podendo ser utilizadas para controle biológico de pragas (Carvalho *et al.*, 2010), algumas espécies de mosquitos são de interesse médico, pois são vetores de doenças como a febre amarela, malária e dengue (Gerhardt & Engel, 2005; Hribar & Gerhardt, 2019), outros metazoários da classe Insecta são utilizados na entomologia forense como elementos de investigação de casos de naturezas criminais (Carvalho *et al.*, 2012).

Dentre os grupos mais conhecidos e estudados de insetos, está a ordem Diptera, uma das mais diversas entre os holometábolos. Os dípteros são conhecidos por seus nomes populares, tais como, moscas, mutucas, borrachudos, mosquitos e pernilongos. Possuem uma morfologia singular com dois pares de asas, sendo a primeira membranosa e bem desenvolvida e a segunda é modificada em halteres, também conhecido como balancins, que possuem função de equilíbrio do voo (Carvalho *et al.*, 2024).

A ordem Diptera é dividida em duas subordens: Nematocera, um grupo

paraflético, representados popularmente pelos mosquitos, e Brachycera, o clado que inclui as moscas e mutucas (Wiegmann & Yeates, 2017). O *Systema Dipteriorum* criado por Neal L. Evenhuis e Thomas Pape apresenta um pouco mais de 31.000 espécies para a região Neotropical, esse número representa um quinto da diversidade mundial de toda a ordem (Amorim, 2009). As famílias que possuem as maiores quantidade de espécies descritas nessa região são: Tachinidae e Limoniidae com mais de 2.600 espécies, seguidas de Syrphidae, Phoridae, Dolichopodidae, Tabanidae, e Mycetophilidae todas com 1.000 espécies ou mais (Amorim, 2009). No Brasil existem aproximadamente 12.181 espécies de Diptera, distribuídas em 2.037 gêneros, e 3627 espécies endêmicas (Rafael *et al*, 2024).

Embora a ordem Diptera seja mundialmente estudada, no estado do Tocantins, foram feitos poucos estudos até o momento e apenas alguns poucos táxons foram tratados: Dolichopodidae (Da Silva *et al*, 2022), Mydidae (Krolow & Vieira, 2016), Pantophthalmidae (Oliveira *et al*, 2023a), Phoridae (Bragança, 2006), Psychodidae (Carvalho *et al*, 2010; Galati, 2007), Tabanidae (Krolow & Henriques, 2015; Lima *et al*, 2015; Krolow & Henriques, 2018; Oliveira *et al*, 2022) e Tephritidae (Norrbohm, 2011; Bonfim *et al*, 2014). Entretanto, pouco se conhece sobre a maioria de suas famílias ou espécies. Portanto, o estudo de Diptera da Coleção de Entomologia da UFT pode contribuir na ampliação do conhecimento da biodiversidade local e para a preservação dos insetos encontrados no estado, considerando que este trabalho é a segunda abordagem do estudo de Branquinho & Krolow (2024), no qual, a primeira abordagem registrou pela primeira vez a presença de 22 famílias para o Tocantins.

O presente trabalho teve como objetivo inventariar os dípteros da CEUFT, contribuindo para a ampliação do conhecimento deste táxon no estado do Tocantins.

MÉTODO E MATERIAIS

Determinados materiais depositados na Coleção de Entomologia da UFT (CEUFT) se encontravam em preservação temporária em via líquida (Figura 1), em frascos de plásticos e vidros devidamente fechados e embebidos em álcool 70%.



Figura 1: Armazenamento de espécimes em via úmida da Coleção de Entomologia da Universidade Federal do Tocantins (Arquivo Pessoal, 2023).

Em uma placa de Petri embebida em álcool 70%, o material foi triado, separando todos os dípteros das demais ordens de insetos, com o auxílio de uma lupa microscópica e uma pinça entomológica mole. Durante a triagem, todos os animais encontrados pertencentes à ordem Diptera foram submersos em álcool 70% em recipientes separados (Figura 2) e etiquetados com todas as informações relevantes (Figura 3).

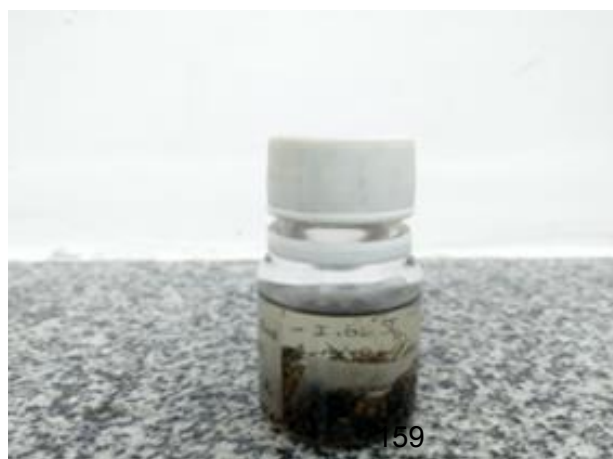


Figura 2: Exemplo de frasco contendo dípteras em nível de Ordem (Arquivo Pessoal, 2022).

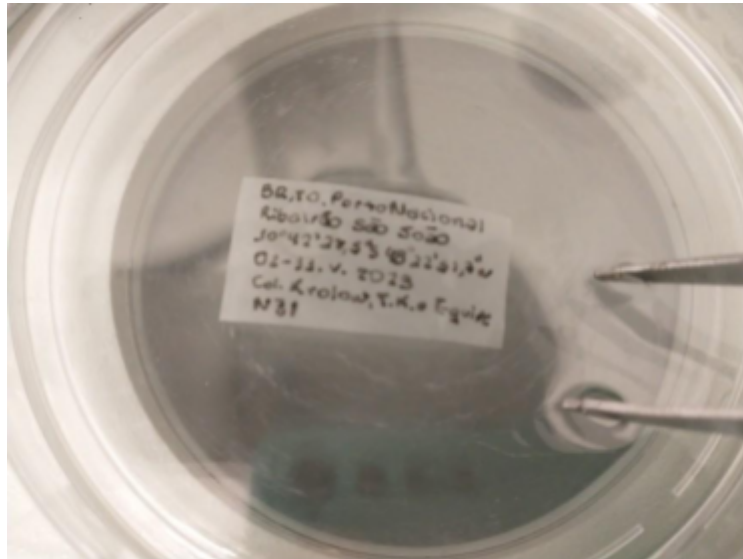


Figura 3: Modelo de etiqueta provisória de coleta (Arquivo Pessoal, 2023)

Após a apuração entre ordens, teve-se início a separação de materiais em nível taxonômico de família, cada indivíduo foi colocado em uma placa de Petri, contendo álcool 70%, e com o emprego da lupa microscópica e da pinça entomológica mole e das Chaves de Famílias de Diptera encontradas em Almeida *et al* (2012), Almeida *et al* (2024), Brown *et al* (2009) e Brown *et al* (2010). Em seguida foi realizada a etiquetagem do material em papel vegetal e caneta hidrográfica com as informações do lugar de coleta, o tipo de armadilha, a data de coleta, o nome dos coletores, o nome do identificador, a data de identificação, e o nível taxonômico da ordem e da família. O material triado foi separado em frascos individuais embebidos em álcool 70%, contendo as etiquetas (Figura 4).



Figura 4: Frascos com dípteros em nível de Família (Arquivo Pessoal, 2023).

Após a triagem foi feita a montagem para preservação permanente em via seca, com a utilização de duas técnicas, com alfinetes entomológicos, para dípteros maiores, e dupla montagem, para dípteros menores. Na técnica com o alfinete entomológico, o espécime é perfurado na lateral direita do mesotórax, na base da asa. A montagem dupla é realizada com o corte de um pequeno triângulo em papel resistente, o triângulo é perfurado na base por um alfinete entomológico e a ponta é colada no mesotórax do animal. Em seguida, os alfinetes devem ser fixados em um pedaço de isopor, e os exemplares montados devem ser armazenados em uma estufa para a secagem durante sete dias. Assim que ocorre a retirada da estufa, as amostras recebem uma etiqueta definitiva e são depositadas em gavetas entomológicas e guardadas nos armários da CEUFT.

O restante do material se encontrava depositado na coleção em via seca (Figura 5), montados e etiquetados provisoriamente. Da mesma forma foi realizada a triagem para a separação da ordem Diptera das demais ordens e a identificação em nível de família com a ajuda de chaves taxonômicas, receberam as etiquetas permanentes e organizados nos armários da CEUFT, sendo organizados por gavetas entomológicas sendo separadas por nível de família (Figura 6).

Figura 5: Armários de armazenamento de espécimes em via seca da Coleção de Entomologia da Universidade Federal do Tocantins (Arquivo Pessoal, 2023).



Figura 6: Gaveta Entomológica organizada com espécimes da família Tabanidae (Arquivo Pessoal, 2023).



Uma tabela foi criada com todos os dados das etiquetas definitivas. As etiquetas foram impressas (Figura 7), recortadas e inseridas nos alfinetes dos espécimes após a verificação de todos os dados nas duas etiquetas, provisória e definitiva (Figura 8).

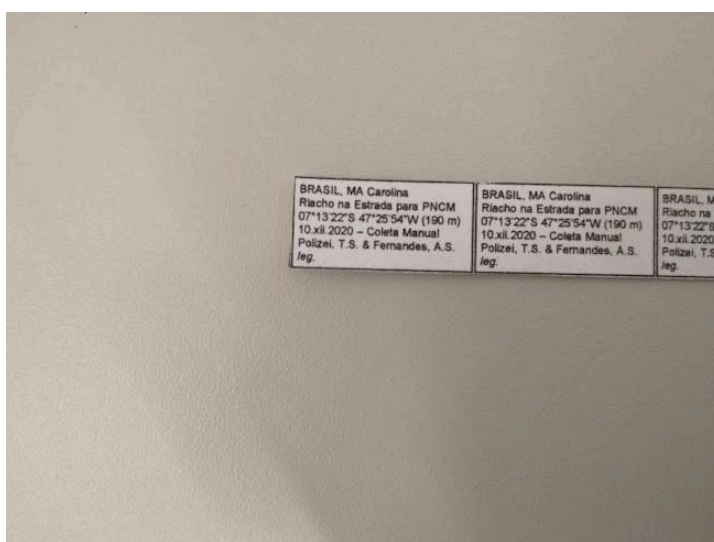


Figura 7: Etiquetas definitivas (Arquivo Pessoal, 2023).



Figura 8: Espécime montado e etiquetado (Arquivo Pessoal, 2023).

Uma planilha foi criada quantificando os espécimes em suas respectivas categorias taxonômicas.

DADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, foram adicionados à CEUFT 3.188 espécimes, distribuídas em 39 famílias (Tabela 1). Dentre elas, 15 foram inéditas para a CEUFT (Tabela 2). As famílias que tiveram o maior número de acréscimos foram: Tabanidae, que passou de 3.859 para 5.586 indivíduos, acrescentando assim cerca de 31% de tabanídeos na CEUFT, Stratiomyidae, que cresceu de 306 para 575 indivíduos, aumentando assim cerca de 47% de stratiomídeos; e Sarcophagidae, que aumentou de 310 para 519 indivíduos, representando um acréscimo de 40% de sarcófagídeos.

Tabela 1: Quantidade de espécimes adicionados à Coleção de Entomologia da UFT

Família	Número de espécimes adicionados à CEUFT
Acroceridae	2
Agromyzidae	2
Anthomyiidae	18

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

Asilidae	32
Athericidae	2
Bibionidae	2
Bombyliidae	18
Calliphoridae	43
Cecidomyiidae	42
Chironomidae	24
Conopidae	10
Culicidae	29
Dolichopodidae	50
Drosophilidae	1
Fannidae	16
Keroplastidae	1
Limoniidae	18
Mesembrinellidae	3
Micropezidae	18
Mycetophilidae	34
Muscidae	61
Neriidae	3
Phoridae	1
Pipunculidae	2
Psychodidae	3
Rhagionidae	5
Richardiidae	3
Rhinophoridae	1
Ropalomeridae	9
Sarcophagidae	209

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

Scatopsidae	1
Sciaridae	29
Stratiomyidae	269
Syrphidae	138
Tabanidae	1.727
Tachinidae	156
Tephritidae (?)	1
Therividae	10
Tipulidae	1
Miscelânea	194
Total	3.188

Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

Tabela 2: Novas famílias adicionadas à Coleção de Entomologia da UFT

Família	Número de espécimes
Agromyzidae	2
Anthomyiidae	18
Athericidae	2
Cecidomyiidae	42
Chironomidae	24
Culicidae	29
Drosophilidae	1
Fannidae	16
Keroplastidae	1
Mesembrinellidae	3
Mycetophilidae	34
Phoridae	1
Rhinophoridae	1

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

Scatopsidae	1
Sciaridae	29
Total	204

Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

Contabilizando todos os dípteros, a CEUFT sofreu um acréscimo de aproximadamente 20% no número de espécimes. A Coleção de Entomologia da UFT possui atualmente 9.463 espécimes distribuídos em 50 famílias (Tabela 3).

Tabela 3: Quantidade total de espécimes depositados na Coleção de Entomologia da UFT

Família	Total de espécimes depositados na CEUFT
Acroceridae	7
Agromyzidae	2
Anthomyiidae	18
Asilidae	706
Athericidae	2
Bibionidae	12
Bombyliidae	67
Calliphoridae	146
Cecidomyiidae	42
Chironomidae	24
Conopidae	31
Culicidae	29
Curtonotidae	3
Dolichopodidae	82
Drosophilidae	1
Ephydriidae	3
Fannidae	16

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

Heleomyzidae (?)	5
Hippobocidae	1
Keroplastidae	1
Limoniidae	26
Mesembrinellidae	3
Micropezidae	56
Mycetophilidae	34
Mydidae	1
Muscidae	68
Neriidae	4
Oestridae	1
Pantophthalmidae	5
Phoridae	1
Pipunculidae	3
Platystomatidae	10
Psychodidae	3
Pyrgotidae	5
Rhagionidae	9
Richardiidae	10
Rhinophoridae	1
Ropalomeridae	66
Sarcophagidae	519
Scatopsidae	1
Sciaridae	29
Sciomyzidae	1
Sepsidae	5
Stratiomyidae	575

Syrphidae	244
Tabanidae	5.586
Tachinidae	368
Tephritidae (?)	8
Therividae	43
Tipulidae	4
Miscelânea	576
Total	9.463

Fonte: Arquivo Pessoal (2024)

Dentro da CEUFT, as famílias mais abundantes foram Tabanidae ($\approx 63\%$), Asilidae ($\approx 8\%$), Stratiomyidae ($\approx 6\%$) e Sarcophagidae ($\approx 5,9\%$), enquanto as famílias menos abundantes foram Drosophilidae, Hippoboscidae, Keroplatidae, Mydidae, Oestridae, Phoridae, Rhinophoridae, Scotopsidae e Sciomyzidae, com percentual menor que 0,1% cada.

O grande número de exemplares das famílias Tabanidae e Asilidae podem ser explicados pelo fato de que essas famílias foram focos de pesquisas feitas pelos discentes, integrantes do laboratório de entomologia da UFT e colaboradores, como nos trabalhos de Lima *et al* (2015), Oliveira *et al* (2022), Oliveira *et al* (2023b) e Montanuci *et al* (2023), por essa razão, os espécimes foram montados, etiquetados, identificados e acondicionados na Coleção em via seca.

Existem ainda muitos espécimes de dípteros que estão acondicionados na coleção de via úmida e que ainda não foram triados e/ou montados, portanto, não foram contabilizados no presente trabalho. Os indivíduos armazenados na CEUFT foram coletados em diversos estados brasileiros, contudo, a maior parte das coletas dos espécimes foi realizada no estado do Tocantins, o que resultou em uma contribuição significativa para o conhecimento do táxon no estado.

Os exemplares foram organizados nas gavetas entomológicas da Coleção de Entomologia, sendo separados por famílias, e algumas famílias

tiveram seus espécimes separados por morfotipos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As coleções biológicas são acervos que estão sempre sendo movimentados, pois constantemente recebem materiais. A Coleção de Entomologia da Universidade Federal do Tocantins está conectada ao Laboratório de Entomologia da mesma Universidade, o que significa que a CEUFT está sempre recebendo coletas e adições, tanto em via úmida quanto em via seca. Dessa forma, a Coleção de Diptera em via seca sempre recebendo materiais e, portanto, está em constante expansão. Apesar do grande avanço na identificação do material de Diptera realizado no presente estudo, ainda são necessárias várias pesquisas sobre o assunto, considerando os recebimentos regulares de material, o grande volume de exemplares acondicionado em via úmida e o fato de que as identificações dos dípteros feitos durante esse trabalho ter permanecido em nível taxonômico de família, devido ao grande número de material.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. A. B.; MELO, G. A. R. Morfologia Externa. In: RAFAEL, J. A. *et al.* Insetos do Brasil: Diversidade Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. cap. 2, p. 21-32. ISBN 978-85-86699-72-6.

ALMEIDA, E. A. B.; MELO, G. A. R. Morfologia Externa. In: RAFAEL, J. A. *et al.* Insetos do Brasil: Diversidade Taxonomia. 2º Ed. Manaus: Editora INPA, cap. 1, p. 1-11, 2024.

AMORIM, D.S. Neotropical Diptera diversity: richness, patterns and perspectives. In: BICKEL, D., PAPE, T., MEIER, R., *et al.* Diptera diversity: Status, challenges and tools. Leiden, Países Baixos: Brill, 2009. p. 71-97.

BANKI, O., ROSKOV, Y., DÖRING, M., OWE, G., VANDEPITTE, L., HOBERN, D., REMSEN, D., SCHALK, P., DEWALT, R. E., KEPING, M., MILLER, J., ORRELL, T., AALBU, R., ADLARD, R., ADRIAENSSENS, E. M., AEDO, C., AESCHT, E., AKKARI, N., ALFENAS-

ZERBINE, P., *et al.* Catalogue of Life Checklist Version 2022-04-26. Catalogue of Life. <https://doi.org/10.48580/dfpk>

BRANQUINHO, F. R. & KROLOW, T. K. O acervo de Diptera (Insecta) da Coleção de Entomologia da UFT – Primeira Abordagem. Revista Desafios, vol. 11, n.3, 2024.

BOMFIM, D.A., GISLOTI, L.J., UCHOA, M.A. Fruit Flies and Lance Flies (Diptera: Tephritoidea) and their host plants in a conservation unit of the Cerrado Biome in Tocantins, Brazil. Florida Entomologist, Gainesville, vol. 97, n. 3, p. 1139-1147, setembro, 2014.

BRAGANÇA, M.A.L., MEDEIROS, Z.C.S. Occurrence and biological characteristics of parasitoid phorids (Diptera: Phoridae) of the leaf-cutting ant *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) in Porto Nacional, TO, Brazil. Neotropical Entomology, Londrina, vol.35, n. 3, p. 408-411, junho, 2006.

BROWN, B.V., BORKENT, A., CUMMING, J. M., WOOD, D. M., WOODLEY, N.E., ZUMBADO, M.A. Manual of Central American Diptera: Volume 1. Ottawa, Canadá: NRC Research Press, 2009.

BROWN, B.V., BORKENT, A., CUMMING, J. M., WOOD, D. M., WOODLEY, N.E., ZUMBADO, M.A. Manual of Central American Diptera: Volume 2. Ottawa, Canadá: NRC Research Press, 2010.

CARVALHO, G. M. L.; BRAZIL, R. P.; SANGUINETTE, C. C.; FILHO, J. D. A. Description of a new phlebotomine species, *Martinsmyia reginae* sp. nov. (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) from a cave in the state of Tocantins Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 105, n. 3, p. 336-340, 2010.

CARVALHO, C. J. B.; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; SILVA, V. S. Diptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A. *et al.* Insetos do Brasil: Diversidade Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2012. cap. 2, p. 21-32. ISBN 978-85-86699-72-6.

CARVALHO, C. J. B.; RAFAEL, J. A.; COURI, M. S.; RICCARDI, P. R.; SILVA, V. S.; OLIVEIRA, S. S.; LAMAS, C. J. E. Diptera Linnaeus, 1758. In: RAFAEL, J. A. *et al.* Insetos do Brasil: Diversidade Taxonomia. 2º Ed. Manaus: Editora INPA, cap. 1, p. 1-11, 2024.

GALATI, E.A.B. Description of *Micropygomyia* (Sauromyia) *vonatzingeni* sp nov (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) from the states of Pará and

Tocantins, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, vol. 51, n. 4, p. 445-451, dezembro, 2007.

GRIMALDI, D. & ENGEL, M.S. *Evolution of the insects*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

HRIBAR, L.J. & GERHARDT, R.R. Flies (Diptera). *in* Durden, L. A., Mullen, G. R. *Medical and Veterinary Entomology*. Cambridge: Academic Press, 2019. p. 171-190.

KROLOW, T.K. & VIEIRA, R. New Records of Distribution for *Protomydas coerulescens* (Olivier) (Diptera: Mydidae). *EntomoBrasilis*, vol. 9, n. 2. p. 143-145, agosto, 2016.

LIMA, H.I.L., KROLOW, T. K., HENRIQUES, A. L. A New Species of *Dichelacera* (*Dichelacera*) *Macquart* (Diptera, *Tabanidae*) from the Brazilian Savannah. *Neotropical Entomology*, vol.47, n.3, p. 380-384, 2018.

LIMA, H.I.L., KROLOW, T. K., HENRIQUES, A. L. Checklist of horse flies (Diptera: *Tabanidae*) from Taquaruçu, Tocantins, Brazil, with new records for the state. *Check List*, vol. 11, n. 2), 2015.

MONTANUCI, P. S. B.; VIEIRA, R. M.; KROLOW, T. K. A new species of *Cerozodus* and new records of *Asilinae* and *Ommatiinae* (Diptera: *Asilidae*) from Tocantins, Brazil. *Iheringia*, vol. 113: e2023008, 2023.

NORRBOM, A.L., UCHOA, M.A. New species and records of *Anastrepha* (Diptera: *Tephritidae*) from Brazil. *Zootaxa*, vol. 2835, n. 1, p. 61-67, abril, 2011.

OLIVEIRA, L. P.; FACHIN, D. A.; KROLOW, T. K. First records of *Pantophthalmidae* (Insecta: *Diptera*) for the state of Tocantins, Brazil. *Pap. Avulsos Zool.*, v.63, e202363027, 2023a.

OLIVEIRA, L. P.; HENRIQUES, A. L.; KROLOW, T. K. New records, descriptions, and redescriptions of male horse flies (Diptera: *Tabanidae*) in Brazil. *EntomoBrasilis (VASSOURAS)*, v. 16, p. e1033, 2023b.

OLIVEIRA, L. P.; HENRIQUES, A. L.; KROLOW, T. K. New records of *Tabanidae* (Diptera) in an ecotone zone between the Cerrado and the Amazon Forest and an updated list of species of Tocantins, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 22, n. 4, p. 1-11, 2022.

RAFAEL, J. A.; CALHAU, J.; ALVAREZ-GARCIA, D. M.; AMENT, D. C.; AMORIM, D. S.; ANDRADE A. J.; CÂMARA, J. T.; CAPELLARI, R. S.; CARVALHO, C. J. B.; CARVALHO-FILHO, F.; MAIA, V. C.; CORDEIRO, D. P.; COURI, M. S.; FACHIN, D. A.; FALASCHI, R. L.; FELIPPE-BAUER, M. L.; FERRO, G.B.; GALATI, E. A. B.; GIL-AZEVEDO, L. H.; GILLUNG, J. P.; GOTTSCHALK, M. S.; GRACIOLLI, G.; GUDIN, F. M.; HENRIQUES, A. L.; HUTCHINGS, R. W.; KROLOW, T. K.; LAMAS, C. J. E.; MARINHO, M. A. T.; MARINONI, L. MARQUES, D. W. A.; MARTINS, M. B.; MELLO, R. L.; MELLO-PATIU, C. A.; MIRANDA, G. F. G.; MORALES, M. N.; NIHEI, S. S.; LIMEIRA-DE-OLIVEIRA, F.; OLIVEIRA, S. S.; PEREIRA, T. P. L.; PEREIRA-COLAVITE, A.; DIOS, R. V. P.; PINHO, L. C.; SCHELESKY-PRADO, D. C.; PUJOL-LUZ, J. R.; BRAVO, F.; RICCARDI, P. R.; ROCHA, L. S. G.; ALE-ROCHA, R.; SANTARÉM, M. C. A.; SANTIS, M. D.; SANTOS, C. M. D.; SANTOS, J. R.; SCHMITZ, H. J.; SEPULVEDA, T.; SHIMABUKURO, P. H. F.; FREITAS-SILVA, R. A. P.; SILVA, V. C.;

- CAMARGO, A.; TÔRRES, A.; SOUSA, V. R.; TIDON, R.; UCHOA, M. A.; RODRIGUES, J. P. V.
2024. Diptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/252>>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia, 2 ed. Manaus: Editora INPA, 2024.
- RAFAEL, J.A., MELO G.A.R., CARVALHO, C.J.B., CASARI, S.A. & CONSTANTINO, R. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012.
- SILVA, P.C., CAPELLARI, R.S., OLIVEIRA, S.S. Three new species of the *Neurigona orbicularis* species group from Brazil (Diptera: Dolichopodidae). *Zootaxa*, vol. 5093, n. 1, p. 547- 558, fevereiro, 2022.
- WHITMORE, D. et al. Twenty years of Dipterology through the pages of *Zootaxa*. *Zootaxa*, vol. 4979, n. 1, p. 166-189, maio, 2021
- WIEGMANN, B.M., YEATES, D.K. Phylogeny of Diptera. In: Kirk-Spriggs, A. H., Sinclair, B. J. *Manual of Afrotropical Diptera: Introduction and Family Keys*, Pretoria: SANBI Publishing, 2017. p. 253-260.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 11

Levantamento de Anfíbios Anuros do Parque Cesamar, Palmas - TO

Débora Sampaio da Silva¹
Barthira Rezende de Oliveira²
Thiago Costa Gonçalves Portelinha³

RESUMO

Os anfíbios são animais de extrema importância ecológica, econômica e social por serem ótimos bioindicadores, manterem o equilíbrio ecológico atuando como reguladores do crescimento populacional de diversos outros grupos de seres invertebrados. No município de Palmas, capital do estado do Tocantins, cujo bioma abrange integralmente o Cerrado, foram registradas 57 espécies de anfíbios. No entanto, a compreensão acerca da diversidade desses anfíbios na região ainda carece de um conhecimento mais aprofundado. O presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento da biodiversidade da anurofauna do Parque Cesamar, uma unidade de conservação localizada no meio urbano do município de Palmas. O parque conserva um fragmento do Cerrado, apresentando diferentes fitofisionomias, o que pode contribuir de maneira positiva para a diversidade de espécies do local. Portanto, o Parque tem sido um importante aliado na manutenção da riqueza de espécies na área urbana. As atividades de campo foram conduzidas através do método de busca ativa, visual e auditiva. Para cada encontro, os indivíduos observados foram fotografados (para auxiliar na sua identificação e montar o portfólio das espécies do Parque), e para cada encontro não visual, suas vocalizações foram gravadas com o auxílio de um gravador portátil. Foram registradas 18 espécies, pertencentes a nove gêneros, distribuídas em quatro famílias. Foi encontrada uma maior abundância de anuros durante o período chuvoso e em locais próximos aos corpos hídricos.

Palavras-chave: Anurofauna, área verde, identificação.

¹Graduanda em Ciências Biológicas, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, debora.sampaio@uft.edu.br

²Mestranda em Biodiversidade, Ecologia e Conservação (PPGBEC/UFT), Bióloga, Universidade Federal do Tocantins, barthirabio@gmail.com

³Doutor em Ciências Biológicas, Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, thiagoportelinha@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

A adaptação à vida terrestre é a principal característica comum entre os anfíbios, sendo os primeiros vertebrados a conquistar este meio (Lima, 2015). Mesmo adaptados à vida na terra, continuam dependendo de ambientes aquáticos e úmidos, e na maioria das espécies os filhotes vivem na água, respirando através de brânquias até a finalização da metamorfose, quando passam para terra onde respiram por pulmões e através da pele; o que dá origem ao nome “anfíbio”, que significa, em grego, vida dupla, referindo-se às fases aquática e terrestre (Lima, 2015). A classe Amphibia compreende três ordens: Gymnophiona: tendo um corpo alongado com um grande número de anéis corporais e ausência de membros, representado pelas cobras cegas, cecílias ou minhocões; ordem Caudata: possuindo quatro membros e uma cauda longa sendo conhecidos como salamandras e tritões; por fim a ordem Anura: caracterizados pela ausência de cauda e morfometria adaptada para saltar, sendo os representantes desse grupo os sapos, rãs e pererecas (Zank, *et al.*, 2014).

Os anfíbios são animais de extrema importância ecológica, econômica e social por serem ótimos bioindicadores, manterem o equilíbrio ecológico atuando como reguladores do crescimento populacional de diversos outros grupos de seres invertebrados (Dias; Lima; Figueiredo-de-Andrade, 2018). A umidade constante da pele dos anfíbios remete ao tempo em que viviam na água e utilizavam brânquias na respiração; sua pele pouco espessa necessita de umidade para protegê-la contra o ressecamento. Os anfíbios são ectotérmicos, pois sua temperatura é determinada pelo ambiente, o que restringe os locais em que podem viver (Lima, 2015). Como consequência, são suscetíveis às condições ambientais, que podem afetar sua distribuição e uso de habitat (Campos, *et al.*, 2013). Assim, impactos humanos no ambiente fazem dos anfíbios um dos grupos animais mais vulneráveis às modificações antrópicas (Campos, *et al.*, 2013).

O Brasil ocupa a primeira colocação na relação dos países com maior

diversidade de anfíbios do mundo, com cerca de 1188 espécies (Segalla, *et al.*, 2021), sendo que 1144 são da ordem Anura, cinco são da ordem Caudata e 39 são da ordem Gymnophiona. No estado do Tocantins, há o registro de 90 espécies de anfíbios distribuídos em 14 famílias, sendo 12 Anura e duas Gymnophiona (Silva, *et al.*, 2020).

No contexto do município de Palmas, capital do estado do Tocantins, cujo bioma abrange integralmente o Cerrado, foi documentado o registro de 57 espécies de anfíbios. No entanto, a compreensão acerca da riqueza deste grupo na região ainda carece de um conhecimento mais aprofundado, conforme indicado por Silva *et al.* (2020). Com base nesses registros, podemos considerar Palmas uma região diversa em termos de espécies de anfíbios (Silva, *et al.*, 2020). No entanto, um ambiente com alto grau de antropização pode reduzir a diversidade de espécies da fauna e da flora (Souza, 2014), causando um efeito homogeneizador (Campos *et al.*, 2013).

Por conseguinte, estudos recentes também demonstraram que ruídos e vibrações, podem afetar negativamente aspectos da ecologia de anuros, como o processo reprodutivo, resultando em declínios populacionais ao longo do tempo (Lisboa *et al.*, 2023). Isso implica de forma negativa ao grupo, por possuírem uma característica típica, que é a atividade de vocalização, atuando como uma importante barreira para troca de genes entre espécies distintas (Conte *et al.*, 2010). Com isso podemos ver a importância que as áreas verdes dentro de ambientes urbanos possuem para a preservação de espécies (Lima e Amorim, 2006), uma vez que assumem um papel de equilíbrio entre o espaço modificado para o assentamento urbano e o meio ambiente.

Sendo assim, o local do presente estudo é o Parque Cesamar, uma unidade de conservação localizada no meio urbano do município de Palmas – TO. O Parque conserva um fragmento de Cerrado, apresentando diferentes fitofisionomias, o que pode contribuir de maneira positiva para a diversidade de espécies do local, pois o bioma Cerrado está entre os *hotspots* de biodiversidade com elevado número de espécies endêmicas, e isso é

atribuído à sua heterogeneidade ambiental (Gambale *et al.*, 2014). Portanto, o Parque tem sido importante aliado na manutenção da riqueza de espécies. O mesmo foi inaugurado em março de 1998, ocupando área às margens do córrego Brejo Comprido, afluente do rio Tocantins (Araújo *et al.*, 2013).

Portanto, realizar estudos relacionados ao inventário de espécies que ocorrem em fragmentos conservados em áreas urbanas podem contribuir para a comunidade científica e auxiliar no processo de conscientização da população que as utilizam, sobre a importância da fauna no ecossistema e reconhecer o valor desse patrimônio genético.

O presente trabalho teve como objetivo (1) realizar o levantamento da biodiversidade da anurofauna do Parque Cesamar; (2) observar a ocorrência de espécies sazonalmente (estação seca: abril a setembro; e chuvosa: outubro a março; Barbarisi *et al.*, 2006); (3) caracterizar os pontos amostrados dentro do Parque de acordo com as fitofisionomias do Cerrado; (4) avaliar se há espécies endêmicas do bioma; e (5) averiguar o seu grau de ameaça segundo a lista nacional (Ministério do Meio Ambiente - MMA) e global (União Internacional para Conservação da Natureza - IUCN).

MÉTODO E MATERIAIS

O estudo foi realizado no Parque Cesamar (Figura 1), que ocupa uma área às margens do córrego Brejo Comprido. Situado na quadra 506 Sul, possui dois acessos pelas avenidas NS 04 e LO 11, na área central de Palmas. O Córrego Brejo Comprido é o mais centralizado do Plano Diretor, sendo circundado pelas quadras 102, 108, 110, 208, 210, 212, 312 Sul e 110, 112 Norte (Araújo *et al.*, 2013). O córrego também era afluente do Ribeirão Água Fria, sendo desmembrado de uma bacia maior devido a formação do reservatório



da usina hidrelétrica de Lajeado, conhecido como lago de Palmas, e que hoje deságua diretamente neste (Rêgo, *et al.*, 2018).

Fig. 1: Localização do Parque Cesamar. O mapa mostra as áreas selecionadas em ampla distribuição. A linha verde representa o transecto do Lago/Pista; a linha laranja representa os transectos P1 Morro Íngreme e P3 Morro; os polígonos representam os pontos P2 Área Úmida e P4 Área da Mata. Fonte: Google Earth.

As atividades de campo (Figura 2) foram realizadas com visitas entre dois e três dias por mês, em que cada mês foi definido como uma campanha. Foram conduzidas buscas ativas, visuais e auditivas (Strehl; Boelter, 2015), com lanternas, um gravador (Sony ICD-PX312) para o registro de atividade vocal dos anuros, e um termo-higrômetro para registro de temperatura e umidade relativa do ar. Os pontos e transectos foram marcados utilizando o aplicativo GeoTracker (Versão 5.3.2.3497).



Fig. 2: Atividades de campo sendo executadas no Parque Cesamar em Palmas – TO. Fotos: Barthira Rezende de Oliveira.

Por se tratar de um trabalho de biodiversidade, os locais representados no mapa (Figura 1) foram selecionados de modo que tivesse uma ampla distribuição no Parque, abrangendo todas as fitofisionomias do mesmo, a fim de obter maior variedade de espécies e ambientes no levantamento. Para cada encontro, os indivíduos observados foram fotografados (para auxiliar na sua identificação e montar o portfólio das espécies do Parque), e para cada encontro não visual, suas vocalizações foram gravadas com o auxílio de um gravador portátil. Juntamente com o registro de cada espécie foi anotado o horário, seu micro-habitat, a temperatura e a umidade relativa do ar.

Para as análises estatísticas, foi construída uma curva de acumulação

de espécies, calculados estimadores de riqueza e índices de diversidade (Simpson, Shanon e Equabilidade de Pielou) utilizando o Software R.

DADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram realizadas cinco campanhas, totalizando onze dias em campo, no período de novembro de 2023 a julho de 2024, compreendendo toda a estação chuvosa e parte da estação seca no estado do Tocantins. Cada dia de trabalho em campo compreendeu em, aproximadamente, quatro horas de esforço amostral. Foram registradas 18 espécies, pertencentes a nove gêneros, distribuídas em quatro famílias. Nenhuma das espécies observadas constam nas listas de espécies ameaçadas, mas foram registradas espécies endêmicas do bioma Cerrado, como *Barycholos ternetzi* e *Scinax constrictus* (Gambale *et al.*, 2014). Observou-se a presença da (Rã-pimenta) *Leptodactylus labyrinthicus*, uma espécie cinegética (Amoedo *et al.*, 2006), podendo ser alvo de consumo inadequado de pessoas que utilizam o Parque.

As fitofisionomias do Parque estão divididas entre Cerradão, Mata de Galeria e Mata de Galeria Inundável (Figura 3).



Fig. 3: Fitofisionomias do Parque Cesamar. A) Cerradão, B) Mata de Galeria “que foi antropizada”, C) Mata de Galeria Inundável. Fonte: Acervo Pessoal.

Os transectos intitulados de Morro Íngreme e Morro, possuem como fitofisionomia o Cerradão. No entanto, o transecto do Morro apresenta uma transição para uma Mata de Galeria, pois tem a presença de uma pequena nascente, e por esse motivo apresenta uma maior umidade. Os pontos intitulados Área Úmida e Área da Mata são Matas de Galeria Inundáveis.

Entretanto, a definição da fitofisionomia do transecto do Lago é mais complexa, pois se parece muito com uma Mata Ciliar; mas essa não é uma fitofisionomia natural, visto que parte do córrego Brejo Comprido foi represado para a criação do lago (Araújo *et al.*, 2013), ou seja, inicialmente tratava-se de uma Mata de Galeria, mas que sofreu antropização; portanto, foi definida neste estudo como Mata de Galeria Antropizada. As famílias Hylidae e Leptodactylidae foram as mais abundantes, com o maior número de espécies registradas neste levantamento, como pode ser observado na Figura 4. Na Figura 5 é possível observar a abundância das espécies, e na Figura 6 fotos das espécies registradas no Parque. As espécies *Adenomera cotuba*, *Dendropsophus minutus* e *Leptodactylus fuscus* não foram visualizadas, apenas com registros vocais.

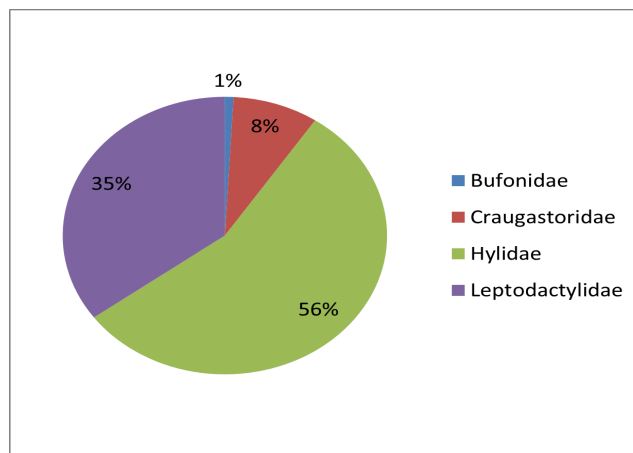


Fig. 4: Famílias de anuros monitoradas no Parque Cesamar, Palmas – TO.

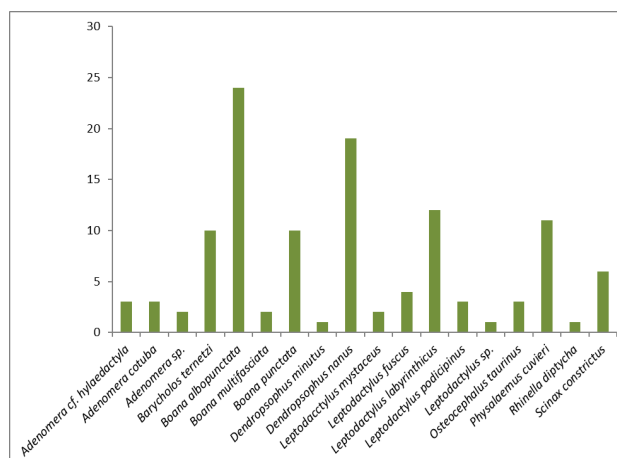


Fig. 5: Abundância das espécies de anuros monitoradas no Parque Cesamar, Palmas – TO.



Fig. 6: Registros fotográficos dos anuros do Parque Cesamar Palmas – TO. A) *Barycholos ternetzi*, B) *Boana albopunctata*, C) *Boana punctata*, D) *Boana multifasciata*, E) *Dendropsophus nanus*, F) *Osteocephalus taurinus*, G) *Scinax constrictus*, H) *Adenomera* cf. *hylaedactyla*, I) *Adenomera* sp., J) *Leptodactylus labyrinthicus*, K) *Leptodactylus mystaceus*, L) *Leptodactylus podicipinus*, M) *Leptodactylus* sp., N) *Physalaemus cuvieri*, O) *Rhinella diptycha*. Fotos: Barthira Rezende de Oliveira

Igualmente aos trabalhos de Lima *et al.* (2012) e Lima (2015), no presente estudo observou-se uma maior atividade dos anuros durante a estação chuvosa (Figura 7), e os indivíduos apresentaram maior preferência por ambientes que dispunham de um corpo hídrico (Figura 8). Por esses animais possuírem um tegumento muito permeável e pela sua reprodução necessitar a presença de água, este comportamento é característico do grupo (Lima, 2015).

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

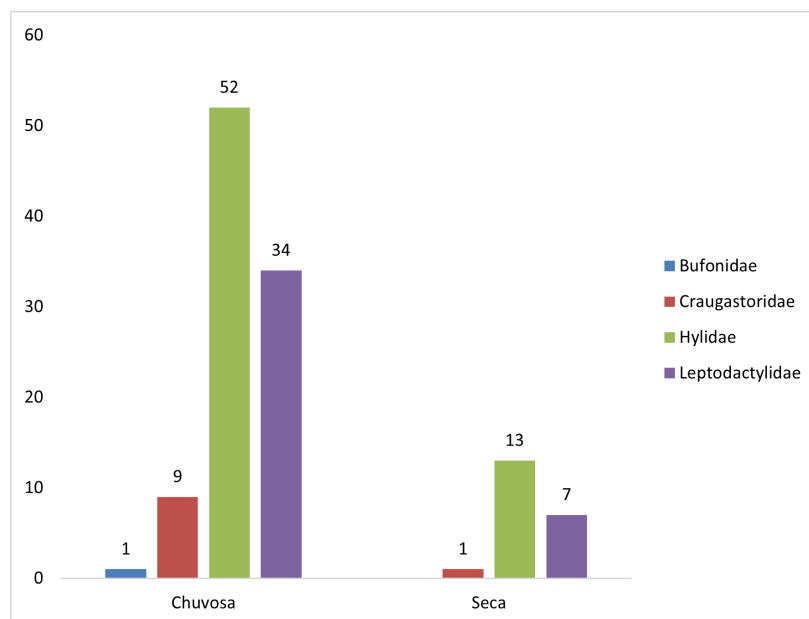


Fig. 7: Registro da ocorrência de anuros (família) por sazonalidade no Parque Cesamar, Palmas – TO.

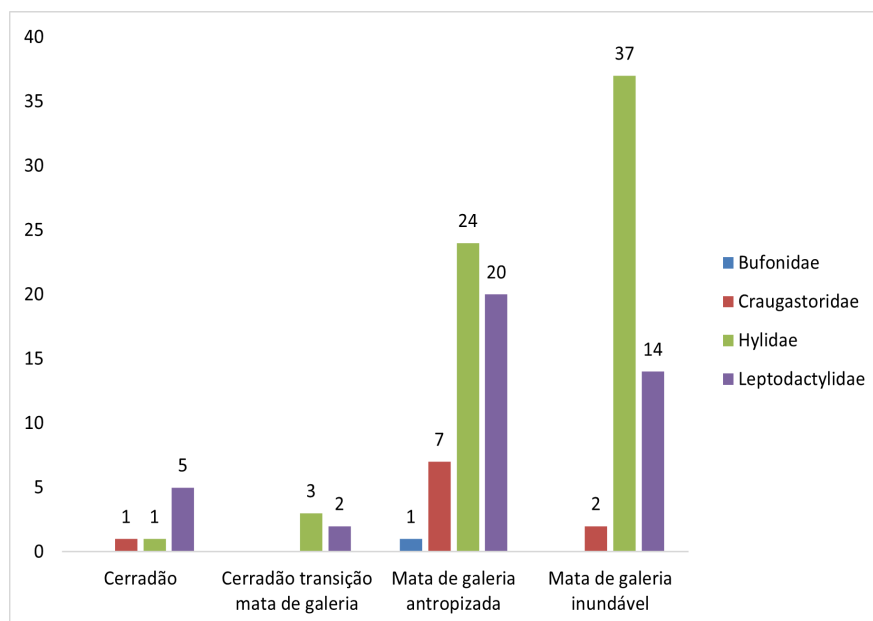


Fig. 8: Registro da ocorrência de anuros (família) por fitofisionomia no Parque Cesamar, Palmas – TO.

Na área estudada, foram detectados dois pontos com uma fitofisionomia em comum, a Mata de Galeria Permanente. Os ambientes demonstraram uma variação na composição de espécies, sendo que *Boana*

punctata, *Osteocephalus taurinus*, *Scinax constrictus* e *Leptodactylus podicipinus* tiveram registros somente no ponto Área da Mata (P4) que se encontrava mais preservado. Vale ressaltar que o ponto Área Úmida (P2), área à montante do lago do Parque Cesamar que drena a avenida NS 10 em suas proximidades, apresentou uma grande quantidade de resíduos sólidos (Figura 9).



Fig. 9: Presença de resíduos sólidos no ponto Área Úmida (P2), à montante do Parque Cesamar, Palmas – TO. Fonte: Acervo Pessoal.

O valor de 0,11 obtido no índice de diversidade de Simpson sugere uma baixa dominância e consequentemente uma alta diversidade. O resultado de 2,47 do índice de Shannon revela uma diversidade moderada à alta e o valor de 0,9 obtido através da Equabilidade de Pielou mostrou uma distribuição uniforme entre as espécies.

A curva de acumulação de espécies (Figura 10) demonstra que o número de espécies obtidas nesta pesquisa tende a se manter estável, e que a suficiência amostral foi atingida. O estimador Chao não indicou a

possibilidade do encontro de novas espécies; no entanto, os estimadores Jackknife 2 indicou a possibilidade de mais uma espécie, Bootstrap de mais duas espécies e Jackknife 1 mais três espécies (Figura 11).

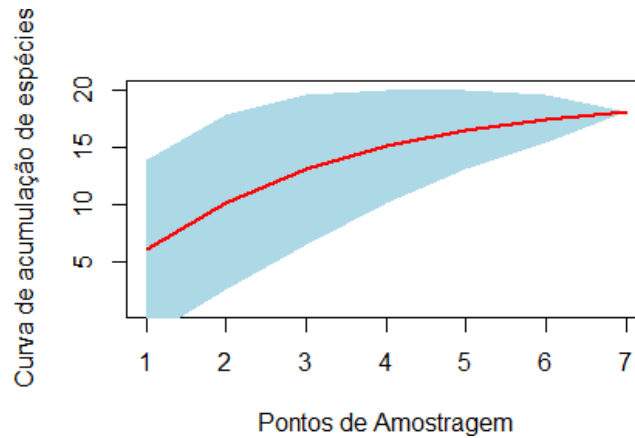


Fig. 10: Curva de acumulação de espécies de anuros para o Parque Cesamar, Palmas – TO.

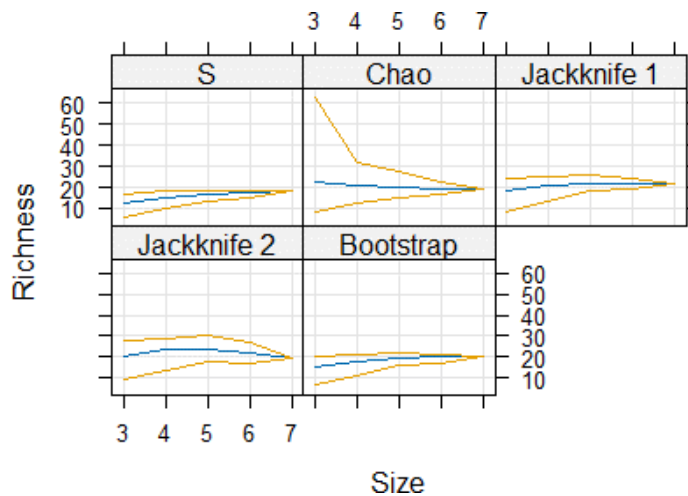


Fig. 11: Estimadores de riqueza para as espécies de anuros do Parque Cesamar, Palmas – TO.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Trabalhos como este são fundamentais para que a diversidade de um determinado local seja documentada, reconhecendo assim sua importância. Portanto, com base nos resultados obtidos, podemos concluir que o Parque Cesamar apresentou uma alta diversidade de anfíbios anuros, e que a

presente pesquisa foi bem efetivada, visto que dados promissores foram fornecidos, ressaltando a importância desta área verde. Estas informações que podem servir de ferramentas para a tomada de decisões no que diz respeito ao manejo do Parque.

A presente pesquisa mostrou que uma parcela do lixo urbano está sendo introduzida no Parque, este dado pôde ser observado através do ponto intitulado de Área Úmida, que apresentou uma grande quantidade de resíduos sólidos, pois é onde a água desemboca da cidade para o lago. Sendo assim este fator de qualidade ambiental pode estar implicando de forma negativa na distribuição da fauna local; o que propõe ao Parque a elaboração de estratégias que possam mitigar tal situação, para que a diversidade do mesmo não seja prejudicada.

REFERÊNCIAS

- AMOEDO, Pablo et al. Fauna silvestre cinegética de um trecho de restinga da APA do litoral norte do estado da Bahia, Mata de São João, Bahia. SEMOC-Semana de Mobilização Científica-Fauna silvestre cinegética de um trecho de restinga da APA do litoral norte do estado da Bahia, Mata de São João, Bahia, 2006.
- ARAÚJO, Cleide Mecnas et al. O Parque Cesamar e a integridade ambiental do Córrego Brejo Comprido em Palmas-TO. *Revista Interface (Porto Nacional)*, n. 06, 2013.
- BARBARISI, Bernard Freire et al. Estimativa da temperatura do ar para os Estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Tocantins a partir do uso de imagens de radar. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia. 2006. p. 2006.
- CAMPOS, Vitor Azarias et al. Composição e riqueza de espécies de anfíbios anuros em três diferentes habitats em um agrossistema no Cerrado do Brasil central. *Biota Neotropica*, v. 13, p. 124-132, 2013.
- DE ALMEIDA, S. P. et al. Cerrado: ecologia e flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008., 2008.c
- DIAS, Maria Aline Silva; LIMA, Nathalia Bastos; FIGUEIREDO-DE-ANDRADE, Caio Antonio. Análise do Conhecimento etno-herpetológico dos estudantes no Município de Salinas, Minas Gerais, Brasil. *Acta Biomedica Brasiliensia*, v. 9, n. 1, p. 36-47, 2018.
- GAMBALE, Priscilla G. et al. Composição e riqueza de anfíbios anuros em remanescentes de Cerrado do Brasil Central. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 104, p. 50-58, 2014.
- LIMA, Albertina Pimentel et al. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke - Amazônia Central. Manaus: Áttema Design, 2006. 168 p.
- LIMA, Albertina Pimentel et al. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke-Amazônia Central. 2012.
- LIMA, Maria Goretti Araujo de. *Zoologia dos Cordados*. 2. Ed. Fortaleza - Ceará. EdUECE, 2015. 202 p.
- LIMA, Valéria; AMORIM, Margarete Cristiane da Costa Trindade. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. *Formação (Online)*, v. 1, n. 13, 2006.
- LISBOA, Cybele Sabino et al. Plano Estratégico de Conservação de Anfíbios

(PECAN): Perereca- rústica (*Pithecopus rusticus*). 1. ed. Santa Maria - RS. Realização: Grupo de Especialistas em Anfíbios do Brasil ASG Brasil/IUCN SSC. 2023.

PALMAS. Lei n. 1.406, de 16 de dezembro de 2005. Institui o plano de uso e ocupação do Parque Cesamar e dá outras providências. Diário Oficial [do Estado do Tocantins]. Palmas, 2005.

SEGALLA, Magno V. et al. List of Brazilian amphibians. *Herpetologia Brasileira*, v. 10, n. 1, p. 121-216, 2021.

SILVA, Leandro Alves da et al. Richness, diversity patterns, and taxonomic notes of amphibians from the Tocantins state. *Biota Neotropica*, v. 20, 2020.

SOUZA, André Santos. ESPÉCIES DA FAUNA URBANA DE MARABÁ E PARAUAPEBAS: CONHECER PARA PRESERVAR. *Revista Agrogeoambiental*, 2014.

STREHL, Mariza Paula. Levantamento de anfíbios anuros em duas áreas rurais no Município de Salto do Lontra-Paraná, Brasil. 2015.

ZANK, Caroline et al. Anfíbios. 1. ed. Porto Alegre - RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. 2014.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 12

IDENTIFICAR LEVEDURAS COM POTENCIAL PROBIÓTICO ISOLADAS DO FRUTO AMAZÔNICO PUPUNHA (*BACTRIS GASIPAES*)

Rayssa Nascimento Filgueira¹
Thaís Costa Santos²
Juliana Fonseca Moreira da Silva³

RESUMO

A região Amazônica, rica em recursos frutais nativos, é habitat da pupunha (*Bactris gasipaes*), uma palmeira tropical cultivada extensivamente por pequenos agricultores para extração de palmito e frutos. Este estudo teve como objetivo identificar o potencial probiótico em leveduras isoladas da fermentação espontânea do fruto de pupunha. As leveduras foram reativadas e purificadas em Yeast Malt Agar (YMA) e avaliadas quanto a fatores de virulência, incluindo produção de gelatinase, lipase, DNase e atividade hemolítica. Os resultados mostraram que todas as leveduras isoladas (LPC15, LPC27, LPC30, LPC35) apresentaram dois ou mais fatores de virulência, como gelatinase, lipase, DNase e hemólise, o que é indesejável em microrganismos probióticos devido aos seus potenciais riscos patogênicos. Esses achados destacam que, embora o fruto de pupunha tenha potencial para o desenvolvimento de probióticos, as leveduras estudadas não foram consideradas adequadas para uso seguro. Pesquisas futuras devem se concentrar na identificação de leveduras alternativas sem fatores de virulência para garantir a segurança e eficácia de probióticos derivados da biodiversidade amazônica.

Palavras-chave: Pupunha; Potencial probiótico; Biotecnologia.

¹ Graduanda em Medicina, Pibic/ FAPT, Universidade Federal do Tocantins, rayssafilgueira@mail.uft.edu.br

² Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, thais.costal@mail.uft.edu.br

³ Doutora em Microbiologia, Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, julianafmsilva@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

A região Amazônica é detentora de enormes reservas nativas e ricas em frutas que apresentam uma grande importância social e econômica, dentre as quais podemos destacar a Pupunha (*Bactris gasipaes*). A pupunheira (*B. gasipaes* Kunth) é uma espécie de palmeira nativa da América Latina tropical, sendo encontrada com elevada abundância na Amazônia Ocidental e sul da América Central e cultivada principalmente por pequenos agricultores que buscam explorar o seu palmito e/ou o seu fruto de diferentes formas (CARVALHO et al., 2013).

Os frutos desta palmeira apresentam-se em forma de cachos com formato e coloração variada: redondas, ovóides ou cônicas e cores vermelha, amarela, alaranjada e até mesmo verde, e são considerados de alto valor energético, nutricional e pró-vitamínico (PINHEIRO et al., 2019; MOREIRA et al., 2017), fazendo parte da alimentação da população do Norte do país, é da família das palmáceas, sendo rica em carboidratos, lipídios e carotenóides biodisponíveis (SINGH, 2015; MIRANDA et al. 2021).

A biotecnologia de alimentos fornece ferramentas importantes para caracterização e beneficiamento desses frutos, agregando valor e tornando-os disponíveis o ano todo. Por meio da biotecnologia pode-se fazer uso de microrganismos com potencial probiótico associados a frutos locais disponíveis na região amazônica, como por exemplo, a Pupunha, possibilitando assim, a oferta no enriquecimento de alimentos visando a saúde do consumidor que busca o benefício da ingestão desses microrganismos (SILVA et al, 2015; MIRANDA et al, 2021; CHANG et al., 2018).

Segundo o Ministério da Saúde, probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do indivíduo. Esses microrganismos pertencem a diferentes gêneros e espécies, tanto de bactérias como leveduras, e têm sido associados a diversos efeitos benéficos: como prevenção do câncer, redução do

colesterol e modulação do sistema imunológico, facilitando e aumentando a absorção de minerais e a imunidade humana (MIRANDA, et al., 2021; BRASIL, 2018).

Dentre os microrganismos probióticos utilizados em humanos e animais destaca-se as bactérias ácido lácticas e a levedura *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*, que atualmente é a única levedura disponível comercialmente para utilização como probiótico (BALIZA et al., 2018).

Embora estudos avaliando potencial probiótico de leveduras não *Saccharomyces* vem aumentando ultimamente, devido a efeitos benéficos ao organismo humano por serem tolerantes às condições impostas ao trato gastrointestinal (TGI), resistentes às ações de antibióticos, isentas na disseminação dos genes de resistência para patógenos, bem como fáceis de serem eliminadas após a interrupção do consumo probiótico.

Dessa forma, o presente trabalho visa identificar leveduras com potencial probiótico isoladas da fermentação espontânea do fruto amazônico Pupunha, tendo como finalidade o uso em indústrias farmacêutica e/ou alimentícia.

MÉTODO E MATERIAIS

Reativação e purificação de leveduras isoladas da fermentação espontânea do fruto amazônico Pupunha (*Bactris gasipaes*).

Foram reativadas e purificadas, as leveduras previamente isoladas do fruto pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), em YMA (Yeast Malt Agar – 2% de glicose, 0,5% de peptona, 0,3% extrato de levedura, 0,3% de extrato de malte, 2% de ágar, 0,02% cloranfenicol). (FERREIRA et al, 2019).

Avaliação dos fatores de Virulência Gelatinase

A detecção da produção de gelatinase desenvolveu-se de acordo com Marra et al.(2007). Os microrganismos em estudo foram inoculados em tubos contendo 4 mL de caldo YPD com 12% de gelatina por 48h a 37°C. Após a

incubação, os tubos foram destinados ao banho de gelo por um período de 30 minutos, sem agitação. Utilizou-se como controle positivo *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). O resultado foi interpretado como negativo: meio sólido ou positivo: meio líquido. O experimento realizou-se em triplicata em dois experimentos independentes.

Produção de lipase

A produção de lipase realizou-se de acordo com Barbosa et al. (2010). Alíquotas de 2 µL do sobrenadante bruto de cada cultura foram semeados pontualmente em placas contendo Ágar YPD suplementado com 2g.L⁻¹ de Cloreto de cálcio (CaCl₂) e 10g.L⁻¹ de Tween 80 e, em seguida, as placas foram incubadas a 37°C por 48h. A atividade lipolítica foi identificada pela formação de halos opacos ao redor das colônias. O experimento realizou-se em triplicata em dois experimentos independentes.

DNase

A atividade de DNase foi testada como descrita por Bannerman (2003), com adaptações, utilizando o Ágar DNase (Oxoid, São Paulo, Brasil). Os isolados foram estriados diretamente na placa contendo Ágar DNase e incubados à 37°C por 24h. Após o tempo de incubação a placa foi coberta com ácido clorídrico 1N por 3 min. A formação de halo claro em torno das colônias foi considerada indicativo de resultado positivo. Utilizou-se como controle positivo *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). O experimento desenvolveu-se em triplicata em dois experimentos independentes.

Atividade Hemolítica

As linhagens foram testadas quanto à atividade hemolítica segundo Foulquié-Moreno et al. (2003), utilizando Ágar Sangue (7% v/v de sangue de cavalo) e incubação a 37°C por 48h. A interpretação dos resultados realizou-se da seguinte forma: α-hemólise= linhagens que produziram zonas verdes em torno das colônias; γ-hemólise= não produziram qualquer efeito sobre as placas de Ágar Sangue (foram consideradas não hemolíticas). Linhagens, que apresentaram zonas de lise de sangue ao redor das colônias,

classificaram-se como β -hemólise (hemolíticas). O experimento realizou-se em triplicata em dois experimentos independentes.

Identificação molecular Extração de DNA

A extração de DNA genômico será baseada no protocolo de extração de DNA com clorofórmio: álcool isoamílico, de acordo com a metodologia proposta FERREIRA *et. al*, 2019.

Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e sequenciamento

Os perfis genéticos da(s) levedura(s) isolada(s) serão obtidos pela técnica de PCR (Polymerase Chain Reaction) utilizando os primers NL1 (5'GCATATCAATAAGCGGAGGAAAAG'3) e NL4 (5'GGTCCGTGTTTCAAGACGG'3), que se anelam nos domínios D1-D2 na região do gene 28S que é um gene conservado utilizado para identificar espécies. Essa técnica é utilizada para facilitar a identificação das espécies de leveduras a nível específico. As amostras serão enviadas para sequenciamento no Laboratório de Ecologia, Taxonomia e Biotecnologia de Fungos da Universidade Federal de Minas Gerais.

As sequências de DNA serão comparadas com as disponíveis no banco de dados GenBank utilizando a ferramenta de pesquisa de alinhamento local básico (BLAST disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) (FERREIRA *et al.*, 2019).

Propriedades tecnológicas

Liofilização e armazenamento e viabilidade das leveduras

As ampolas com 200 μ l da amostra de leveduras com ou sem crioprotetores serão congeladas a -80 °C por 8 h e liofilizadas por 24 h ao ar, usando um equipamento de laboratório HETO 7D4. As células liofilizadas serão armazenadas a 4°C de 1 a 90 dias. Após a liofilização e em diferentes intervalos de tempo de armazenamento, serão selecionadas aleatoriamente amostras as quais serão reidratadas até o volume original com água

deionizada estéril e plaqueadas para enumeração de microrganismos viáveis. A contagem de número de células viáveis será determinada como unidades formadoras de colônia por ml (UFC/ml), serão preparadas em 0,1% de triptona diluições em série das amostras e semeado em ágar YPD e ágar YGC (Biokard Diagnostic, Beauvais, França). As placas serão incubadas a 35 °C por 24/48h em ambiente aeróbico (BOLLA *et al.*, 2011).

A sobrevivência será calculada como UFC/ml após liofilização dividida por UFC/ml antes da liofilização. A contagem de placas de leveduras será realizada em Ágar YPD, como descrito por Bolla *et al.* (2011) com modificações.

Análise estatística

Os dados serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias Tukey em nível de confiança de 95%, *software* estatístico utilizado será o *Statistica 7.0*.

DADOS E DISCUSSÃO

Após a avaliação das propriedades funcionais *in vitro* das leveduras isoladas da pupunha, os isolados selecionados (LPC15; LPC27; LPC30; LPC35) foram submetidos aos testes de análises de fatores de virulência, onde foi verificada a capacidade de produzirem as enzimas gelatinase, lipase, DNase e avaliada a atividade hemolítica. Esses testes são necessários para garantir a segurança na aplicação das cepas e devem ser feitos até mesmo em microrganismos reconhecidos como seguros (GRAS) (FAO/WHO, 2002).

Os resultados destes testes podem ser visualizados na Tabela 01. Pode-se observar, que todas as leveduras isoladas apresentaram dois ou mais fatores de virulência, sendo que a presença das atividades de gelatinase, lipase, DNase e hemólise em microrganismos com potencial probiótico não são desejáveis (FISCHER; PHILLIPS, 2009). Os fatores de virulência, também conhecidos como fatores de patogenicidade, referem-se aos mecanismos observados em comuns entre vários microrganismos patogênicos.

Tabela 01. Testes de fatores de virulência das leveduras isoladas do fruto pupunha

Testes	Leveduras				C
	LPC 15	LPC 27	LPC 30	LPC 35	
Gelatinase	+	+	-	+	+
Lipase	-	+	+	+	NS
DNAse	+	+	+	+	+
Atividade hemolítica	β -H	γ -H	β -H	γ -H	NS

LPC= leveduras isoladas do fruto pupunha; C = *S. aureus*; (-) = negativo; (+) = positivo; γ -H = γ -hemólise; β -H = β - hemólise. NS = não se aplica.

Esses testes são fundamentais para descartar a possibilidade de um microrganismo com potencial probiótico possuir a capacidade de virulência e ocasionar danos ao hospedeiro, dessa forma, garantindo uma segurança maior a saúde de quem os consome (FISHER; PHILLIPS, 2009). Baseado nestes resultados, os isolados LPC15; LPC27; LPC30; LPC35, por apresentarem dois ou mais fatores de virulência, foram descartados do estudo, não sendo selecionados para a etapa de identificação molecular e das propriedades tecnológicas.

Diante do exposto, a aluna auxiliou novos alunos na preparação e execução dos experimentos de dissertações e teses desenvolvidas no

laboratório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de leveduras isoladas da fermentação espontânea do fruto de pupunha revelou que todas leveduras isoladas apresentaram dois ou mais fatores de virulência, incluindo atividades de gelatinase, lipase, DNase e hemólise, que não são desejáveis em microrganismos probióticos devido a seus potenciais riscos patogênicos. Esses resultados indicam que, embora o fruto de pupunha seja promissor para o desenvolvimento de novos produtos, os isolados estudados não são adequados para uso seguro. A necessidade de explorar leveduras alternativas, que não apresentem fatores de virulência, é crucial para garantir a segurança e eficácia dos probióticos derivados da biodiversidade amazônica.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, C. J.; PICCOLI, H. R.; DUARTE, F. W. Probiotic potential of yeasts isolated from pineapple and their use in the elaboration of potentially functional fermented beverages. *Food Research International* v.107, 518-527, 2018.
- BALIZA, D. D. M. S.; SILVA, J. F. M. da; PIMENTA, R. S.. Evaluation of the applicability of a probiotic strain of *Saccharomyces cerevisiae* in cereal bars. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, 2018.
- BANNERMAN, T. M. *Staphylococcus, Micrococcus and other catalase-positive cocci that grow aerobically*. In P. R. Murray (org.), *Manual of clinical Microbiology* Washinton, DC: ASM Press. 2003. P. 384-404.
- BARBOSA, J.; GIBBS, P. A.; TEIXEIRA, P. Virulence factores among enterococci isolated from traditional fermented meat products produced in North of Portugal. *Food Control*, v. 21, p. 651-656, 2010.
- BOLLA, P. A., SERRADELL, M. A., URRAZA, P.J., ANTONI, G.L. Effect of freezedrying on viability and in vitro probiotic properties of a mixture of lactic acid bacteria and yeasts isolated from kefir. *Journal of Diary Research*, v. 78, p. 15-22, 2010.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da diretoria colegiada RDC nº 241, de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. Brasília, DF: ANVISA ,2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/34379910/do1-2018-07-27-resolucao-da-diretoriacolegiada-rdc-n-241-de-26-de-julho-de-2018-34379900. Acesso em: 10 de maio de 2022.
- CARVALHO, A. V.; BECKMAN, J. C.; MACIEL, R. A.; NETO, J. T. F. Características físicas e químicas de frutos de pupunheira no estado do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v. 35, n. 3, p. 763-768, 2013.
- CHANG, L.S.; KARIM, R.; MOHAMMED, A.S.; GHAZAI, H.M. Characterization

of enzymeliquefied soursop (*Annona muricata* L.) puree. *LWT - Food Science and Technol.*, v. 94, p. 40-49, 2018.

FAO; WHO. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. In Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Working Group Report; FAO: Rome, Italy; WHO: Geneva, Switzerland, 2002. (Acessado em 30 de maio de 2022).

FERREIRA, E. M. S.; SOUSA, F. M. P.; ROSA, L. H.; PIMENTA, R. S. Taxonomy and richness of yeasts associated with angiosperms, bryophytes, and meltwater biofilms collected in the Antarctic Peninsula. *Extremophiles*, v. 23, n. 1, p. 151-159, 2019.

FISCHER, K.; PHILLIPS, C. The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus*. *Microbiology*, v. 15, p.1749-1757, 2009.

FOULQUIÉ-MORENO, M. R. et al. Isolation and biochemical characterisation of enterocins produced by enterococci from different sources. *Journal of Applied Microbiology*, v. 94, p. 214-229, 2003.

MARRA, A., et al. Enterococcal virulence determinants may be involved in resistance to clinical therapy. *Diagnostic Microbiology*, v. 58, p. 59-65, 2007.

MIRANDA, W. L.; SILVA, J. F. M.; SOUZA, B.G; LEÃO, G. M. A. Isolamento e identificação de *Lactobacillus* sp. e *Saccharomyces* sp. da fermentação espontânea do fruto amazônico (pupunha) com potencial probiótico e biotecnológico para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios. *DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 8, n. Especial, p. 14- 22, 3 nov. 2021.

MOREIRA, W. K. O.; OLIVEIRA, S. S.; REIS, J. DOS S.; PARAENSE, L. R. C. GUIMARÃES, A. T.; SILVA, R. T. L. DA. Análise de correlação em frutos de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Global Science And Technology*, v. 9, n. 3, 2017.

PINHEIRO, LUIZ PERES ALVES et al. Armazenamento de frutos de pupunha (*Bactris gasipaes kunth*) em diferentes embalagens. Trabalho de conclusão de Curso submetido à Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, 2019.

SILVA, J. F. M.; PELUCIO, J M.; PRADO, G.; MADEIRA, J. E. G. C.; OLIVEIRA, M. S.; MORAIS, P. B.; ROSA, C. A.; PIMENTA, R. S.; NICOLI, J. R. Use of Probiotics to Control Aflatoxin Production in Peanut Grains. *The Scientific World Journal*, v. 2015, p. 1-8, 2015.

SINGH, T. C. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e estabilidade de compostos bioativos em óleos de palma e amêndoa de frutos amazônicos. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto-SP, 2015.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 13

Índice tornozelo-braquial e oximetria de pulso como avaliadores da DAOP assintomática em pacientes com diabetes mellitus atendidos em Unidades de Saúde da Família no município de Palmas-TO

Pedro Lucas Silva Batista¹

Luiz Sinésio Silva Neto²

RESUMO

A doença obstrutiva arterial periférica (DAOP) é causada pelo estreitamento ou obstrução dos vasos arteriais periféricos, geralmente devido à isquemia tecidual devido à aterosclerose. A aterosclerose é uma inflamação crônica das artérias e está associada a fatores de risco como hipertensão, diabetes, tabagismo e velhice. A prevalência global da DAP varia de 3% a 12%, com maior prevalência em pacientes com diabetes, e o risco de complicações, incluindo amputação, aumenta se a doença não for adequadamente diagnosticada e tratada. O diagnóstico da DAOP pode ser feito pelo exame físico e pela utilização do índice tornozelo-braço (ITB), método simples e de baixo custo que pode avaliar a gravidade da doença com alta sensibilidade e especificidade. A oximetria de pulso tem sido estudada como ferramenta complementar, mas sua eficácia no diagnóstico de DAOP permanece questionável devido à sua menor sensibilidade em comparação ao ITB. O estudo avaliou 93 pacientes com diabetes em Palmas e observou que a oximetria de pulso apresentou resultados complementares ao ITB, principalmente em membros elevados, sugerindo seu potencial uso como método de triagem. No entanto, há falta de correlação em alguns casos, sendo necessários mais estudos para confirmar a utilidade da oximetria como complemento ao diagnóstico de DAOP. Este estudo concluiu que a combinação de ITB e oximetria poderia melhorar a detecção precoce e o manejo clínico da DAP.

Palavras-chave: Índice tornozelo-braço; Doença Arterial Periférica; Diabetes.

¹ Graduando em Medicina, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, silva.pedro@mail.uft.edu.br.

² Doutor em Ciências e Tecnologias em Saúde, Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, luizneto@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

A doença arterial obstrutiva periférica (DAOP), ocorre devido ao estreitamento ou obstrução dos vasos arteriais periféricos, o que induz a baixa perfusão sanguínea dos membros e a eventual isquemia dos tecidos (DE LUCCIA et al., 2015). A aterosclerose é um processo inflamatório crônico das grandes e médias artérias, preditivo de uma lesão endotelial, deposição lipídica e atuação leucocitária, que causa estreitamento luminal e que constitui a principal etiologia para a DAOP (LIBBY et al., 2009; WOLF et al., 2019). Estima-se que a prevalência da comorbidade varie entre 3 a 12%, a nível mundial, enquanto no Brasil pesquisas indicam um índice entre 10 a 25% na população acima de 55 anos (FOWKES et al., 2010; NORGREN et al., 2007).

Os fatores de risco para a DAOP mais frequentemente encontrados na literatura foram hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes mellitus (DM), tabagismo, histórico de doença cardiovascular (DCV), idade avançada e dislipidemias (FOWKES et al., 2010; MAKDISSE et al., 2008). As diretrizes do American College of Cardiology/American Heart Association (ACC/AHA) identificaram os grupos de risco que estão associados a uma prevalência aumentada de DAOP, como indivíduos com idade igual ou superior a 70 anos, indivíduos com idade de 50 a 69 anos com histórico de tabagismo ou DM, indivíduos com idade de 40 a 49 anos com DM e pelo menos um outro fator de risco para aterosclerose em indivíduos com formação aterosclerótica conhecida em outras artérias (CREAGER et al., 2012).

O diabetes mellitus é uma doença crônica de múltipla etiologia, caracterizada por distúrbios no metabolismo energético dos carboidratos, das gorduras e das proteínas, como consequência de defeitos na secreção e/ou na ação da insulina, com a eventual hiperglicemia permanente (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION et al., 2014). É tradicionalmente classificada em dois principais subtipos, o DM tipo 1 (DM1) de origem autoimune e que culmina na insuficiente produção de insulina e o DM tipo 2 (DM2), resultante de um complexo processo fisiopatológico que promove a resistência insulínica e é responsável por 90% a 95% dos casos (AMERICAN

DIABETES ASSOCIATION et al., 2014; GOYAL, et al., 2018.).

O DM está associado a uma maior prevalência de DAOP e maior risco de piores prognósticos (BRITTON, et al., 2012). A necessidade do rastreamento da DAOP na prática clínica baseia-se no expressivo número de pacientes diabéticos que possuem a DAOP assintomática, que oscila entre 0,4 a 14%, na dependência do fator de risco estudado (NORGREN et al., 2007). Segundo estudos do brasileiros, portadores de DM apresentaram prevalência 2,7 vezes maior de DAOP em relação aos não diabéticos (MAKDISSE et al., 2008). Sem o diagnóstico inicial e a conduta direcionada, pacientes assintomáticos com DM e DAOP podem progredir para claudicação intermitente, para isquemia crônica com risco de membros e para uma eventual amputação (BELCH, et al., 2008).

O exame clínico para o diagnóstico da DAOP consiste na avaliação dos sinais e sintomas ao exame físico, incluindo a palpação dos pulsos periféricos e as medidas de pressão das artérias tibial posterior e dorsal do pé, utilizando o doppler portátil e esfigmomanômetro (DE LUCCIA et al., 2015). O Índice Tornozelo-Braço (ITB) é um método não invasivo, de fácil realização e de baixo custo, que pode fornecer informações importantes para o diagnóstico de pacientes com doença arterial obstrutiva periférica (DAOP), com altas sensibilidade (95%) e especificidade (99%), além de bases para o prognóstico e acompanhamento desses indivíduos (DIEHM, et al., 2009; DAWBER, et al., 1951). Em 2022, haviam 7.777 pacientes com diagnósticos de diabetes mellitus em Palmas. Desses pacientes, 1.044 eram insulínos dependentes e eram acompanhados pela rede municipal de saúde.

Estudos recentes relataram inconsistência no uso de oximetria de pulso como método auxiliar no diagnóstico de DAOP. Segundo Joyce e cols., pacientes com DAOP apresentaram saturação arterial de oxigênio (SaO₂) significativamente menor nos membros isquêmicos, enquanto Jawahar et al. constataram que a oximetria de pulso apresentou baixa sensibilidade para detectar a DAOP quando comparada com o ITB utilizado como teste de referência (JOYCE, et al., 1990; MENDES, et al., 2019). A eficácia da oximetria de

pulso permitiria uma monitorização não invasiva e contínua da saturação parcial de oxigênio dos pacientes com DAOP, o que poderia ser utilizada como indicador de prognóstico da comorbidade nesses indivíduos. Nesse sentido, mais estudos são necessários para confirmar as pesquisas não invasivas de lesão arterial periférica assintomática nos indivíduos com DM.

1. MÉTODO E MATERIAIS

1.1. Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo retrospectivo e prospectivo, transversal e de carácter quantitativo.

1.2. População e local de estudo

Participarão do estudo todos os indivíduos com diabetes mellitus que são atendidos nas Unidades de Saúde da Família (USFs) do território Apinajé em Palmas-TO. Conforme o Ministério da Saúde, as USFs compõem a Atenção Primária para o Sistema Único de Saúde (SUS) e são aptas para realizar diagnóstico e acompanhamento de pessoas com diabetes mellitus. Nas USFs, os pacientes contam com profissionais capacitados para orientação sobre a adoção de hábitos de vida saudáveis, além de estímulos para manutenção do tratamento, promovendo a eventual diminuição de complicações naturais do DM não controlado.

1.3. Critérios

- 1.3.1. Critérios de inclusão: indivíduos diabéticos entre 18 e 70 anos, assintomáticos para a DAOP e que aceitem participar do estudo;
- 1.3.2. Critérios de exclusão: serão excluídas as indivíduos com idade inferior a 18 anos de idade, não diabéticos e/ou que possuam sinais e sintomas para a DAOP.

1.4. Período de estudo

Assim como descrito no cronograma, o período de estudo ocorrerá de setembro de 2023 a junho de 2024 (10 meses).

1.5. Abordagem dos pacientes: a abordagem dos pacientes ocorrerá posteriormente aos atendimentos de rotina nas USFs, após firmar um acordo com o profissional médico que atenderá nos respectivos dias de consulta, em outra sala, a combinar com a USF, e sem alterar a rotina/tempo de consulta das unidades. No início da consulta, o paciente será informado sobre a pesquisa: seus objetivos, riscos, benefícios e procedimentos. Em caso de aceite, após a assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), será iniciado a etapa de coleta de dados com a aplicação de questionário (Apêndice 1). O paciente será esclarecido que a participação na pesquisa é voluntária e que não influenciará em seu atendimento na unidade de saúde, caso rejeite.

1.6. Instrumentos utilizados:

Oxímetro pulso (dedo) graph po30 - beurer

Estetoscópio Adulto/Pediátrico - Littmann Classic III Chocolate Cobre 5809 -

Rioclareense - 3M Doppler Vascular Portátil DV610B

Esfigmomanômetro Adulto Preto Nylon Fecho de Contato - BIC Braçadeira

Extra Grande Para Aparelho de Pressão De Braço G-tech Formulário

previamente estabelecido (Apêndice 1)

Caneta esferográfica 0.7mm Spiro na cor azul

1.7. Procedimentos para coleta de dados

Inicialmente será obtida a história clínica por meio de formulário previamente estabelecido (Apêndice 1) e realizada palpação dos pulsos periféricos dos membros inferiores. Em seguida, a pressão no membro superior direito será aferida, utilizando o “Esfigmomanômetro Adulto Preto Nylon Fecho de

Contato - BIC" e o "Estetoscópio Adulto/Pediátrico - Littmann Classic III Chocolate Cobre 5809 - Rioclarense - 3M", e a pressão no membro inferior ipsilateral, utilizando o mesmo esfigmomanômetro aneroide e o "Doppler Vascular Portátil DV610B". Após isso, será realizado o cálculo do ITB que consiste na divisão do maior valor da pressão sistólica nas artérias tibial posterior ou dorsal do pé, pela maior pressão na artéria braquial. Valores de ITB abaixo de 0,90 serão considerados como possíveis indicadores de DAOP, enquanto que valores entre 0,90 e 1,40 serão considerados normais. Por fim, serão realizadas as medidas da saturação periférica de oxigênio no dedo indicador e no hálux direitos, em decúbito dorsal e em posição elevada a 30 cm, utilizando o "Oxímetro pulso (dedo) graph po30 - beurer" e registrada a diferença entre eles, considerada alterada quando maior que 2%. Esse mesmo processo será realizado à esquerda. Os resultados obtidos pelo ITB serão comparados com os valores obtidos pela diferença de oximetria de pulso entre os dedos indicadores e os hálux direito e esquerdo, com o objetivo de avaliar a oximetria de pulso como possível teste de rastreamento diagnóstico de DAOP. Os pacientes com suspeita de DAOP serão orientados a encontrarem serviços especializados de angiologia e cirurgia vascular para seguimento propedêutico e terapêutico.

1.8. Análise estatística:

Os dados serão previamente tabulados em planilha do Windows Excel e para análise será utilizado o software estatístico STATA versão 9.2. Serão calculados a sensibilidade, a especificidade, o valor preditivo positivo, o valor preditivo negativo e o intervalo de confiança de 95%.

2. RESULTADOS PARCIAIS/ PRELIMINARES

Dos 93 pacientes, 69 eram do sexo masculino (74,1%) e 24 do sexo feminino (25,9%). A idade média foi de 59,6 anos e a idade dos pacientes variou de 28 a 70 anos. A Tabela 1 descreve as comorbidades avaliadas associadas à doença obstrutiva arterial periférica.

Tabela 1: Características clínicas dos participantes do estudo que realizaram oximetria de pulso e exame de ITB.

Características	Valores	%
Número de pacientes (participantes)	93	100
Sexo feminino	24	25,9
Sexo masculino	69	74,1
Controle do DM	77	82,8
Hipertensão Arterial	63	67,7
Dislipidemia	68	73,1
Tabagismo	57	61,2
Obesidade	23	24,7

2.1. Resultados da oximetria de pulso e ITB medidos em decúbito dorsal

Dos 15 pacientes submetidos à pesquisa, 186 membros foram avaliados, sendo que 66 membros (35,5%) apresentaram ITB alterado (valores menores que 0,9) e 120 (64,5%) apresentaram ITB normal (valores entre 0,9 e 1,4). Quanto à oximetria de pulso, os dados apresentados na tabela 2 demonstram um total de 75 membros (40,3%) fora da faixa de normalidade (diferença entre membro superior e inferior maior que 2), quando medidos em decúbito dorsal, e 111 membros (59,7%) foram considerados normais (menor ou igual a 2). A associação entre ITB e oximetria alterados foi verificada em 21 membros, enquanto 66 membros não apresentaram alteração em nenhum desses métodos.

Tabela 2: Total de membros nos quais foram realizados oximetria de pulso com membro inferior em decúbito dorsal e ITB com resultados alterados e não alterados.

	ITB alterado	ITB normal	Total
SpO2 alterada	21	54	75
SpO2 normal	45	66	111
Total	66	120	186

SpO2: saturação periférica de oxigênio; ITB: índice tornozelo-braquial

2.2. Resultados da oximetria de pulso medida na posição elevada
Dos 93 pacientes submetidos à pesquisa, em 186 membros também foi realizada a oximetria de pulso no membro inferior elevado a 30 cm do plano horizontal. Assim, 66 membros (35,5%) apresentaram ITB alterado e 120 (64,5%) apresentaram ITB normal. Quanto à oximetria de pulso, 88 membros (47,3%) fora da faixa de normalidade e 98 membros (52,7%) foram considerados normais. A associação entre ITB e oximetria alterados foi verificada em 45 membros, enquanto 21 membros não apresentaram alteração em nenhum desses métodos.

Tabela 3: Total de membros nos quais foram realizados oximetria de pulso com membro inferior em com 30 cm de elevação e ITB com resultados alterados e não alterados.

	ITB alterado	ITB normal	Total
SpO2 alterada	45	43	88
SpO2 normal	21	77	98

Total	66	120	186
-------	----	-----	-----

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizou uma análise detalhada de 93 pacientes, sendo 74,1% do sexo masculino, com idade média de 59,6 anos. O perfil dos pacientes com doença arterial obstrutiva periférica (DAOP) refletiu-se na prevalência significativa de fatores de risco como controle do diabetes (82,8%), hipertensão arterial (67,7%), dislipidemia (73,1%) e tabagismo (61,2%). A avaliação da oximetria de pulso e do índice tornozelo-braquial (ITB) mostrou que a proporção de membros com alteração do ITB foi maior (35,5%) na posição supina (40,3%) e na posição elevada, e a saturação periférica de oxigênio no sangue estava fora do normal faixa (47,3%). Esses achados reforçam a utilidade do ITB como importante marcador de doença arterial periférica, consistente com a oximetria de pulso, que demonstrou ter papel complementar na identificação de alterações vasculares nas extremidades.

Associações com alterações de ITB e SpO2 foram observadas em 21 membros na posição supina e em 45 membros na posição supina, sugerindo que a saturação de oxigênio em diferentes posições poderia ser uma ferramenta adicional no diagnóstico e monitoramento do DPO. Contudo, a falta de correlação entre alterações em alguns membros (66 membros sem alteração na posição supina e 21 membros na posição elevada) sugere a necessidade de uma avaliação mais abrangente utilizando uma abordagem multimodal. Em suma, este estudo confirma a importância da oximetria de pulso e do ITB como métodos complementares para detecção e monitoramento de pacientes com doença arterial periférica. A combinação desses exames, principalmente a oximetria elevada, pode melhorar a identificação precoce de alterações vasculares e auxiliar na estratificação de risco e no manejo clínico dessa população.

REFERÊNCIAS

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Diabetes care, v. 37, n. Supplement_1, p. S81-S90, 2014.

BELCH, Jill et al. The prevention of progression of arterial disease and diabetes (POPADAD) trial: factorial randomised placebo controlled trial of aspirin and antioxidants in patients with diabetes and asymptomatic peripheral arterial disease. Bmj, v. 337, 2008.

BRITTON, Kathryn A. et al. Insulin resistance and incident peripheral artery disease in the Cardiovascular Health Study. Vascular Medicine, v. 17, n. 2, p. 85-93, 2012.

CREAGER, Mark A. et al. ACCF/AHA Data Standards 2012
ACCF/AHA/ACR/SCAI/SIR/STS/SVM/SVN/SVS. Circulation, v. 125, p. 395-467, 2012.

DAWBER, Thomas R.; MEADORS, Gilcin F.; MOORE JR, Felix E. Epidemiological approaches to heart disease: the Framingham Study. American Journal of Public Health and the Nations Health, v. 41, n. 3, p. 279-286, 1951.

DE LUCCIA, Vice-Coordenador Nelson; COVRE, Marcos Rogerio; PRESTI, Calógero.
DOENÇA ARTERIAL PERIFÉRICA OBSTRUTIVA DE MEMBROS INFERIORES DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO.

DIEHM, Curt et al. Mortality and vascular morbidity in older adults with asymptomatic versus symptomatic peripheral artery disease. Circulation, v. 120, n. 21, p. 2053-2061, 2009.

FOWKES, F. Gerald R. et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010: a systematic review and analysis. The lancet, v. 382, n. 9901, p. 1329-1340, 2013.

GOYAL, Rajeev; JIALAL, Ishwarlal. Diabetes mellitus type 2. 2018.

JOYCE, W. P. et al. Pulse oximetry: a new non-invasive assessment of peripheral arterial occlusive disease. *Journal of British Surgery*, v. 77, n. 10, p. 1115-1117, 1990.

LIBBY, Peter et al. Inflammation in atherosclerosis: from pathophysiology to practice. *Journal of the American college of cardiology*, v. 54, n. 23, p. 2129-2138, 2009.

MAKDISSE, Marcia et al. Prevalence and risk factors associated with peripheral arterial disease in the Hearts of Brazil Project. *Arquivos brasileiros de cardiologia*, v. 91, p. 402-414, 2008.

MENDES, Camilla Vidal et al. Oximetria de pulso como ferramenta auxiliar no diagnóstico da doença arterial obstrutiva periférica. *Rev Med Minas Gerais*, v. 29, n. Supl 8, p. S47-S61, 2019.

NORGREN, Lars et al. Inter-society consensus for the management of peripheral arterial disease (TASC II). *Journal of vascular surgery*, v. 45, n. 1, p. S5-S67, 2007.

WOLF, Dennis; LEY, Klaus. Immunity and inflammation in atherosclerosis. *Circulation research*, v. 124, n. 2, p. 315-327, 2019.

FINANCIAMENTO

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

APÊNDICE

APÊNDICE 1 - Instrumento de coleta de dados – Questionário

1. Identificação do paciente:

Idade: _____ Sexo: _____
Profissão: _____ Religião: _____
Naturalidade: _____
Procedência: _____
Estado Civil: _____ Cor/etnia: _____
Local de residência: () Região Norte () Região Sul () outra região ()
Zona Rural

2. Diabetes Mellitus:

Tipo de Diabetes Mellitus: _____
Tempo de Diabetes Mellitus: _____
Controle da Diabetes Mellitus: sim () não ()

3. Outras comorbidades:

Doença Pulmonar Crônica: sim () não ()

- Tempo da Doença Pulmonar Crônica: _____
- Medicação para o tratamento da Doença Pulmonar Crônica: _____

Hipertensão Arterial Sistêmica: sim () não ()

- Tempo de Hipertensão Arterial Sistêmica: _____
- Controle da Hipertensão Arterial Sistêmica: sim () não ()
- Medicação para o tratamento da Hipertensão Arterial Sistêmica: _____

Doença Renal: sim () não ()

- Tempo de Doença Renal: _____
- Medicação para tratamento da Doença Renal: _____
- Hemodiálise: sim () não ()

Dislipidemia: sim () não ()

- Tempo de dislipidemia:
- Controle da dislipidemia: sim () não ()
- Medicação para o tratamento da dislipidemia:

Tabagismo: sim () não ()

- Tempo de tabagismo:
- Carga tabágica:

Índice de Massa Corporal:

- Peso:
- Altura:

Sedentarismo: sim () não ()

- Atividade física realizada e duração:

4. Dados adicionais:

Valor da pressão sistólica MMSS direito	Valor da pressão sistólica MMII direito	Oximetria dedo indicador direito	Oximetria hálux direito	Oximetria hálux direito elevado
Valor da pressão sistólica MMSS esquerdo	Valor da pressão sistólica MMII esquerdo	Oximetria dedo indicador esquerdo	Oximetria hálux esquerdo	Oximetria hálux esquerdo elevado

5. Valor de Índice Tornozelo-Braço: _____
ANEXOS

ANEXO 1: TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE – N.

O Sr. ou a Sra. está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: “ÍNDICE TORNOZELO-BRAQUIAL E OXIMETRIA DE PULSO COMO AVALIADORES DA DOENÇA ARTERIAL OBSTRUTIVA PERIFÉRICA ASSINTOMÁTICA EM PACIENTES COM DIABETE MELLITUS ATENDIDOS EM UNIDADES DE SAÚDE DA FAMÍLIA NO MUNICÍPIO DE PALMAS-TO”, e nós gostaríamos de entrevistá-lo. Essa pesquisa está sendo conduzida pelos pesquisadores e professores Dr. Luiz Sinésio Silva Neto e Dr. Silvio Alves Ferreira, assim como pelo graduando de medicina Pedro Lucas Silva Batista, vinculados a Universidade Federal do Tocantins – UFT em parceria com a FESP.

Caso haja alguma palavra ou frase que o (a) senhor (a) não consiga entender, converse com o pesquisador responsável pelo estudo ou com um membro da equipe desta pesquisa para esclarecê-lo (a).

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: esse estudo quer avaliar a doença arterial obstrutiva periférica assintomática em diabéticos atendidos nas Unidades de Saúde da Família no município de Palmas-TO, através de valores do índice tornozelo-braquial e da saturação arterial de oxigênio pela oximetria de pulso. Essa pesquisa está sendo realizada nos indivíduos com diabetes mellitus que são atendidas nesse serviço, mas já deixamos claro que a sua recusa em participar não vai prejudicar em nada seu atendimento. As informações que vamos coletar de você, servirão para um melhor entendimento das condições de saúde desse grupo em especial, o que poderá ajudar a melhorar o atendimento a pessoas com DM que possam evoluir para um pior prognóstico da doença.

PROCEDIMENTOS: Primeiro vamos explicar tudo que irá ser feito nessa pesquisa. É importante que você não fique com dúvida. De início você irá responder um questionário sobre dados sociais e econômicos, de saúde. Qualquer dúvida pode chamar. E não precisa se envergonhar, somos profissionais de saúde e estamos acostumados a perguntar pessoais. Tudo que responder, ficará em absoluto sigilo, seu nome ou qualquer dado que o identifique nunca será divulgado. A aplicação do questionário irá durar, aproximadamente, 25 minutos.

Rubrica da(o) Participante

Rubrica do Pesquisado

Após isso a pesquisa se encerra, ou será retomada uma segunda parte caso sejam identificadas alterações nos exames. Os pacientes com suspeita de

DAOP serão orientados a encontrarem serviços especializados de angiologia e cirurgia vascular para seguimento propedêutico e terapêutico.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO RISCOS E BENEFÍCIOS: Todos os procedimentos que serão realizados serão gratuitos. Os principais riscos referentes à pesquisa podem incluir possibilidade de constrangimento ou coação. Para evitar esses riscos, a aplicação do questionário poderá ser interrompida a qualquer momento; você terá toda privacidade durante a realização da pesquisa, tanto na aplicação do questionário que ocorrerá em sala privativa, quanto a realização da coleta dos dados de oximetria e pulso; o pesquisador estará à disposição para esclarecer a qualquer momento as suas dúvidas. Os benefícios são indiretos e relacionados ao reconhecimento de fatores que levam às pacientes desenvolverem a doença arterial obstrutiva periférica assintomática em diabéticos.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA: Estaremos disponíveis para sermos contatados por você através de telefone, e-mail ou local de trabalho de forma presencial, caso surjam eventuais dúvidas.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Sua participação é voluntária e o/a Sr/Sra pode interromper a entrevista mesmo depois de ter concordado em participar. O/a Sr/Sra tem liberdade para não responder a qualquer pergunta da entrevista. Em caso de recusa ou interrupção da entrevista, o/a Sr/Sra não será exposto a qualquer tipo de penalidade. A sua participação será mantida em completo sigilo. Todas as informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e serão usadas somente com fins estatísticos. Seu nome, endereço e outras informações pessoais serão transformados em um código de identificação único. As informações coletadas serão identificadas apenas através do código, sem nenhuma identificação pessoal. Os seus dados pessoais, como nome e endereço, serão usados, apenas, para o agendamento de visitas e

envio dos resultados da pesquisa, se a Sr consentir.

Rubrica da(o) Participante

Rubrica do Pesquisador

RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: Em caso de dano físico,

moral, psíquico, intelectual, social, cultural ou espiritual, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), você terá direito a tratamento, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

QUEM DEVO ENTRAR EM CONTATO EM CASO DE DÚVIDA: Caso o Sr(a) tenha qualquer dúvida sobre esta pesquisa, o sr(a) pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis *Professor Luiz Sinésio Silva Neto pelo email luizneto@uft.edu.br ou telefone (63) 984307182; Pedro Lucas Silva Batista pelo email silva.pedro@mail.uft.edu.br ou telefone (71) 997146516;* ou mesmo com o Comitê de Ética em Pesquisa – Fundação Escola de Saúde Pública – FESP, [Quadra 405 Sul, Avenida LO 09 – S/N, Lote 11, Edifício Instituto Vinte de Maio, CEP: 77015-611, Palmas – TO, telefone (63) 3218 5248 de segunda a sexta no horário das 14 às 18 hs (exceto feriados)], órgão responsável pelo esclarecimento de dúvidas relativas aos procedimentos éticos da pesquisa e pelo acolhimento de eventuais denúncias quanto à condução do estudo.

Eu _____(nome completo), () Não aceito, () aceito participar da pesquisa.

Rubrica da(o) Participante

Rubrica do Pesquisador

Capítulo 14

LEVEDURAS OBTIDAS DO FRUTO AMAZÔNICO BACUPARI (*Garcinia gardneriana*) ASSOCIADAS A SUBSTÂNCIAS GRAS NO CONTROLE DA ANTRACNOSE EM MANGA (*Mangifera indica*).

Gisele Gomes de Sá Pires¹
Catiele Silva de Oliveira²
Juliana Fonseca Moreira da Silva³
Raphael Sanzio Pimenta⁴

RESUMO

A *Mangifera indica* L., conhecida popularmente como mangueira, é uma cultura pertencente à família *Anacardiaceae*, originária da Índia, cultivada, geralmente, em regiões tropicais e subtropicais, apresentando diversos fatores que influenciam diretamente na sua qualidade, tais como a escolha da variedade mais adequada para cada região, o controle de pragas e patógenos, a irrigação e a adubação. O controle de doenças pós-colheita em frutos tropicais e subtropicais desempenha um aspecto importante na prevenção das perdas durante o armazenamento e comercialização. Entretanto, a utilização indiscriminada de fungicidas químicos tem acarretado consequências adversas tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente. Diante desse cenário, o presente estudo objetivou avaliar uma estratégia para o controle do fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose, mediante a utilização de uma levedura amazônica associada a substâncias GRAS (*Generally Recognized As Safe*). Foram reativados um total de 45 isolados, dentre estes foi previamente selecionada uma levedura (LB 29) e a substância carbonato de sódio como possíveis agentes controladores. A escolha da levedura com potencial inibitório contra o patógeno baseou-se não apenas na resistência as substâncias GRAS mas também na avaliação de teste anteriores, portanto se faz necessário a identificação molecular deste isolado.

Palavras-chave: *Garcinia gardneriana*, controle biológico, antracnose

¹ Graduando em Medicina, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, gisele.gomes@mail.uft.edu.br)

² 2 Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins, catielesilva162016@gmail.com

³ Doutora em Microbiologia, curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, julianafmsilva@uft.edu.br

⁴ Doutor em Microbiologia, Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, biorapha@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado de pesticidas químicos tem um efeito prejudicial à

saúde humana (SANCHEZ et al., 2019), causando doenças ao homem, como insuficiência renal crônica (VALCKE et al., 2017), câncer no colo do útero, leucemia mielóide (SOUZA et al., 2019) e alterações dos hormônios da tireóide (LERRO et al., 2018; SHRESTHA et al., 2018). O número de registros de intoxicação por agrotóxicos aumentou entre 2007 e 2016 (LARA et al., 2019). A utilização indiscriminada desses pesticidas, no cenário das políticas agrícolas, urge por alternativas que reduzam ou substituam o consumo de substâncias danosas nas lavouras. (PIMENTA et al., 2019).

Sob essa ótica, o controle biológico ganha espaço como potencial ferramenta, uma vez que utiliza uma ou mais espécies antagonistas de microrganismos, objetivando-se a redução da densidade de inóculos ou das atividades produtoras de enfermidades de seres patogênicos (BAKER e COOK, 1974; FERREIRA et al., 2015).

Nesse contexto, as leveduras biocontroladoras tem se destacado devido a características como: estarem presentes naturalmente nas superfícies dos frutos, não produzirem esporos ou micotoxinas, além de possuírem pouca demanda nutricional levando uma rápida colonização na superfície de frutos, e serem tolerantes ao estresse gerado pelo uso de fungicidas, além de poderem ser obtidas de várias amostras e ambientes (FREIMOSER et al., 2019; SANCHEZ et al., 2019).

Desse modo, cabe ressaltar que a vasta variedade de espécies nativas da região Amazônica constitui um leque de possibilidades na investigação de microrganismos com potencial biotecnológico (ALBUQUERQUE et al., 2021). Destacam-se, entre a ampla diversidade, o bacupari. O bacupari (*Garcinia gardneriana*) é fruto do bacuparizeiro, pertencente à família da Clusiaceae, os seus frutos são bagas de coloração alaranjada a esverdeada, medindo de 3 a 4 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, apresentam frutos saborosos, e bem apreciados na região amazônica, sendo comumente consumidos in natura (PINTO, 2013).

O controle biológico clássico pode ser mais eficaz pela combinação da utilização de leveduras antagônicas com a implementação de substâncias GRAS (Generally Recognized As Safe) que são definidos como produtos de baixa toxicidade e, normalmente, são aplicados como conservantes de alimentos por apresentar potencial antifúngico e por serem consideradas seguras para consumo humano (CORRÊA, 2020).

A mangueira é afetada por inúmeras doenças que proporcionam perdas expressivas da produção. Dentre as doenças que acometem a mangueira podemos destacar as causadas por fungos, como a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) (TERAO et al., 2016). O *C. gloeosporioides* apresenta maior prevalência em mangas cultivadas e armazenadas em regiões de áreas com climas quentes e úmidos (KAMEI et al., 2020).

Entre as principais causas de perdas pós-colheita, as doenças ocasionadas por fungos fitopatógenos representam perdas econômicas significativas com relação à venda e comercialização voltada para exportação dos frutos, com isso, tornando-se indispensável o controle destas fitopatologias (OLIVEIRA et al., 2020).

Assim, o isolamento, e a caracterização de leveduras obtidas do fruto bacupari podem ocasionar a descoberta de novos agentes de controle biológico, e associados a substâncias GRAS podem reduzir as perdas pós-colheita e os prejuízos gerados durante o armazenamento dos frutos que são produtos altamente perecíveis, e susceptíveis a diversas podridões ocasionadas principalmente por fungos (DURAN et al., 2016; FELIZIANI e ROMANAZZI, 2016).

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial antagônico de leveduras isoladas do fruto amazônico bacupari (*Garcinia gardneriana*), no controle da podridão por antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) pós-colheita em manga (*Mangifera indica* L.) utilizando o

método de controle biológico clássico e/ou associado à substâncias GRAS.

MÉTODO E MATERIAIS

2.1 *Colletotrichum gloeosporioides*

O fungo *C. gloeosporioides*, foi obtido a partir da coleção de culturas Carlos Rosa do Laboratório de Microbiologia Geral e Aplicada (LMGA) da Universidade Federal do Tocantins (UFT) e cedidas pelo Laboratório de Mecanismos de Infecções Fúngicas da UFMG.

2.2 Reativação e Seleção das leveduras com potencial antagônico isoladas do fruto bacupari

As 45 leveduras utilizadas no experimento foram obtidas da coleção de culturas microbiológicas mantidas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos (LMA) da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas-TO. Foram realizados testes prévios de seleção visando observar a capacidade das leveduras com potencial antagônico ao fitopatógeno, tais como: crescimento e armazenamento dos isolados em diferentes temperaturas de crescimento; Capacidade de produzir enzimas pectinolíticas e celulolíticas; Capacidade de produção de compostos antifúngicos difusíveis e voláteis. Posteriormente, as leveduras viáveis aos testes foram aptas a serem submetidas a novos experimentos.

2.3 Atividade inibitória das substâncias GRAS no controle do *C. gloeosporioides*

A atividade antifúngica do ácido acético, ácido láctico, ácido propiônico, bicarbonato de sódio, e carbonato de sódio frente ao fungo foram analisados conforme a metodologia de Karaca et al. (2014) com algumas modificações. Para fins de controle, foram utilizadas placas de Petri contendo o fitopatógeno sem a presença dos compostos GRAS. As culturas

foram incubadas a 25

°C por 7 e 14 dias em BOD. O experimento foi realizado em triplicata com duas repetições independentes e o resultado foi obtido pela mensuração do diâmetro da colônia do fitopatógeno em comparação com o diâmetro do fungo no tratamento controle (KARACA et al., 2014).

Resistência da levedura a substâncias GRAS selecionadas

Foram utilizadas as mesmas substâncias já previamente citadas anteriormente, a fim de verificar a sensibilidade da levedura selecionadas isoladas do fruto bacupari. Esta foi previamente cultivada em meio NYDA e incubadas a 25°C durante 48 horas. Com o auxílio de uma alça, as leveduras serão repicadas em meio NYDA acrescido das substâncias GRAS: ácido acético, ácido láctico, ácido propiônico, bicarbonato de sódio e carbonato de sódio, nas concentrações de 0,5%, 1% e 3% para cada substância testada. As culturas serão mantidas sob incubação a 25°C em BOD por 5 dias. O experimento será realizado em triplicata.

Identificação molecular

- Extração de DNA

A extração de DNA genômico foi baseada no protocolo de extração de DNA com clorofórmio: álcool isoamílico, de acordo com a metodologia proposta por Ferreira et al., (2019).

- Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e sequenciamento

Os perfis genéticos da(s) levedura(s) isolada(s) foram obtidos pela técnica de PCR (Polymerase Chain Reaction) utilizando os primers NL1(5'GCATATCAATAAGCGGAGGAAAAG'3) e NL4 (5'GGTCCGTGTTTCAAGACGG'3), que se anelam nos domínios D1-D2' na região do gene 28S do rDNA, gene conservado utilizado para identificar espécies.

Essa técnica é utilizada para facilitar a identificação das espécies de leveduras a nível específico. Após a purificação da PCR as amostras foram enviadas para sequenciamento no Laboratório de Ecologia, Taxonomia e Biotecnologia de Fungos da Universidade Federal de Minas Gerais. As sequências de DNA foram comparadas com as disponíveis no banco de dados GenBank utilizando a ferramenta de pesquisa de alinhamento local básico (BLAST disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) (FERREIRA et al., 2015).

Análise estatística

Os dados serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias Tukey em nível de confiança de 95%, software estatístico utilizado será o Statistica 7.0

DADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidas 45 leveduras para uso no estudo, isoladas do fruto Bacupari (*Garcinia gardneriana*). Após o screening das leveduras com potencial antagônico as cepas LB 29, LB 12, LB 6, LB 17 e LB 18 foram as que apresentaram as melhores capacidades inibitórias, portanto, estas foram promissoras no que tange à sua capacidade de combater o fitopatógeno em questão e foram utilizadas para dar continuidade ao estudo.

Para o experimento relacionado a atividade inibitória *in vitro* do fitopatógeno, foram utilizadas sete substâncias GRAS, incluindo dois sais (carbonato de sódio e bicarbonato de sódio) e cinco compostos orgânicos voláteis (ácido propiônico, ácido acético, ácido láctico). O carbonato de sódio, o ácido acético e o ácido propiônico apresentaram resultados positivos na inibição do fungo *C. gloeosporioides*, alcançando 100% de inibição das colônias fúngicas patogênicas. após 7 e 14 dias de incubação. Por outro lado, o bicarbonato de sódio e o ácido láctico não apresentaram inibição do fitopatógeno nas menores concentrações testadas (1% e 3%),

conforme demonstrado na Tabela 01.

Tabela 1: Efeito das substâncias GRAS no desenvolvimento das colônias de *Colletotrichum Gloeosporioide* após 7 e 14 dias de crescimento

Concentração	7 dias	14 dias
Ácido Propiônico		
0%	80a ± 2	90a ± 2
1%	5b ± 0	5b ± 0
3%	5b ± 0	5b ± 0
5%	5b ± 0	5b ± 0
Bicarbonato de Sódio		
0%	80a ± 2	90a ± 2
1%	56b ± 1	62b ± 2
3%	24c ± 2	41c ± 1
5%	5d ± 0	5d ± 0
Carbonato de Sódio		
0%	80a ± 2	90a ± 2
1%	5b ± 0	5b ± 0
3%	5b ± 0	5b ± 0
5%	5b ± 0	5b ± 0
Ácido Lático		
0%	80a ± 2	90a ± 2
1%	56b ± 2	63b ± 3
3%	5c ± 0	13c ± 2
5%	5c ± 0	8d ± 1
Ácido Acético		
0%	80a ± 2	90a ± 2
1%	5b ± 0	5b ± 0
3%	5b ± 0	5b ± 0
5%	5b ± 0	5b ± 0

Inibição do crescimento do patógeno são expressos pela média em milímetro (mm) de três repetições em comparação com o controle (0%), acompanhada do desvio padrão e diferença significativa à nível de 5% pelo teste de Tukey.

A partir dos resultados de ensaios antagônicos anteriores, foram selecionadas as cinco cepas de leveduras (LB 29, LB 12, LB 6, LB 17 e LB 18) para avaliar a resistência destes quando associados às substâncias GRAS (sais carbonato de sódio, bicarbonato de sódio e aos ácidos acético, propiônico e

lático), conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2: Resistência das leveduras (LB 29, LB 12, LB 6, LB 17 e LB 18) quando associados às substâncias GRAS (bicarbonato de sódio, carbonato de sódio, ácidos acético, propiônico e lático)

Concentração (%)					
	Leveduras				
	LB29	LB12	LB6	LB17	LB18
	Ácido Propiônico				
1%	+	-	-	-	-
3%	+	-	-	-	-
5%	+	-	-	-	-
	Ácido Lático				
1%	+	+	+	+	+
3%	+	+	-	-	+
5%	+	-	-	-	-
	Ácido Acético				
1%	+	-	-	-	-
3%	+	-	-	-	-
5%	+	-	-	-	-
	Carbonato de Sódio				
1%	+	-	-	-	-
3%	+	-	-	-	-
5%	+	-	-	-	-
	Bicarbonato de sódio				
1%	+	+	+	+	+
3%	+	+	-	-	+
5%	+	-	-	-	-

(+) Resistente a substância GRAS; (-) Sensível a substância GRAS

Constatou-se que as cepas LB 12, LB 6, LB 17 e LB 18 não apresentaram resistência ao ácido acético, ácido propiônico e carbonato de sódio em nenhuma concentração testada (1; 3 e 5%), mas foram resistentes ao ácido lático e bicarbonato de sódio em pelo menos uma das concentrações utilizadas. A LB 29 foi o isolado que apresentou resistência em todas as concentrações das cinco substâncias GRAS testadas

Deste as substâncias utilizadas nos testes anteriores, o carbonato e o bicarbonato de sódio são sais acessíveis comercialmente, de custo baixo, com boa disponibilidade no mercado e com grande facilidade de armazenamento, além de fácil manuseio e aplicação. Os ácidos orgânicos são compostos voláteis e por mais que tenham sido positivos para o teste de resistência, os frutos podem apresentar um odor desagradável. Sendo assim, o carbonato de sódio é indicativo de ser a substância GRAS mais promissora nos testes futuros.

Corrêa (2020) realizou um estudo para avaliar a resistência dos seus isolados de levedura contra substâncias geralmente reconhecidas como seguras (GRAS). Dentre os 38 isolados, três leveduras apresentaram uma certa resistência nas concentrações dos sais e ácidos testados neste trabalho foi observado que as leveduras foram sensíveis na presença de três concentrações testadas, o que contradiz os nossos resultados.

Por outro lado, Ferreira et al. (2015) demonstraram a resistência de leveduras contra os sais Carbonato e bicarbonato de sódio e os compostos orgânicos, ácido acético, lático e propiônico dentre as cepas avaliadas, apenas uma foi capaz de sobreviver sete dias na presença de carbonato de sódio em três concentrações testadas, reforçando os nossos resultados.

Devido à resistência da levedura LB 29 e da sensibilidade do fungo fitopatógeno ao carbonato de sódio, esta substância foi escolhida para a realização da identificação molecular como também para testes futuros, visando a utilização da levedura em associação a substância GRAS, a fim de reduzir drasticamente a contaminação por fungos fitopatogênico em frutas pós- colheita.

No que tange a identificação molecular, não foi possível a identificação da levedura LB 29, foi realizado várias extrações de DNA com técnica diferentes e não obtendo um DNA puro para a realização da PCR e uma futuro sequenciamento, portanto um exemplar da levedura foi encaminhado ao Laboratório de Ecologia, Taxonomia e Biotecnologia de Fungos da Universidade Federal de Minas Gerais, de modo a realizar a extração do DNA,

como a reação de cadeia da polimerase (PCR) e o sequenciamento do isolado, e estamos no aguardo para realizar a análise e comparação das sequências disponíveis no banco de dados GenBank.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou o potencial promissor do uso da levedura LB 29, isoladas do fruto amazônico bacupari (*Garcinia gardneriana*) no controle biológico da antracnose pós-colheita em mangas (*Mangifera indica* L.), causada pelo fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*.

A levedura LB 29 destacou-se pela capacidade de resistir a diferentes concentrações de substâncias GRAS testadas. O carbonato de cálcio na menor concentração foi o escolhido para a realização de testes futuros.

Esses resultados sugerem que o carbonato de sódio, em associação com a levedura LB 29, pode ser uma estratégia eficaz e segura para o controle da antracnose em mangas, contribuindo para a redução do uso de fungicidas químicos e, conseqüentemente, dos impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. P. et al. Utilização de polpa de frutas em pó carregadoras de probióticos como alimento funcional: aspectos gerais e perspectivas. Brazilian Journal Food Technology,

Campinas, v. 24, e2019310, 2021.

BAKER, K. F. et al. Biological control of plant pathogens. WH Freeman and Company., 1974.

CORREIA, T. M. Estratégia de controle de podridão mole (*Rhizopus Stolonifer*) em uva (*Vitis Vinifera* brs Carmem). 2020. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Palmas, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/2698> Acesso em: 11/05/2023

DURAN, M. et al. Potential of antimicrobial active packaging 'containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating' to extend shelf life of fresh strawberry. *Food and Bioproducts Processing*, v. 98, p. 354-363, 2016.

FELIZIANI, E.; ROMANAZZI, G. Postharvest decay of strawberry fruit: Etiology, epidemiology, and disease management. *Journal of Berry Research*, v. 6, n. 1, p. 47-63, 2016.

FERREIRA, E. M. S. et al. GRAS substances in control of *Colletotrichum gloeosporioides* growth and *Fusarium guttiforme* vitro/Substâncias GRAS no controle do crescimento de *Colletotrichum gloeosporioides* e *Fusarium guttiforme* in vitro. *Journal of bioenergy and food science*, v. 2, n. 4, 2015.

FERREIRA, E. M. S. et al. The use of psychrophilic Antarctic yeast in the biological control of postharvest diseases of fruits stored at low temperatures. *Fungi of Antarctica: Diversity, Ecology and Biotechnological Applications*, p. 243- 263, 2019.

FREIMOSER, F. M. et al. Biocontrol yeasts: mechanisms and applications. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 35, p. 1-19, 2019.

KAMEI, S. H. et al. Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with anthracnose of annonaceous crops in the state of Alagoas, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, p. 209-216, 2020.

KARACA, H.; PÉREZ-GAGO, M. B.; TABERNER, V.; PALOU, L. Evaluating food additives as antifungal agents against *Monilinia fruticola* in vitro and in hydroxypropyl methylcellulose-lipid composite edible coatings for plums. *International Journal of Food Microbiology*. v. 179, p. 72-79, 2014

LARA, S. S. et al. A agricultura do agronegócio e sua relação com a intoxicação aguda por agrotóxicos no Brasil. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 15, n. 31, 2019.

LERRO, C. C. et al. Occupational pesticide exposure and subclinical hypothyroidism among male pesticide applicators. *Occupational and environmental medicine*, v. 75, n. 2, p. 79-89, 2018.

OLIVEIRA, S. A. S. et al. *Colletotrichum* species causing cassava (*Manihot esculenta* Crantz) anthracnose in different eco-zones within the Recôncavo Region of Bahia, Brazil. *Journal of Plant Diseases and Protection*, v. 127, p. 411-416, 2020.

PIMENTA, R.S.; FERREIRA, E. M. S.; SILVA, J.F.M. da.; NASCIMENTO, G.N.L. New Brazilian law may put food production safety in check. *Public Health*. v. 167, p. 159-160, 2019.

PINTO, P. M. Pós-colheita de abiu, bacupari e camu-camu, nativos da Região Amazônica, cultivados no Estado de São Paulo. 2013. 145 f. (Tese de Doutorado em Ciências). Universidade

de São Paulo, Piracicaba, SP. 2013. Disponível em: (Microsoft Word - Tese Final 26abr13 - EDI\307\303O REVISADA) (usp.br) Acesso em: 11/05/2023

SANCHEZ, A. D.; OUSSET, M. J.; SOSA, M. C.; Biological control of Phytophthora collar rot of pear using regional Trichoderma strains with multiple mechanisms. *Biological Control*, v. 135, p. 124-134, 2019.

SHRESTHA, S. et al. Incident thyroid disease in female spouses of private pesticide applicators. *Environment international*, v. 118, p. 282-292, 2018.

SOUZA, J. S. et al. Maternal glyphosate-based herbicide exposure alters antioxidant-related genes in the brain and serum metabolites of male rat offspring. *Neurotoxicology*, v. 74, p. 121-131, 2019.

TERAO, D.; BATISTA, D.C.; RIBEIRO, I.J.A. Doenças da mangueira. In: AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; RESENDE, J.A.M.; CAMARGO, L.E.A. *Manual de Fitopatologia: doenças de plantas cultivadas*. v.2, 5ª ed., Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016, p.523-535.

VALCKE, M. et al. Pesticide exposures and chronic kidney disease of unknown etiology: an epidemiologic review. *Environmental Health*, v. 16, n. 1, p. 1-20, 2017.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 15

CUIDADORES DE PESSOAS IDOSAS: DIFICULDADES E ESTRATÉGIAS ADOTADAS FRENTE AO ATO DE CUIDAR, NO MUNICÍPIO DE PALMAS

Thauanne de Paula Almeida¹

Daniella Pires Nunes²

Maria Sortênia Alves Guimarães Miele³

RESUMO

Introdução: Inúmeras são as dificuldades enfrentadas pelos cuidadores informais frente ao ato de cuidar. A dedicação, praticamente exclusiva, ao cuidado da pessoa idosa demanda excessivamente do agente cuidador. Soma-se a esse cenário, a falta de capacitação e conhecimento técnico, bem como de despreparo emocional, que são frequentemente observadas entre os cuidadores informais. **Objetivo:** Identificar e avaliar os desafios e as estratégias adotadas, no cotidiano, por cuidadores de pessoas idosas acamadas, frente ao ato de cuidar, no município de Palmas, TO. **Método e materiais:** Trata-se de um estudo quantitativo transversal, realizado na cidade de Palmas (TO), cuja amostra foi constituída por 31 cuidadores cadastrados na Estratégia de Saúde da Família. No estudo, foram incluídas, pessoas com idade igual ou superior a 18 anos, e excluídos aqueles que não foram localizados no domicílio após três tentativas. **Resultado e discussão:** Para 31 cuidadores considerados, a média de pontuação global no CADL foi de 53,42 ($dp=15,65$), e pontuações mínima de 31 e máxima de 95. As maiores dificuldades observadas foram relacionadas à falta de apoio familiar e profissional. **Considerações finais:** Amparar e qualificar esses cuidadores demonstra-se essencial para que eles consigam prestar um cuidado de qualidade, mas sobretudo, disponham de técnicas para lidar com situações de estresse promovendo escolhas saudáveis e enfrentando situações adversas com resiliência e sabedoria.

Palavras-chave: Atenção Primária à Saúde (APS); Cuidadores; Pessoas Idosas.

¹ Graduanda em Medicina, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, thauanne.almeida@mail.uft.edu.br.

² Livre Docente em Enfermagem, Doutora em Ciências da Saúde, Faculdade de Enfermagem, Universidade Estadual de Campinas, dpnunes@unicamp.br.

³ Doutora em Ciência da Nutrição, com ênfase em Envelhecimento e Nutrição, Docente do Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, msortenia@uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

No panorama atual, a expectativa de vida ultrapassa os 60 anos, realidade que evidencia o processo de envelhecimento populacional por meio de uma queda de natalidade e de uma redução da mortalidade que se reflete, diretamente, em uma transição epidemiológica (Alves, 2019; Thiyagarajan, *et al.*, 2019). Tais mudanças de perfil socioepidemiológico têm imposto novas demandas para as famílias e os serviços de saúde. Para a pessoa idosa, a senescência e sua consequente redução da capacidade funcional, imprimem um comprometimento de sua autonomia e uma dependência pela necessidade de cuidados. Paralelamente, uma problemática se estabelece, visto que, enquanto ocorre o aumento do número de pessoas que precisam de cuidados, também se observa a redução do número de jovens disponíveis para a prestação desses cuidados (Oliveira, 2019; Thiyagarajan, *et al.*, 2019; Reinehr, *et al.*, 2021).

O cuidador surge, nesse contexto, como uma figura central da prestação de cuidados. Ele pode ser do tipo profissional ou familiar e costuma assumir responsabilidades no cuidado da pessoa idosa nas atividades diárias, nas questões emocionais e nas financeiras (Nunes, *et al.*, 2018; Almeida, *et al.*, 2022). De acordo com a literatura, o perfil dos cuidadores, geralmente é o de: mulheres, cuidadoras informais familiares, especialmente esposas e filhas, casadas, com 50 anos ou mais, de baixo nível de escolaridade, sem preparo técnico, não remuneradas e com dedicação quase exclusiva em caráter, frequentemente, ininterrupto (Brasil, 2020; Moura, *et al.*, 2020).

Assumir o cuidado de alguém, implica diversas mudanças e adaptações que se refletem em dificuldades e desafios cotidianos para o sujeito cuidador, incluindo a carga física, emocional, social e, sobretudo, a abdicação do autocuidado, priorizando a pessoa idosa (Moura, *et al.*, 2020). O comprometimento funcional da pessoa idosa, por sua vez, cria um elevado grau de dependência, com destaque para aqueles que são acamados,

requerendo do cuidador um auxílio contínuo e de longa duração (Brasil, 2020; Bordin, *et al.*, 2020).

Inúmeras são as dificuldades enfrentadas pelos cuidadores informais frente ao ato de cuidar. A dedicação, praticamente exclusiva, ao cuidado da pessoa idosa demanda excessivamente do agente cuidador, tanto física como emocionalmente, refletindo, muitas vezes, na sobrecarga e no adoecimento desse. Assim, ao assumir esse papel, o indivíduo abdica de si mesmo, relegando seu autocuidado, seu lazer e sua própria saúde a um segundo plano, comprometendo negativamente sua qualidade de vida (Welter, *et al.*, 2021; Souza, 2023).

Soma-se a esse cenário, a falta de capacitação e conhecimento técnico, bem como de despreparo emocional, que são frequentemente observadas entre os cuidadores informais. Isso impacta diretamente na qualidade do cuidado prestado, bem como, na insegurança e nas situações de estresse e de desgaste em que o cuidador pode vir a se encontrar (Azevedo, *et al.*, 2022; Souza, 2023).

Em meio a esse cenário adverso, muitas são as estratégias de enfrentamento desenvolvidas pelos cuidadores. Tais estratégias englobam diversos aspectos, sociais, religiosos e técnicos, por exemplo, e tendem a refletir positivamente na qualidade do cuidado e a reduzir suas dificuldades (Mattos; Kovacs, 2020; Góes, *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a atenção domiciliar surge como uma alternativa de modelo de atenção baseada nas necessidades do paciente. Esse tipo de serviço, prestado pelo cuidador, está disponível no Sistema Único de Saúde (SUS) e como tal, merece seu amparo, técnico e estrutural, bem como, sua integração plena às redes de atenção à saúde (RAS) (Brasil, 2013; Silva, *et al.*, 2019).

Nesse sentido, a equipe da Estratégia de Saúde da Família (ESF) desempenha um papel fundamental como fonte de apoio qualificado para os cuidadores no enfrentamento das dificuldades relacionadas ao cuidado

domiciliar (Mendes, *et al.*, 2019; Santos, *et al.*, 2021). O suporte dos profissionais da saúde, dos familiares e a disponibilidade de serviços estão intimamente relacionados com a intensidade e a qualidade dos cuidados prestados pelo cuidador. Oferecer informações e instrumentalização afetam positivamente essa tarefa. Conhecer o processo e as necessidades do envelhecimento possibilitam ao cuidador a construção de uma relação melhor de convivência e de segurança, frente ao ato de cuidar, além de favorecer o seu bem-estar e sua saúde (Castro, Flesch, Carvalho, 2020; Gagliardi, *et al.*, 2022).

Assim, o presente estudo se justifica pela crescente demanda de cuidado por parte das pessoas idosas e, sobretudo, pela necessidade de se identificar as dificuldades e as potencialidades das estratégias de cuidado domiciliar voltadas a essa população dependente. Esses pontos, portanto, podem ser explorados e aprimorados por meio de intervenções de saúde que possibilitem a qualidade da assistência e reflitam positivamente no bem-estar do cuidador e do sujeito que recebe o cuidado.

Desse modo, o objetivo deste estudo foi identificar e avaliar os desafios e as estratégias adotadas, no cotidiano, por cuidadores de pessoas idosas acamadas, frente ao ato de cuidar, no município de Palmas, TO.

MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de um estudo quantitativo transversal, realizado na cidade de Palmas (TO), cuja amostra foi constituída por 61 cuidadores cadastrados na Estratégia de Saúde da Família, entretanto, a variável das dificuldades do cuidador foi avaliada somente em 31 participantes. No estudo, foram incluídas, pessoas com idade igual ou superior a 18 anos, e excluídos aqueles que não foram localizados no domicílio após três tentativas.

A coleta de dados ocorreu nos domicílios no período de janeiro a março de 2020, quando a foi suspensa, em virtude da pandemia causada pelo coronavírus (COVID-19). A retomada dessa atividade ocorreu em outubro de

2021 e se estendeu até janeiro de 2022. Durante as visitas, foram respeitados os protocolos de biossegurança preconizados pelo Ministério da Saúde.

As visitas foram pré-agendadas, com apoio dos Agentes Comunitários de Saúde do município e tiveram duração média de 105 minutos, incluindo a entrevista e a realização das medidas corporais. A fim de se garantir a qualidade e a padronização das coletas, os entrevistadores foram treinados e capacitados. Para a coleta de dados, aplicou-se um formulário de pesquisa composto por questões socioeconômicas, demográficas e condições de saúde. Destaca-se que todas as medidas de biossegurança e o uso de equipamentos de proteção individual empregados nas entrevistas seguiram as normas de segurança preconizadas pelo Ministério da Saúde (MS) em relação à pandemia.

Foram utilizados dois instrumentos para avaliação das dificuldades e das estratégias de enfrentamento empregadas pelos cuidadores, ambos elaborados por Nolan; Grant; Keady (1996) e traduzidos e validados por Brito (2000), descritos a seguir e apresentados em anexo:

- As dificuldades enfrentadas pelos cuidadores foram avaliadas por meio do Índice de Avaliação das Dificuldades do Cuidador (CADI). Essa escala tem como objetivo identificar as necessidades que correspondem às dificuldades do cuidador relacionadas com o cuidar. É composta por 30 potenciais dificuldades relacionadas com o cuidar da pessoa idosa e encontra-se organizada em 7 fatores, ilustrados na tabela 1 a seguir: os problemas relacionados à pessoa idosa, as reações à prestação de cuidados, às exigências de ordem física na prestação de cuidados, as restrições no campo social, ausência de apoio familiar, ausência de apoio profissional, bem como, o prejuízo da situação econômica. Para a avaliação de cada dificuldade, o cuidador possui 4 possibilidades de resposta: (1) *Não acontece no meu casa*; (2) *Acontece, mas não me perturba*; (3) *Acontece e causa-me alguma perturbação*; (4) *Acontece e perturba-me muito*. A pontuação total da

escala pode variar de 30 a 120, sendo que quanto maior a pontuação, maior a dificuldade relacionada ao cuidar, apresentando os seguintes pontos de corte: Inferior a 60: *sem percepção de dificuldades*; Entre 60 e 90: *percepção de algumas dificuldades*; Superior a 90: *percepção de muitas dificuldades*.

Tabela 1. Fatores das dificuldades CADI

Fatores	Nº dos itens correspondentes à escala CADI
Problemas relacionados à pessoa idosa	5, 11, 12, 14, 22, 25 e 26
Reações à prestação do cuidado	1, 2, 3, 9, 17, 19, 29 e 30
Exigências de ordem física na prestação do cuidado	6, 10, 13, 15, 23 e 24
Restrições no campo social	8, 18 e 20
Ausência de apoio familiar	16 e 28
Ausência de apoio profissional	7 e 27
Problemas financeiros	4 e 21

Fonte: Adaptado de Nolan; Grant; Keady (1996) e Brito (2000).

- As formas de enfrentamento utilizadas pelos cuidadores e sua eficácia relativa, por sua vez, foram analisadas pela Avaliação do Índice de Gestão do Cuidador (CAMI). Ele é composto por 38 itens relativos a percepções dos cuidadores informais e a forma com que lidam e resolvem os problemas vivenciados no cuidado à pessoa idosa dependente e, ainda, se estas são ou não eficazes. Os itens são divididos em 3 categorias descritas na Tabela 2. Para cada avaliação, o cuidador possui, também, 4 possibilidades de resposta: (1) Não procedo dessa forma; (2) Faço assim e acho que não dá resultado; (3) Faço assim e acho que dá algum resultado; (4) Faço assim e acho que dá um bom resultado. A pontuação total, também, podendo variar de 30 a 120 e quanto maior a pontuação alcançada, maior a percepção de eficácia das estratégias utilizadas. Contando com os seguintes pontos de corte: Inferior a 76: *não utiliza estratégias de coping ou as estratégias*

utilizadas não são eficazes; Entre 76 e 114: sem percepção de alguma eficácia nas estratégias de coping utilizadas; Superior a 114: percepção de elevada eficácia nas estratégias de coping utilizadas.

Tabela 2. Categorias das estratégias de enfrentamento (CAMI)

Categorias CAMI	Nº dos itens correspondentes à escala CAMI
Lidar com os acontecimentos adversos/resolução de problemas	31, 33, 35, 40, 43, 44, 45, 47, 48, 53, 59, 60, 61 e 63
Percepções alternativas sobre situação	36, 37, 38, 39, 41, 42, 46, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 62 e 64
Lidar com sintomas de estresse	32, 34, 49, 51, 58, 65, 66, 67 e 68

Fonte: Adaptado de Nolan; Grant; Keady (1996) e Brito (2000).

Os dados obtidos foram tabulados por meio do programa Microsoft Excel e analisados no software STATA/SE (versão 17.0). A normalidade de distribuição das variáveis de dificuldades foi, ainda, verificada a partir do Teste Shapiro-Wilk.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Tocantins (CAAE: 00688118.0.0000.5519).

DADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se os 31 cuidadores de pessoas idosas analisados, a amostra era composta, majoritariamente, por mulheres (87,10%), com faixa etária inferior a 60 anos (83,87%), que possuíam companheiro (64,52%), filhos (as) do sujeito do cuidado (83,87%), com uma renda mensal igual ou inferior a um salário mínimo (52,38%), sem disfunção familiar (72,41%) e com dedicação diária ao cuidado superior a 12 horas (80,65%) (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização do perfil de cuidadores de pessoas idosas do município de Palmas, Tocantins, Brasil, 2020 – 2022.

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

Características	Total	Porcentagem (%)
Sexo		
Homem	4	12,90
Mulher	27	87,10
Idade		
< 60 anos	26	83,87
≥ 60 anos	5	16,13
Possui companheiro (a)?		
Não	11	35,48
Sim	20	64,52
Grau de parentesco		
Filho (a)	26	83,87
Cônjuge	3	9,68
Genro/Nora	1	3,23
Neto	1	3,23
Renda*		
≤ 1 salário mínimo	11	52,38
> 1 salário mínimo	10	47,62
Disfunção familiar*		
Não	21	72,41
Sim	8	27,59
Horas de cuidado		
≤ 12 horas	6	19,35
> 12 horas	25	80,65
Total	31	100

*OBS: Durante a coleta de dados, alguns participantes deixaram de responder esses itens, o que justifica a alteração na quantidade absoluta e na porcentagem encontradas.

A caracterização dos participantes revelou um perfil feminino de cuidado, associado a uma faixa etária de meia idade, como verificado em estudos nacionais (Silva; Sardinha; Lemos, 2020; Martins, 2021; Melo, *et al.*, 2022; Leite; Silva, 2023; Fornazari, *et al.*, 2024) e estudos internacionais (Peres-Cruz, *et al.*, 2020; Socci, *et al.*, 2021; Silva; Almeida; Barbosa, 2023), reforçando o papel histórico e cultural da mulher como cuidadora (Camargos; Ribeiro, 2021; Almeida, *et al.*, 2022). Quanto à idade dos cuidadores, os dados coincidem com o descrito pela literatura quanto ao predomínio de cuidadores com menos de 60 anos, o que representa um ponto positivo, visto que idades avançadas podem interferir na qualidade do cuidado e na propensão de adoecimento e limitações físicas inerentes ao envelhecimento do próprio

cuidador (Garcia, *et al.*, 2020; Conceição, *et al.*, 2021).

Em relação ao estado civil, houve predomínio de cuidadores que possuíam companheiro (64,52%) o que também foi evidenciado por estudos como Moura *et al.* (2020), Dadalto e Cavalcante (2021), Socci *et al.* (2021) e Almeida Neto *et al.* (2023). A presença de um parceiro confere ao cuidador um apoio social, atuando como um fator protetivo, que reduz o desgaste físico e emocional, amparando nas dificuldades daquele que cuida (Felipe, *et al.*, 2020; Conceição, *et al.*, 2021).

Quanto ao grau de parentesco com a pessoa idosa, comumente, a responsabilidade do cuidado está a cargo de um cuidador familiar, na maior parte dos casos, dos filhos, como demonstrado por nosso estudo e em consonância com Sanches (2019); Lopes *et al.* (2020); Moura *et al.* (2020); Dadalto e Cavalcante (2021) e Ferro, Ferreira e Bandini (2023). A literatura aponta a existência de uma obrigação moral, imposta pela cultura familiar, de que os filhos, em retribuição aos progenitores nessa fase de dependência (Felipe, *et al.*, 2020; Conceição, *et al.*, 2021).

O presente estudo demonstrou, ainda, que, a maior parte dos cuidadores possuem renda igual ou inferior a um salário-mínimo, o que se reflete em uma vulnerabilidade econômica, em desgaste emocional e fragilidade de saúde, visto que muitos abdicam de seus empregos para a dedicação integral ao cuidado, estando, dessa forma, mais propensos a estresse, a ansiedade e a depressão como corrobora os achados da literatura (Felipe, *et al.*, 2020; Garcia, *et al.*, 2020; Almeida, *et al.*, 2022; Almeida Neto, *et al.*, 2023).

Além disso, observou-se, preponderantemente, a ausência de disfunção familiar, esse achado converge com o que descreve estudos como Nunes *et al.* (2018), Arruda *et al.* (2022), Silva, Silva e Sogame (2022) e Pires *et al.* (2022). Esse dado apresenta impacto positivo na redução de sobrecarga e no enfrentamento de dificuldades decorrentes dessa responsabilidade (Felipe, *et al.*, 2020; Almeida, *et al.*, 2022). Considerando-se o tempo de dedicação diária

ao cuidado, a maioria dos cuidadores possuíam cargas elevadas, o que pode favorecer um maior desgaste frente à longa exposição a essa situação estressante, achado esse que se encontra em conformidade com a literatura (Nunes, *et al.*, 2018; Lopes, *et al.*, 2020; Felipe, *et al.*, 2020; Martins, 2021 e Conceição, *et al.*, 2021).

De acordo com Santos (2020), as dificuldades relacionadas à prestação de cuidados estabelecem-se, não apenas na realização de tarefas propriamente ditas, mas, sobretudo, na dedicação indispensável para a satisfação da necessidade do outro, em detrimento de suas próprias necessidades.

Em relação a essas dificuldades, no presente estudo, para 31 cuidadores considerados, a média de pontuação global no CADI foi de 53,42 ($dp=15,65$), e pontuações mínima de 31 e máxima de 95, como ilustra a tabela 4 a seguir. Tais achados revelam que, em média, a amostra de cuidadores estudada não apresenta uma percepção das dificuldades, visto que apresentou média inferior a 60.

Tabela 4. Dificuldade no cuidar: Índice de Avaliação das Dificuldades do Cuidador (CADI) de cuidadores de pessoas idosas do município de Palmas, Tocantins, Brasil, 2020 – 2022.

Variável	Número de observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Dificuldades no cuidar	31	53,42	15,65	31	95

Em se tratando das percepções dos cuidadores, a tabela 5 demonstra a distribuição da amostra quanto às dimensões das dificuldades enfrentadas. Convém destacar que as dificuldades com que a maior proporção de cuidadores se confrontou foram as de ordem da ausência de apoio familiar (59,68%) e de ausência de apoio profissional (43,55%), confirmando os estudos

de Querido *et al.*(2021); Carvalho *et al.* (2021); e Paninho, Silva e Ramos (2023). Nesses estudos, tais fatores também receberam pontuações altas, revelando que a falta de uma rede de apoio, principalmente profissional, impacta diretamente na prestação do cuidado e se reflete na sobrecarga subjetiva e no despreparo desses cuidadores.

Tabela 5. Distribuição dos cuidadores informais, segundo a percepção de suas dificuldades, do município de Palmas, Tocantins, Brasil, 2020 – 2022.

Dimensões	Não tem dificuldade para cuidar		Tem dificuldade para cuidar	
	Média ponderada	Porcentagem (%)	Média ponderada	Porcentagem (%)
Problemas relacionados à pessoa idosa	28	90,74	3	9,26
Reações à prestação do cuidado	22	70,97	9	29,03
Exigências de ordem física na prestação do cuidado	22	71,89*	9	28,11*
Restrições no campo social	22	70,97	9	29,03
Ausência de apoio familiar	13	40,32	19	59,68
Ausência de apoio profissional	18	56,45	14	43,55
Problemas financeiros	20	64,52	11	35,48

*OBS: Durante a coleta de dados, um dos participantes deixou de responder um dos itens, o que justifica a alteração na porcentagem encontrada.

Observou-se, além disso, que a maior parte dos cuidadores (90,74%) não considera que os problemas relacionados à pessoa idosa dificultem a prestação de cuidados, constituindo a dimensão com maior porcentagem

observada no grupo “*Não tem dificuldade para cuidar*”. Esses dados corroboram os achados de Querido *et al.* (2021); Carvalho *et al.* (2021); Paninho, Silva e Ramos (2023), mas contrariam os estudos de Sequeira, (2020); Noell-Boix *et al.* (2022) e Santos (2023) que justificam as dificuldades por episódios de conflito com a pessoa idosa, pela vivência de sentimentos e emoções negativas, como irritabilidade, angústia e desvalorização, por exemplo.

As dimensões relacionadas às reações à prestação de cuidados (70,97%), às exigências de ordem física (71,89%) e às restrições no campo da vida social (70,97%) não foram encaradas como dificuldades. Isso contraria os resultados do estudo de Paninho, Silva e Ramos (2023) e Santos (2023) que observaram impacto negativo e produtor de dificuldade, para os cuidadores, em relação ao sentimento de impotência, à ausência de tempo dedicado ao lazer próprio, férias ou a restrições de vida social, bem como aos fatores físicos manifestados por insônia e exaustão.

A coleta de informações a partir da aplicação do CAMI, objetivando a análise dos métodos de superação de obstáculos adotados pelos cuidadores frente ao ato de cuidar, não obteve êxito em alcançar um número de respostas satisfatório para que se procedesse a análise desses dados, visto que a quantidade de cuidadores que responderam aos itens deste questionário foi insignificante diante do *n* da amostra total do estudo. Tal fato pode ser compreendido diante das características próprias do instrumento de entrevista, visto que, ao ser composto por várias questões e demandar um tempo, relativamente longo em sua aplicação, acabou implicando na perda de participação de alguns integrantes. Consequentemente, optou-se por apresentar os achados disponíveis e consagrados na literatura em relação às categorias estudadas.

Logo, em se tratando dessas estratégias, diversas são as ferramentas empregadas com esse objetivo. Segundo o modelo de *coping* descrito por Lazarus e Folkman (1991), sinteticamente, representam-se as táticas de adaptação frente a circunstâncias adversas no decorrer da vida de uma

pessoa. Elas possuem capacidade de impactar, positiva ou negativamente, a saúde física e mental das pessoas, com potencial de modificar a evolução do estresse, evitando-o ou confrontando-o (Dias; Pais-Ribeiro, 2019). Com o intuito de enfrentar as dificuldades intrínsecas à prestação de cuidado, os cuidadores lançam mão de técnicas de enfrentamento ou *coping* para encarar situações de sobrecarga e de estresse. Grande parte dessas ferramentas apresenta foco nas emoções, nos problemas, na priorização e na procura de situações positivas. (Santos, 2020).

Considerando-se a categoria de *“Lidar com os acontecimentos adversos/resolução de problemas”*, segundo Cardoso *et al.* (2019); Figueiredo *et al.* (2021) e Rueda (2023), alguns cuidadores optam por estabelecer rotinas e um planejamento para as tarefas a serem cumpridas, de modo a estar preparado para as coisas que possam acontecer ou de modo a criar condições que facilitem as situações do dia a dia, além disso, apostam na ajuda prática da família, quando disponível o que produz um impacto favorável por meio de informações, de auxílio instrumental, financeiro e emocional.

Na segunda categoria, por sua vez, *“Percepções alternativas sobre a situação”*, buscam viver um dia de cada vez, pensar que ninguém tem culpa da situação, que sempre existem pessoas em situações piores, apegar-se às boas recordações vividas com o sujeito do cuidado, acreditar na sua própria capacidade de resolução, além de agarrar-se a fortes crenças pessoais ou religiosas, por exemplo (Cardoso, *et al.*, 2019; Figueiredo, *et al.*, 2021). Segundo Santos (2022), ainda, nesta categoria há um foco no cuidado e na resiliência de tentar enxergar um lado positivo diante das adversidades.

Finalmente, no que tange o terceiro grupo *“Lidar com sintomas de estresse”*, os cuidadores adotam como ferramenta reservar um tempo para si mesmo e para a realização de atividades que lhe agradem, na tentativa de esquecer os problemas se ocupando com outras atividades de lazer e mesmo no alívio das tensões por meio de gritos e do choro. Trata-se, então, de uma

categoria marcada, de acordo com Roriz (2020) , por soluções que tendem a promover um afastamento dos cuidadores em busca de atividades fora da zona de prestação de cuidados e voltadas para o autocuidado do cuidador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A responsabilidade do cuidado carrega consigo impactos diretos na vida dos cuidadores, sobretudo para os cuidadores informais que, comumente, fazem a transição para esse papel de forma súbita e sem respaldo técnico. Diante disso, diversas dificuldades se instalam durante esse processo.

O presente estudo, evidenciou que as principais dificuldades enfrentadas pelos cuidadores residiam na falta de apoio familiar e profissional. O que torna evidente o papel fundamental dos profissionais da saúde na capacitação e no suporte das dificuldades diárias dos cuidadores informais.

No que se refere às estratégias de enfrentamento adotadas pelos cuidadores, este estudo pecou em alcançar uma amostra significativa. Apesar disso, por meio da literatura, observou-se que muitas são as formas de enfrentamento utilizadas pelos cuidadores e que o amparo e qualificação deles, munindo-os de informação e instrumentalização, demonstra-se essencial para que eles consigam prestar um cuidado de qualidade, mas sobretudo, para que disponham de técnicas para lidar com situações de estresse promovendo escolhas saudáveis e enfrentando situações adversas com resiliência e sabedoria.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. F. N. *et al.* Análise do perfil e da sobrecarga em cuidadores de idosos. *Concilium*, n. 22, v. 5, p. 482–494, 2022.
- ALMEIDA NETO, E. D. *et al.* Dificuldades relatadas pelos cuidadores informais de idosos durante a pandemia da covid-19. *Servir*. n. 2, v. 5, 10 p. 2023.
- ALVES, J. E. D. Envelhecimento populacional no Brasil e no mundo. Novas projeções da ONU. *Revista Longeviver*. n. 3, ano I, jul/ago/set. 2019.
- ARRUDA, M. S. *et al.* Correlação da funcionalidade familiar e sobrecarga de cuidadores informais de idosos hospitalizados. *Revista Gaúcha de Enfermagem*. v. 43. 2022
- BORDIN, D. *et al.* Fatores associados à condição de acamado em idosos brasileiros: resultado da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p.e200069, dez. 2020.
- BRASIL. Ministério da Economia. Cuidados para a população idosa e seus cuidadores: demandas e alternativas. Brasília (DF): Ministério da Economia, 2020. 20p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 963 de 27 de maio de 2013. Redefine a Atenção Domiciliar no âmbito do SUS. Brasília (DF): Diário Oficial da União, 2013.
- BRITO, M. A saúde mental dos prestadores de cuidados a familiares idosos. 2000. Mestrado (Mestrado em Psiquiatria e Saúde Mental) - Faculdade de Medicina da Universidade de Porto. Coimbra. 2000. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10216/9933>.
- CAMARGOS, M. C. S.; RIBEIRO, A. D. Os caminhos dos cuidadores informais na atenção domiciliar. *Brazilian Journal of Health Review*. Curitiba, v.4, n.3, p. 14084-14097 mar./apr. 2021.

CARDOSO, A. C. *et al.* Rede de apoio e sustentação dos cuidadores familiares de pacientes em cuidados paliativos no domicílio. *Enfermagem em Foco*. v. 10, n. 3, p. 70-75, 2019.

CARVALHO, M. I. *et al.* Estudo sobre o Perfil do Cuidador Familiar/Informal da Pessoa Sênior em Portugal. ISCSP-ULisboa, CAPP/ ISCSP-ULisboa, Fundação Aga Khan, Johnson & Johnson Foundation. 157p. 2021.

CASTRO, P. F. A.; FLESCHE, L. D.; CARVALHO, E. B. Modelos de atenção e suporte direcionados a um cuidador de idosos: uma revisão integrativa. *Revista Kairós-Gerontologia*. São Paulo, v. 23, n. 3, p. 299-319, 2020.

CONCEIÇÃO, H. N. *et al.* Perfil e sobrecarga dos cuidadores informais de idosos dependentes. *Research, Society and Development*. v. 10, n. 6, 2021.

DADALTO, E. V.; CAVALCANTE, F. G. O lugar do cuidador familiar de idosos com doença de Alzheimer: uma revisão de literatura no Brasil e Estados Unidos. *Ciência & Saúde Coletiva* v.24, n.1, p.147-157, 2021.

DIAS, E. N.; PAIS-RIBEIRO, J. L. O modelo de Coping de Folkman e Lazarus: Aspectos Históricos e Conceituais. *Revista Psicologia e Saúde*, v. 11, n. 2, maio/ago., p. 55-66, 2019.

FELIPE, S. G. B. *et al.* Ansiedade e depressão em cuidadores informais de idosos dependentes: um estudo analítico. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 73, n. 1, p. 1-8, 2020.

FERRO, T. N. L.; FERREIRA, A. C. R.; BANDINI, H. H, M. Perfil sociodemográfico e competências dos cuidadores de idosos acamados com imobilismo no leito. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*. v. 23, n. 9, 9p., 2023.

FIGUEIREDO, M. L. F. *et al.* Cuidadores formais de idosos dependentes no domicílio: desafios vivenciados. *Ciência & Saúde Coletiva*. v. 26, n. 1, p:37-46, 2021

FORNAZARI, B. A. Perfil de cuidadores de idosos atendidos em ambulatório de

Geriatria e Neurogeriatria. Revista Científica Multidisciplinar O Saber. v. 1, n. 1, jan/jul. 2024.

GAGLIARDI, C. *et al.* The Burden of Caring for Dependent Older People and the Resultant Risk of Depression in Family Primary Caregivers in Italy. Sustainability. v. 14, n. 6, p. 3375, mar. 2022.

GARCIA, G. M. F. *et al.* Sobrecarga de cuidadores informais de idosos. Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde da UNIARP. v. 9, n. 1, p. 115-130. 2020.

GÓES, B. G. M. *et al.* As dificuldades enfrentadas pelos cuidadores de pessoas portadoras da doença de Alzheimer: revisão sistemática da literatura. Research, Society and Development, v. 11, n. 4, 2022.

LAZARUS, R. S.; FOLKMAN, O. S. The concept of coping. In: Monart A, Lazarus RS. Stress and coping: an anthology. 3ª ed. New York: (USA): Columbia University Press; 1991.

LEITE, E. D.; SILVA, A. S. Análise do perfil do cuidador informal frequentador da unidade básica de saúde 03 do Gama, Distrito Federal, BR. Revista Brasileira Ensino e Aprendizagem (REBENA). v. 7, p. 42-59, 2023.

LOPES, C. C. *et al.* Associação entre a ocorrência de dor e sobrecarga em cuidadores principais e o nível de independência de idosos nas atividades de vida diária: estudo transversal. Cadernos Saúde Coletiva, v. 28, n. 1, p. 98 – 106, 2020.

MARTINS, G. Perfil dos cuidadores informais de idosos atendidos pelo ambulatório de gerontologia do HU-UFSCAR e a necessidade de orientações. 2021. Mestrado (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2021.

MATTOS, E. B. T.; KOVÁCS, M. J. Doença de Alzheimer: a experiência única de cuidadores familiares. Psicologia USP, v. 31, 2020.

MELO, M. S. *et al.* Sobrecarga e qualidade de vida dos cuidadores de pessoas

- acamadas em domicílio. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 35: eAPE 02087, 2022.
- MENDES, P. N. *et al.* Physical, emotional and social burden of elderly patients' informal caregivers. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 32, n. 1, p.87-94, dez. 2019.
- MOURA, B. M. *et al.* Cuidando dos cuidadores familiares de idosos dependentes: uma proposta de tecnologia de acolhimento. *Brazilian Journal Health Review*, Curitiba, v. 3, n. 5, p.12059-12079, set/out. 2020.
- NOELL-BOIX, R. *et al.* Identificación de necesidades de los cuidadores informales: estudio exploratorio. *Enfermería Global*. v.68, p:71-85. 2022.
- NOLAN, M.; GRANT, G.; KEADY, J. *Understanding family care*. Buckingham: Open University Press. 1996.
- NUNES, D. P. *et al.* Cuidadores de idosos e tensão excessiva associada ao cuidado: evidências do Estudo SABE. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 21, n. 2, 2018.
- OLIVEIRA, A. S. Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento populacional no Brasil. *Hygeia – Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*. v. 15, n. 31, p. 69-79, junho. 2019.
- PANINHO, C. M. C. S.; SILVA, C. C. G.; RAMOS, L. A. A. M. Principais dificuldades dos cuidadores informais da pessoa com doença mental grave. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental*. n. 30, 18p. 2023.
- PEREZ-CRUZ, M. *et al.* Necesidades atendidas por las personas cuidadoras familiares de mayores dependientes en un hospital de média-larga estância. *Gerokomos, Barcelona*, v. 31, n. 3, p. 130 -135, 2020.
- PIRES, C. G. *et al.* Sobrecarga, funcionalidade familiar e saúde psicológica de idosos cuidadores de idosos: uma path analysis. *Geriatrics, Gerontology and Aging*. 9 p. 2022.
- QUERIDO, A. *et al.* A sobrecarga do cuidador informal da pessoa com doença

mental: um estudo descritivo-correlacional. *Serviços e cuidados em saúde* 4, cap.1, p. 1-11, 2021.

REINEHR, K. R. *et al.* Estratégias de cuidado ao idoso utilizadas por cuidadores informais no domicílio. *Brazilian Journal of Health Review*. Curitiba. v. 4, n. 6, p. 21366-21383, nov/dez. 2021.

RORIZ, D. M. C. CuiDAR melhor – um projeto de intervenção comunitária na gestão da sobrecarga dos cuidadores informais de idosos em situação de dependência. 2020. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola Superior de Enfermagem de Lisboa. Lisboa, 2020.

RUEDA, L. V. B. Avaliação da sobrecarga e estratégias de enfrentamento desenvolvidas por familiares de cuidadores de idosos com fragilidade clínica no contexto da pandemia COVID-19. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2023.

SANCHES, R. C. Construção e validação de questionário de avaliação das competências do cuidador informal: COPER 14. Dissertação (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2019.

SANTOS, A. G. Cuidadores informais, e agora! – O papel da mediação no cuidado prestado aos cuidadores informais. 2020. Dissertação (Mestrado em Gerontologia Social) – Instituto Politécnico de Coimbra, Coimbra, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/32706>.

SANTOS, M. A. P. T. Capacitação do cuidador informal para os cuidados a pessoas dependentes. 2023. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/47252>.

SANTOS, M. I. *et al.* Gerontotecnologia cuidativo-educacional: oficinas temáticas com cuidadores familiares de idosos com demência de Alzheimer. *Enfermagem Brasil*. v. 20, n. 5, p. 614-626, set. 2021.

SEQUEIRA, C. Cuidar de Idosos com Dependência Física e Mental. 2.ª Edição (reimpressão), Lisboa: Lidel. 2020.

SILVA, A. M. E.; ALMEIDA, J. L. T.; BARBOSA, P. Perfil de cuidadores de idosos dependentes em contexto de pandemia: impactos na saúde e no trabalho de quem cuida em Portugal. *Revista de Pesquisa, Cuidado é Fundamental Online (RPCFO)*. 8p. 2023.

SILVA, M. S. *et al.* Situações vivenciadas por cuidadores familiares de idosos na atenção domiciliar. *Revista de Enfermagem UFSM (REUFMS)*, Santa Maria, v. 9, ex, p. 1-21, 2019.

SILVA, N. P.; SARDINHA, L. S.; LEMOS, V. A. O impacto da doença de Alzheimer na saúde mental do cuidador. *Revista Diálogos Interdisciplinares*. v. 9, n. 4, 2020.

SILVA, M. A. S.; SILVA, M. C. P.; SOGAME, L. C. M. Condições socioeconômicas e de saúde associados à funcionalidade familiar de idosos. *Revista Gaúcha de Enfermagem*. v. 43. 2022.

SOCCI, M. *et al.* Impact of the COVID-19 outbreak on informal carers across Europe – Final report. EUROCARERS/IRCCS-INRCA. Brussels/Ancona. 2021.

SOUZA, A. C. A. O conhecimento pelo cuidador informal sobre as necessidades da pessoa idosa com doença de Alzheimer (DA). 2023. Bacharelado (Título de Bacharel em Enfermagem) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/5591>.

THIYAGARAJAN, J. A. *et al.* Redesigning care for older people to preserve physical and mental capacity: WHO guidelines on community-level interventions in integrated care. *PLOS Medicine*. v. 16, n. 10, out. 2019.

WELTER, Y. P. *et al.* Análise da sobrecarga autopercebida em cuidadores de pacientes neurológicos: uma revisão integrativa. *FisiSenectus, Unochapecó*, v. 9, n. 1, jan./dez. 2021.

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

FINANCIAMENTO

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

ANEXO 1

ÍNDICE PARA AVALIAÇÃO DAS DIFICULDADES DO CUIDADOR(CADI) – SOMENTE PARA CUIDADORES FAMILIARES

Você acha que é difícil cuidar do (a) senhor (a) porque	Não acontece no meu caso	Isso acontece no meu caso e sinto que:		
		Não me perturba	Causa-me alguma perturbação	Perturba-me muito
G01. Não tenho tempo suficiente para mim mesmo	1	2	3	4
G02. Às vezes sinto-me "de mãos atadas" / sem poder fazer nada para controlar a situação	1	2	3	4
G03. Não consigo dedicar tempo suficiente para às outras pessoas da família	1	2	3	4
G04. Me traz problemas financeiros	1	2	3	4
G05. A pessoa de quem eu cuido consegue me descontrolar/ "me tirar do sério"	1	2	3	4
G06. A pessoa de quem eu cuido depende de mim para se movimentar	1	2	3	4
G07. Parece-me que os profissionais de saúde (médicos, enfermeiros, assistentes sociais, etc.) não fazem bem ideia dos problemas que os cuidadores enfrentam	1	2	3	4
G08. Afasta-me do convívio com outras pessoas e de outras coisas de que gosto	1	2	3	4
G09. Chega a causar transtornos em minhas relações familiares	1	2	3	4
G10. Deixa-me muito cansado(a) fisicamente	1	2	3	4
G11. Às vezes a pessoa de quem cuido exige demais de mim	1	2	3	4
G12. Deixou de existir o sentimento que antes havia na minha relação com a pessoa de quem cuido	1	2	3	4
G13. A pessoa de quem cuido necessita de muita ajuda nos seus cuidados pessoais	1	2	3	4
G14. A pessoa de quem cuido nem sempre ajuda tanto quanto acho que poderia	1	2	3	4
G15. Durmo pior por causa desta situação	1	2	3	4
G16. As pessoas da família não dão tanta atenção como eu gostaria	1	2	3	4
G17. Esta situação faz com que me sinta irritado(a)	1	2	3	4
G18. Não posso estar com os meus amigos tanto quanto gostaria	1	2	3	4
G19. Esta situação está me deixando estressado(a)	1	2	3	4
G20. Não consigo ter um tempo de descanso, nem tirar uns dias de férias	1	2	3	4
G21. A qualidade da minha vida piorou	1	2	3	4
G22. Acho que a pessoa de quem cuido nem sempre dá valor ao que eu faço	1	2	3	4
G23. A minha saúde foi afetada pelo fato de cuidar da pessoa que cuido	1	2	3	4
G24. A pessoa de quem cuido sofre de incontinência (urinária ou fecal)	1	2	3	4
G25. O comportamento da pessoa de quem cuido causa problemas	1	2	3	4
G26. Cuidar desta pessoa não me dá qualquer satisfação	1	2	3	4
G27. Não recebo apoio suficiente dos serviços de saúde e dos serviços sociais	1	2	3	4
G28. Alguns familiares não ajudam tanto quanto poderiam	1	2	3	4
G29. Não consigo ficar tranquilo por estar preocupado com os cuidados que tenho que prestar	1	2	3	4
G30. Essa situação faz com que me sinta culpado (a)	1	2	3	4

HORIZONTES CIENTÍFICOS DA UFT:

REFLEXÕES DO XX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC)

ANEXO 2

Índice de Gestão do Cuidador (CAMI):

UMA DAS MANEIRAS DE ENFRENTAR AS DIFICULDADES QUE TENHO, AO CUIDAR DESSA PESSOA (IDOS0(A)) É:	Não procedo dessa forma	Faço assim e acho que:		
		Não dá resultado	Dá algum resultado	Dá um bom resultado
G31. Estabelecer um programa regular de tarefas e procurar cumpri-lo	1	2	3	4
G32. Descarregar a tensão, falando alto, gritando ou coisa semelhante	1	2	3	4
G33. Falar dos meus problemas com alguém em quem confio	1	2	3	4
G34. Reservar algum tempo livre para mim mesmo(a)	1	2	3	4
G35. Planejar com antecedência e assim estar preparado para as coisas que possam acontecer	1	2	3	4
G36. Ver o lado cósmico da situação	1	2	3	4
G37. Pensar que há sempre quem esteja pior do que eu	1	2	3	4
G38. Cerrar os dentes e continuar	1	2	3	4
G39. Recordar todos os bons momentos que passei com a pessoa de quem cuido	1	2	3	4
G40. Procurar obter toda a informação possível sobre o problema	1	2	3	4
G41. Pensar que a pessoa de quem cuido não tem culpa da situação em que está	1	2	3	4
G42. Viver um dia de cada vez	1	2	3	4
G43. Conseguir que a família me dê toda a ajuda prática que puder	1	2	3	4
G44. Manter a pessoa de quem cuido tão ativa quanto possível	1	2	3	4
G45. Modificar as condições da casa do modo a facilitar as coisas o mais possível	1	2	3	4
G46. Pensar que a situação está agora melhor do que antes	1	2	3	4
G47. Obter toda a ajuda possível dos serviços de saúde e dos serviços sociais	1	2	3	4
G48. Pensar no problema e encontrar uma forma de solucioná-lo	1	2	3	4
G49. Orar bastante	1	2	3	4
G50. Aceitar a situação tal como ela é	1	2	3	4
G51. Arranjar uma maneira de não pensar nas coisas, lendo, vendo televisão ou algo semelhante	1	2	3	4
G52. Fazer como se o problema não existisse e esperar que ele passe	1	2	3	4
G53. Tomar medidas para evitar que os problemas surjam	1	2	3	4
G54. Agarrar-me a fortes crenças pessoais ou religiosas	1	2	3	4
G55. Acreditar em mim mesmo(a) e na minha capacidade em lidar com a situação	1	2	3	4
G56. Esquecer os problemas por alguns momentos, deixando o pensamento divagar	1	2	3	4
G57. Controlar meus sentimentos e emoções	1	2	3	4
G58. Tentar animar-me comendo, bebendo, fumando ou outra coisa do gênero	1	2	3	4
G59. Confiar na minha própria experiência e na competência que tenho adquirido	1	2	3	4
G60. Experimentar várias soluções até encontrar uma que dê resultado	1	2	3	4
G62. Procurar ver o que há de positivo em cada situação	1	2	3	4
G63. Ser firme com a pessoa de quem cuido e fazê-la compreender o que espero dela	1	2	3	4
G64. Pensar que ninguém tem culpa da situação	1	2	3	4
G65. Descarregar o excesso de energia e sentimentos, andando, nadando ou fazendo outro exercício físico	1	2	3	4
G66. Reunir-me regularmente com um grupo de pessoas com problemas semelhantes	1	2	3	4
G67. Usar técnicas de relaxamento, meditação ou outras	1	2	3	4
G68. Dedicar-me a coisas que me interessam, para além de cuidar da pessoa	1	2	3	4

Capítulo 16

RELAÇÃO ENTRE O CONSUMO DE CAFEÍNA, ETANOL, QUALIDADE DO SONO E DESEMPENHO ACADÊMICO DE ESTUDANTES DE CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS – CÂMPUS DE PALMAS

Maria Eduarda Tinti¹
Antônio Marcos Rabelo Barbosa²
Thiago Macêdo Passos³
Eliane Patrícia Lino Pereira Franchi⁴
Maria Sortênia Alves Guimarães Miele⁵

RESUMO

O sono é um meio pelo qual o corpo se repara e permite consolidar a memória. Logo, saber quanto o consumo de cafeína e etanol são prejudiciais para a qualidade do sono é fundamental para compreender as consequências deles para o desempenho acadêmico. O objetivo foi verificar a relação entre o consumo de cafeína, etanol, qualidade do sono e desempenho acadêmico nos estudantes de graduação da Universidade Federal do Tocantins. Realizou-se a coleta de dados de alunos de seis cursos de graduação, entre o período de abril a julho de 2024. Os questionários Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-BR) e Alcohol Use Disorder Identification Test (AUDIT-BR) foram usados para a coleta das 348 respostas. A população universitária era composta em sua maioria por homens, na faixa etária de 22 anos ou mais, de etnia parda e que residiam com os pais ou outras pessoas. A prevalência dos alunos matriculados se deu entre os períodos iniciais dos cursos de graduação, com boa satisfação do curso e que negaram ter feito tratamento psicológico e/ou psiquiátrico. A associação da má qualidade do sono com o consumo de cafeína e álcool não mostrou significância. Entretanto, houve associação dessas variáveis com a faixa etária, etnia, situação de moradia, grau de satisfação com o curso e a não realização de tratamento psicológico e/ou psiquiátrico. Logo, conclui-se que as condições sociodemográficas de vida influenciam mais fortemente a qualidade do sono do que o consumo de bebidas psicoestimulantes e o álcool.

Palavras-chave: Cafeína; Etanol; Qualidade do sono.

¹Graduando em Medicina, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, maria.tinti@mail.uft.edu.br.

²Graduando em Medicina, Universidade Federal do Tocantins, antonio.rabelo@mail.uft.edu.br.

³Graduando em Medicina, Universidade Federal do Tocantins, thiago.passos@mail.uft.edu.br.

⁴Mestre e Doutora em Doenças Tropicais, Docente do programa de mestrado profissional em saúde da família (Profsaúde) vinculado a Fiocruz/UFT, Universidade Federal do Tocantins, elianefranchi@uft.edu.br.

⁵Doutora em Ciência da Nutrição, com ênfase em Envelhecimento e Nutrição, Docente do Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, Docente do programa de mestrado profissional em saúde da família (Profsaúde) vinculado a Fiocruz/UFT, msortenia@uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

O sono é o estado de inconsciência, que a pessoa experimenta um relaxamento corporal com diminuição sensorial (Lopes; Meier; Rodrigues, 2018). O sono teve sua importância reconhecida no século XX, com o aumento de estudos sobre ele e a descoberta do sono REM (Rapid Eye Movement). Logo, é nova a ideia do sono como meio restaurador, além disso, ele é fundamental para o aprendizado e consolidação da memória (Naseer, *et al.*, 2019).

Fatores fisio-comportamentais podem alterar a qualidade do sono, a exemplo da ingestão de cafeína e etanol (Lopes; Meier; Rodrigues, 2018). A cafeína atua por meio de mecanismos dopaminérgicos, que estão relacionados com a recompensa e motivação, aumentando o estado de alerta, a concentração e o desempenho cognitivo, além de diminuir o sono noturno (Morgan, *et al.*, 2017). Desse modo, a grande maioria dos estudantes universitários, devido à alta demanda de tempo e energia que as responsabilidades acadêmicas e pessoais exigem, consomem cafeína com o intuito de obter esses benefícios para atender essas responsabilidades (Morgan, *et al.*, 2017).

As fontes de cafeína disponíveis no mercado são os chás, refrigerantes, chocolates, cafés e bebidas energéticas. A popularidade dessas bebidas ocorre devido à campanhas de marketing, que tem os jovens adultos como público-alvo (Nessler, *et al.*, 2019).

As bebidas alcoólicas também estão entre as substâncias mais consumidas pelos estudantes, sob o pretexto de aliviar o estresse e a tensão e como ferramenta para inserção em novos grupos sociais (Galvão, *et al.*, 2017). Embora o etanol seja uma substância depressora do sistema nervoso central, seu consumo exacerbado pode acarretar distúrbios do sono (Martinez, *et al.*, 2018), pois promove a ativação do sistema nervoso simpático, causando despertares noturnos (Lopes; Meier; Rodrigues, 2018). Além da alteração na qualidade do sono, o álcool

pode desencadear o aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca, além de problemas gastrointestinais e alterações psíquicas, como a ansiedade e depressão (Galvão, *et al.*, 2017).

Portanto, urge-se conhecer o perfil dos estudantes, para melhor promover ações de higiene do sono, e da prevenção do consumo excessivo de cafeína e etanol para a comunidade acadêmica (Morgan, *et al.*, 2017).

Ademais, são escassos os estudos sobre a qualidade do sono dos estudantes dos cursos de graduação no Estado do Tocantins. Nesse sentido, é de grande relevância a realização deste estudo, pois o bacharelado é marcado pelo surgimento de novos desafios, como o aumento das responsabilidades acadêmicas e pessoais, surgimento de novas amizades, saída da casa dos pais e o aumento da independência. Assim, o presente estudo busca compreender as relações entre a ingestão de cafeína e de etanol com a qualidade do sono e o desempenho acadêmico de estudantes de cursos de Medicina, Enfermagem, Arquitetura e Urbanismo, Direito, Engenharia Civil e Ciências da Computação da Universidade Federal do Tocantins, Palmas-Tocantins.

MÉTODO E MATERIAIS

Este trabalho caracterizou-se como um estudo epidemiológico observacional descritivo com delineamento transversal e abordagem quantitativa, realizado na Universidade Federal do Tocantins (UFT), Câmpus de Palmas, localizada na cidade de Palmas, Tocantins. A coleta de dados ocorreu entre abril e julho de 2024, visando os alunos dos cursos de Medicina, Enfermagem, Direito (matutino), Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Ciências da Computação. Os estudantes tanto de Medicina quanto de Enfermagem incluídos estavam matriculados entre o primeiro e o oitavo períodos e o primeiro e o sétimo períodos, respectivamente, para evitar a inclusão daqueles que estavam

em internato, uma vez que essa fase altera significativamente a rotina e o ciclo sono-vigília dos alunos. Posteriormente, foram excluídos do campo amostral os acadêmicos do primeiro período por não possuírem coeficiente de rendimento.

Referente ao campo amostral, o tamanho da amostra foi inicialmente determinado utilizando o software R, com intervalo de confiança de 95%, erro amostral de 5% e proporção de 50%, necessitando de no mínimo 322 alunos e alcançados 348 alunos. Sendo estratificada proporcionalmente entre os cursos de graduação, e os participantes foram selecionados por amostragem aleatória simples, até que o número mínimo necessário fosse ultrapassado. Além disso, o formulário de pesquisa foi distribuído aos estudantes selecionados por meio de WhatsApp®, e-mail, entrega e apresentação de *QR-code* presencialmente pelo pesquisador nas salas dos cursos selecionados, sempre garantindo que a participação fosse voluntária e com o devido consentimento. O anonimato foi assegurado no ato do convite para a participação da pesquisa.

Tabela 1 – Número total de alunos matriculados por curso, amostragem estratificada proporcional esperada e campo amostral real.

	Número total de alunos matriculados por curso	Amostragem Estratificada Proporcional esperada	Campo amostral real
Medicina	317	51	61
Enfermagem	212	34	35
Direito (matutino)	242	39	65
Arquitetura e Urbanismo	342	56	43
Engenharia Civil	481	78	79
Ciências da Computação	395	64	65

Fonte: Tinti *et al.* (2024).

Quanto aos critérios de inclusão e exclusão, foram incluídos no estudo alunos matriculados na UFT, com 18 anos ou mais, que concordaram em participar e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Em contrapartida, foram excluídos aqueles que estavam cursando estágios supervisionados, utilizavam medicamentos como antidepressivos ou ansiolíticos, ou faziam uso de substâncias psicoativas como tabaco, maconha ou cocaína.

Para a validação dos instrumentos de pesquisa utilizados, antes da coleta de dados principal, foi realizado um estudo piloto com 30 estudantes selecionados aleatoriamente, que não foram incluídos na amostra final. Nesse sentido, este estudo piloto teve como objetivo verificar a aplicabilidade do instrumento de coleta, ajustar o método de recrutamento, avaliar o tempo de preenchimento do formulário e confirmar a viabilidade da pesquisa.

Referente ao questionário da pesquisa, os dados foram coletados por meio de um formulário *online*, desenvolvido na plataforma do *Google Forms*, e enviado aos participantes pelos métodos já informados. Sendo o formulário dividido em quatro seções: a primeira traçou o perfil sociodemográfico dos estudantes; a segunda mediu o consumo de cafeína e o uso de substâncias psicoativas; a terceira avaliou a qualidade do sono utilizando o questionário Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-BR); e a quarta investigou o consumo de álcool através do questionário Alcohol Use Disorder Identification Test (AUDIT-BR).

Ademais, os dados coletados foram analisados quantitativamente e foram estimadas as quantidades consumidas de cafeína e etanol, com análises descritivas utilizando médias e desvios padrão. Enquanto as comparações entre as variáveis foram feitas por intermédio do teste qui-quadrado de Pearson, e as comparações de médias utilizaram o teste *t de Student*. Já a normalidade dos dados foi verificada pelo teste

de *Shapiro-Wilk*, e o nível de significância adotado foi de $\alpha=0,05$.

O projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Tocantins, por meio de cadastro da Plataforma Brasil, conforme a resolução CNS 466/12. O projeto foi aprovado, com CAAE: 69758323.5.0000.5519.

DADOS E DISCUSSÃO

O objetivo inicial foi caracterizar a população alvo segundo os dados sociodemográficos para estabelecer um contexto que favorecesse o entendimento dos padrões de consumo de álcool e cafeína, como também a qualidade do sono. Os dados estão expressos na tabela 2.

Tabela 2 - Dados sociodemográficos - estudantes de graduação da UFT – 2024
(continua)

Características	n	%
<i>Sexo</i>		
Masculino	183	52,59
Feminino	165	47,41
<i>Faixa etária</i>		
Até 21 anos	128	36,78
22 – 25 anos	181	52,01
26 – 30 anos	23	6,61
31 anos ou mais	16	4,60
<i>Etnia</i>		
Preto	38	10,92
Branco	122	35,06
Pardo	170	48,85
Amarelo	5	1,44
Indígena	10	2,87
na NI	3	0,86

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

Situação atual de moradia

Sozinho	97	27,87
Com os pais	231	66,38
Outros	20	5,75

Graduação

Medicina	61	17,53
Enfermagem	35	10,06
Arquitetura e Urbanismo	65	18,68
Direito (matutino)	43	12,36
Engenharia Civil	79	22,70
Ciências da Computação	65	18,68

Características	n	%
<i>Período do curso</i>		
2º	81	23,28
3º	69	19,83
4º	27	7,76
5º	31	8,91
6º	43	12,36
7º	20	5,75
8º	32	9,20
9º	17	4,89
10º	28	8,05
<i>Coefficiente de Rendimento</i>		
5,0-7,99	120	34,48
8,0-10,0	228	65,52
<i>Grau de satisfação com o curso</i>		
Excelente	78	22,41
Bom	176	50,57
Razoável	73	20,98
Ruim	15	4,31
Péssimo	6	1,72

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

Já fez tratamento psicológico?

Si	150	43,10
m	198	56,90
Nã		
o		

Já fez tratamento psiquiátrico?

Si	74	21,26
m	274	78,73
Nã		
o		

(conclusão)

Características	n	%
<i>Consumo de cafeína por dia</i>		
Zero	115	33,04
1-10 xícaras	196	56,32
11-30 xícaras	26	7,47
Acima de 31 xícaras	12	3,45
<i>Consumo de bebidas energéticas por mês</i>		
Zero	253	72,70
1-5 latas	70	20,11
Acima de 6 latas	25	7,18
<i>Consumo de chás, chocolates e refrigerantes por dia</i>		
Si	186	53,45
m	161	46,26
Nã		
o		
<i>Consumo de tabaco e drogas ilícitas</i>		
Si	26	7,47
m	322	92,53

Não
o

*Classificação
escore PSQI-BR*

Boa qualidade do
sono Má
qualidade do
sono

69
279

19,83
80,17

*Classificação
escore*

AUDIT-BR

Consumo de baixo
risco ou abstêmios

Consumo de risco

Uso nocivo ou
consumo de alto risco

Provável dependência

288

49
8

3

82,76

14,08
2,30

0,86

Fonte: Tinti *et al.*, (2024).

A partir desses dados, foram estabelecidas correlações para verificar a existência de associação significativa entre as variáveis sociodemográficas e os padrões de consumo de cafeína, etanol e a qualidade do sono. As correlações estão expressas na tabela 3.

Tabela 3 - Associações entre as variáveis fixas e os questionários PSQI-BR, AUDIT-BR e consumo de cafeína – 2024

(continua)

Variáveis	PSQI-BR		p- valor	AUDIT-BR		p- valor	Consumo cafeína		p- valor
	Boa qualidade do sono	Má qualidade do sono		Consumo baixo risco ou abstêmio	Consumo de risco/alto risco		Até 10 xícaras	11 xícaras ou +	
	N (%)	N (%)		N (%)	N (%)		N (%)	N (%)	

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

<i>Sexo</i>			0,124		0,12		0,735		
Masculin	42(22,95) 27(16,36)	141(77,05) 138(83,64)		146(79,78) 142(86,06)	37(20,22) 23(13,94)	2	164(89,62) 146(88,48)	19(10,38) 19(11,51)	
Feminino									
<i>Faixa etária</i>			0,404		0,037		0,033		
Até 21 anos	38(21,59) 31(18,02)	138(78,41) 141(81,98)		153(86,93) 135(78,49)	23(30,11) 37(21,51)		163(92,61) 147(85,46)	13(7,39) 25(14,53)	
22 anos ou +									
<i>Etnia</i>			0,660		0,810		0,975		
Preto/Pardo	40(19,23) 29(21,17)	168(80,77) 108(78,83)		171(82,21) 114(83,21)	37(17,79) 23(16,79)		185(88,94) 122(89,05)	23(11,06) 15(10,94)	
Outros									
<i>Estado Civil</i>			0,730		0,749**		0,430**		
Solteiro	66(20,00) 3(16,67)	264(80,00) 15(83,34)		271(82,12) 16(88,89)	58(17,57) 2(11,11)		295(89,40) 15(83,34)	35(10,60) 3(16,67)	
Casado									

Variáveis	PSQI-BR		p-valor	AUDIT-BR		p-valor	Consumo cafeína		p-valor
	Boa qualidade do sono	Má qualidade do sono		Consumo baixo risco ou abstinência	Consumo de risco/alto risco		Até 10 xícaras	11 xícaras ou +	
	N (%)	N (%)		N (%)	N (%)		N (%)	N (%)	
<i>Situação atual de moradia</i>			0,153			0,819			0,820
Sozinho	24(24,74) 45(17,93)	73(75,26) 206(82,07)		81(83,50) 207(82,47)	16(16,49) 60(23,90)		87(89,69) 223(88,84)	10(10,31) 28(11,15)	
Com os									

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

país ou outros								
Curso de gradua ção			0,332		0,44 1			0,128
Medicina	11(18,03) 5(14,28)	50(81,97) 30(85,71)		54(88,52) 28(80)	7(11,47) 7(20)		54(88,52) 27(77,14)	7(11,47) 8(22,86)
Enfermagem	4(9,30)	39(90,70)		36(83,72)	7(16,28)		41(95,35)	2(4,65)
Arquitetura	14(21,54)	51(78,46)		50(76,92)	15(23,07)		57(87,69)	8(12,30)
Direito (matutino)	19(24,05)	60(75,95)		63(79,74)	16(20,25)		70(88,60)	9(11,39)
Engenharia Civil	16(24,61)	49(75,38)		57(87,69)	8(12,30)		61(93,84)	4(6,15)
Ciências da Computação								

Variáveis	PSQI-BR		p-valor	AUDIT-BR		p-valor	Consumo cafeína		p-valor
	Boa qualidade do sono	Má qualidade do sono		Consumo baixo risco ou abstinência	Consumo de risco/alto risco		Até 10 xícaras	11 xícaras ou +	
	N (%)	N (%)		N (%)	N (%)		N (%)	N (%)	

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

<i>Período do Curso</i>			0,845			0,115			0,009
2º	17(20,98)	64(79,01)		71(87,65)	10(12,34)		78(96,29)	3(3,70)	
3º	10(14,49)	59(85,50)		61(88,40)	8(11,59)		65(94,20)	4(5,79)	
4º	5(18,52)	22(81,48)		20(74,07)	7(25,92)		24(88,89)	3(11,11)	
5º	8(25,80)	23(74,19)		26(83,87)	5(16,13)		27(87,09)	4(12,90)	
6º	7(16,28)	36(83,72)		37(86,04)	6(13,95)		33(76,74)	10(23,25)	
7º	5(25,00)	15(75,00)		18(90,00)	2(10,00)		15(75,00)	5(25,00)	
8º	6(18,75)	26(81,25)		23(71,87)	9(28,12)		29(90,62)	3(9,37)	
9º	3(17,64)	14(82,35)		13(76,47)	4(23,53)		13(76,47)	4(23,53)	
10º	8(28,57)	20(71,43)		19(67,85)	9(32,14)		26(92,85)	2(7,14)	
<i>Coefficiente de rendimento</i>			0,532			0,060			0,970
Até 7,99	26(21,67)	94(78,33)		93(77,50)	27(22,50)		107(89,17)	13(10,83)	
8,0-10,0	33(14,47)	195(85,52)		195(85,52)	43(14,47)		203(89,03)	25(10,96)	
<i>Grau de satisfação com curso</i>			0,859			0,510			0,571
Excelente	14(17,95)	64(82,05)		67(85,89)	11(14,10)		69(88,46)	9(11,53)	
Bom	37(21,02)	139(78,97)		141(80,11)	35(19,88)		157(89,20)	19(10,79)	
Razoável	15(20,54)	58(79,45)		61(83,56)	12(16,43)		67(91,78)	6(8,21)	
Ruim/péssimo	3(14,28)	18(85,71)		19(90,47)	2(9,53)		17(80,95)	4(19,04)	
<i>Variáveis</i>	PSQI-BR		p-valor	AUDIT-BR		p-valor	Consumo cafeína		p-valor
	Boa qualidade	Má qualidade		Consumo baixo ou abstinência	Consumo de risco/alto risco		Até 10 xícaras	11 xícaras ou +	
	N (%)	N (%)			N (%)			N (%)	

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

	N (%)			N (%)		
<i>Realização de tratamento psiquiátrico</i>			0,119		0,437	0,699
Sim	24(16,00)	126(84,00)		59(79,72)	15(20,27)	
Não	45(22,72)	153(77,27)		229(83,57)	45(16,42)	
<i>Uso de tabaco e drogas ilícitas</i>			0,129**		0,000	0,508**
Sim	2(7,69)	24(92,30)		12(46,15)	14(53,84)	
Não	67(20,80)	255(79,19)		276(85,71)	46(14,28)	
<i>Consumo diário de cafeína</i>			0,016**		0,802	
Até 10 xícaras	67(21,61)	243(78,38)		256(82,58)	54(17,41)	
11 ou mais	2(5,26)	36(94,73)		32(84,21)	6(15,78)	

Variáveis	PSQI-BR		p-valor	AUDIT-BR		p-valor	Consumo cafeína		p-valor
	Boa qualidade do sono	Má qualidade do sono		Consumo baixo risco ou abstinência	Consumo de risco/alto risco		Até 10 xícaras	11 xícaras ou +	
	N (%)	N (%)		N (%)	N (%)		N (%)	N (%)	

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

Consumo mensal de bebidas energéticas	Até 5 latas	67(20,74)	256(79,25)	0,016**	Até 5 latas	271(83,90)	52(16,09)	0,043	Até 5 latas	291(90,09)	32(9,90)	0,030
	Acima de 6 latas	2(8,00)	23(92,00)		Acima de 6 latas	17(68,00)	8(32,00)		Acima de 6 latas	19(76,00)	6(24,00)	
Consumo diário de chás, chocolates e refrigerantes	Sim	34(18,27)	152(81,72)	0,423	Sim	153(82,25)	33(17,74)	0,811	Sim	165(88,70)	21(11,29)	0,684
	Não	35(21,73)	126(78,26)		Não	134(69,07)	60(30,92)		Não	145(90,06)	16(9,93)	
Classificação escore AUDIT-BR	Consumo baixo risco	63(21,87)	225(78,12)	0,036	Consumo baixo risco				Consumo baixo risco	256(88,89)	32(11,11)	0,802
	Consumo de risco/alto risco/dependência	6(10,00)	54(90,00)		Consumo de risco/alto risco/dependência				Consumo de risco/alto risco/dependência	54(90,00)	6(10,00)	
(conclusão)												
	PSQI-BR		p-		AUDIT-BR		p-		Consumo cafeína		p-	

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

Variáveis	Boa qualidade do sono N (%)	Má qualidade do sono N (%)	valor	Consumo baixo risco ou abstinência N (%)	Consumo de risco/alto risco N (%)	valor	Até 10 xícaras N (%)	11 xícaras ou + N (%)	valor
Classificação escore PSQI-BR Boa Ruim							67(97,10) 243(87,09)	2(2,89) 36(12,90)	0,009

Fonte: Tinti *et al.*, (2024).

p-valor obtido pelo χ^2 de Pearson; ** p-valor obtido pelo teste Exato de Fisher.

Dessa maneira, neste estudo, observa-se que 80,17% dos alunos participantes da pesquisa possuem má qualidade do sono. Isso ocorre, pois, as responsabilidades atreladas a um curso superior, como também as atividades extracurriculares e a vida pessoal, são responsáveis por criar grandes pressões psicológicas nos estudantes, refletindo na má qualidade do sono prevalente nessa população (Maciel, *et al.*, 2023).

Assim, foi constatado que os estudantes na faixa etária de 22 anos ou mais, etnia preta e parda, que moravam com pais ou outras pessoas, bom grau de satisfação com o curso e a não realização de tratamento psicológico e/ou psiquiátrico, são mais predispostos a apresentar má qualidade do sono.

A pontuação média dos estudantes no PSQI-BR foi de 8 pontos, sendo classificados como má qualidade do sono entre 5 e 21 pontos e boa qualidade do sono de 0 a 4 pontos. A associação significativa da etnia em relação à má qualidade do sono é corroborada pelo estudo sulista de Carone *et al.* (2020), no qual, apesar de ter sido realizado no Rio Grande do Sul, estado de maioria populacional branca, a pior qualidade

do sono foi associada aos alunos de etnia parda e preta, em primeiro e segundo lugar, enquanto que os brancos tiveram a melhor qualidade do sono dentre as três etnias.

A situação atual de moradia com outras pessoas, podendo ser os pais, irmãos ou outros familiares e amigos mostrou relação com uma pior qualidade do sono, em relação aos alunos que relataram morar sozinhos, corroborando os achados do estudo de Carone *et al.* (2020).

Os alunos que alegaram ter um grau de satisfação com o curso como ruim ou péssimo apresentaram má qualidade do sono estatisticamente. Corroborando os achados do atual estudo, o trabalho de Perotta *et al.* (2021) revela que os acadêmicos que apresentaram má qualidade do sono possuíam uma pior percepção do ambiente universitário e do curso matriculado.

A realização de tratamento psicológico e/ou psiquiátrico apresentou associação significativa com a má qualidade do sono. Isso pode ser explicado pois, a má qualidade do sono está diretamente relacionada à alta prevalência de problemas de saúde mental, como ansiedade e depressão, fazendo com que os alunos busquem apoio psicológico ou psiquiátrico (Becker, *et al.*, 2018).

Além disso, o consumo excessivo de cafeína (11 xícaras ou mais – 50 ml/xícara), alto consumo de bebidas energéticas (6 ou mais latas mensalmente) e consumo diário de refrigerantes, chocolates e chás também foi significativo entre o mesmo grupo de estudantes acometidos pela má qualidade do sono.

Em relação às fontes de cafeína, 66,96% dos estudantes relataram obtê-la a partir do café, que mostrou-se como a como a bebida mais consumida pela população universitária, sendo seguida pelo consumo de diário de chás, refrigerantes e chocolates, que são fontes indiretas de cafeína, por 53,45% dos estudantes. Ainda, 27,30% dos estudantes alegaram consumir bebidas energéticas, que são importante fonte de

cafeína e taurina.

Dessa maneira, sob a justificativa de auxiliar no desempenho, concentração e maior fornecimento de energia para realizar as tarefas diárias, além de compensar noites de sono mal dormidas, o uso de substâncias psicoativas, como a cafeína, principalmente, e a taurina, é altamente difundido entre a população universitária (Morgan, *et al.*, 2017).

Em relação à diferença de consumo de cafeína entre os diferentes cursos de graduação, não foi encontrada diferença significativa, como encontrado no estudo de Santana *et al.* (2020).

Ademais, o consumo de álcool foi prevalente em 54,88% da população universitária analisada, e mostrou associação significativa também com os estudantes mais predispostos a apresentar má qualidade do sono. Dessa maneira, pode-se interpretar que o consumo de álcool pelos alunos é um reflexo da entrada na vida adulta, pois os níveis de ansiedade aumentam proporcionalmente às responsabilidades e deveres (Maciel, *et al.*, 2019).

Ainda, somado a isso, 78,73% dos alunos do presente estudo relataram não realizarem tratamento psicológico. Isso faz com que o estresse diário e a autocobrança maléfica, culminem em emoções não metabolizadas adequadamente, tornando esses alunos mais propícios ao consumo abusivo de álcool (Htet, *et al.*, 2020).

Entretanto, não foi constatada associação significativa do consumo de álcool diretamente com a qualidade do sono, semelhante aos achados de Maciel *et al.* (2019). Também, não foi identificada associação significativa entre o coeficiente de rendimento acadêmico e a qualidade do sono.

Todavia, dentre as limitações deste estudo, foram explorados somente os fatores associados à má qualidade do sono, porém, tornam-se necessários estudos que destaquem e avaliem os fatores que predispõem à boa qualidade do sono.

A principal contribuição deste estudo reside na identificação dos fatores que influenciam diretamente a má qualidade do sono dos estudantes dos cursos de graduação da Universidade Federal do Tocantins, para que medidas possam ser tomadas na tentativa de melhorar a qualidade de vida dessas pessoas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa maneira, observa-se que os fatores sociodemográficos foram fortemente associados ao consumo de risco de álcool, consumo excessivo diário de cafeína, consumo mensal de bebidas energéticas, consumo diário de chocolates, refrigerantes e chás, além de serem associados à má qualidade do sono. Entretanto, não foi encontrada associação significativa direta entre o consumo de bebidas estimulantes e depressoras com a qualidade do sono. Logo, conclui-se que as condições sociodemográficas de vida influenciam mais fortemente a qualidade do sono do que o consumo de bebidas psicoestimulantes e o álcool.

REFERÊNCIAS

BECKER, S. P. et al. Sleep in a large, multi-university sample of college students: sleep problem prevalence, sex differences, and mental health correlates. *Sleep Health*, v. 4, n. 2, p. 174–181, abr. 2018.

CARONE, C. M. DE M. et al. Fatores associados a distúrbios do sono em estudantes universitários. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, mar. 2020.

GALVÃO, A. et al. Ansiedade, Stress e Depressão Relacionados com Perturbações do Sono Vigília e Consumo de Álcool em Alunos do Ensino Superior. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental*, n. 5, ago. 2017.

HTET, H. et al. Prevalence of alcohol consumption and its risk factors among university students: A cross-sectional study across six universities in Myanmar. *PLOS ONE*, v. 15, n. 2, p. e0229329, 21 fev. 2020.

LOPES, H. S.; MEIER, D. A. P.; RODRIGUES, R. Qualidade do sono entre estudantes de enfermagem e fatores associados. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 39, n. 2, p. 129–136, 2018.

MACIEL, F. V. et al. Fatores associados à qualidade do sono de estudantes universitários. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 28, n. 4, p. 1187–1198, abr. 2023.

MARTINEZ, G. et al. Impacto do etanol e consumo de café na qualidade de sono de acadêmicos de medicina. *Revista de Medicina*, v. 97, n. 3, p. 267–272, jul. 2018.

MORGAN, H. L. et al. Consumo de Estimulantes Cerebrais por Estudantes de Medicina de uma Universidade do Extremo Sul do Brasil: Prevalência, Motivação e Efeitos Percebidos. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 41, n. 1, p. 102–109, jan. 2017.

NASEER, W. et al. Assessment and comparison of sleep patterns among medical and nonmedical undergraduates of Karachi: A cross-sectional study - SPECIAL REPORT. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, v. 69, n. 6, p. 917–921, jun. 2019.

NESSLER, K. et al. Are students at Krakow universities turning to energy-boosting dietary supplements? *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, v. 27, n. 2, p. 295–300, jun. 2020.

PEROTTA, B. et al. Sleepiness, sleep deprivation, quality of life, mental symptoms and perception of academic environment in medical students. BMC Medical Education, v. 21, n. 1, 17 fev. 2021.

SANTANA, L. C. et al. Consumo de Estimulantes Cerebrais por Estudantes em Instituições de Ensino de Montes Claros/MG. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 44, 30 mar. 2020.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 17

INVESTIGAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO DOS MUNICÍPIOS DO TOCANTINS

Lucas Fiorini Cruz¹
Poliana Guerino Marson²

RESUMO

A água ser adequada para uso humano é de suma importância para a homeostase da sociedade e do desenvolvimento global. Assim, este trabalho usa ferramentas estocásticas para avaliar três variáveis referentes à potabilidade da água nos municípios do Tocantins entre 2020 e 2023, anualmente e em todo o intervalo de tempo: presença de Coliformes Totais, presença de *Escherichia coli* (*E. coli*) e Turbidez. Foram consideradas áreas rural e urbana; e os tipos de abastecimento: Sistema de Abastecimento de Água (SAA), Solução Alternativa Coletiva (SAC) e a Solução Alternativa Individual (SAI). Os dados foram coletados do sistema GAL, alimentado pelos laboratórios LACEN e LSPA. Para Coliformes Totais, 2021 foi o ano com melhores resultados, 2023 com melhor desempenho apenas no SAC rural. Em relação à Turbidez, no SAA uma amostra aleatória tem no mínimo 84% de chance de vir de uma cidade com ensaios dentro do limite aceitável; em SAA rural há uma piora ao longo dos anos, já na urbana 2021 foi o melhor – 2023 apresentou ganho em relação a 2022; no SAI, 2023 teve melhor desempenho rural e urbano. Adicionalmente, a análise de *E. coli* não retornou resultados significativos para SAA; no SAC rural, 2022 teve o melhor resultado com uma piora de 1,9% no ano seguinte – no urbano apenas o resultado de 2023 foi significativo; no SAI, 2021 foi o melhor em ambas as áreas. Nas análises de todo o intervalo de tempo os resultados se deram como o esperado, em ordem de desempenho: SAA, SAC e SAI.

Palavras-chave: Qualidade da água, potabilidade, análise laboratorial, saúde pública.

¹ Graduando em medicina, PIBIC/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, fiorini.cruz@mail.uft.edu.br.

² Doutora em Biotecnologia, Professora do curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, polianamarson@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

A água está entre os recursos mais fundamentais para a manutenção da vida humana, agricultura e indústria – ou seja, essencial para o progresso social e econômico como um todo (LUVHIMBI; TSHITANGANO; MABUNDA, 2022). Entretanto, a contaminação da água tem sido uma questão mundial de importante discussão, impacto e pesquisa, uma vez que ela pode veicular diversas substâncias e microrganismos nocivos para o bem estar social. Parâmetros inadequados da qualidade da água são expressivos em todo o globo, mesmo em países desenvolvidos e especialmente naqueles em que detritos em geral são abundantemente despejados em rios. Além disso, desde os anos 90 a qualidade da água vem piorando vertiginosamente nos rios dos países de toda a América Latina (COSTA; AZEVEDO; SANTOS, 2020). Assim, a avaliação da qualidade da água quanto às suas diversas propriedades físicas, químicas e biológicas é de suma importância para a sustentabilidade do planeta como um todo (MELO, 2020).

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) é responsável pelo monitoramento dos parâmetros da água distribuída à população com o Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano – VIGIAGUA. O programa VIGIAGUA, por sua vez, se dá por um conjunto de ações adotadas para garantir o acesso da população à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com os padrões de potabilidade (MOTA; NEUMANN, 2020). Nesse sentido, o Ministério da Saúde publicou no dia 4 de maio de 2021 a Portaria GM/MS Nº 888, que define em seu capítulo V o padrão de *potabilidade* por meio das análises de parâmetros microbiológicos (como coliformes totais e *Escherichia coli*) e físico-químicos (por exemplo, a turbidez) (BRASIL, 2021).

Adicionalmente, a legislação vigente (GM/MS Nº 888) define três formas de abastecimento que são tratadas de maneiras distintas, uma vez que o espaço geodemográfico é imensamente plural. Existe o Sistema de Abastecimento de Água para consumo humano (SAA), que conta com todo

o sistema de tratamento de água, destinada à produção e fornecimento coletivo de água potável; a Solução Alternativa Coletiva (SAC), modalidade destinada ao fornecimento de água potável, porém sem rede de distribuição; e a Solução Alternativa Individual (SAI), sendo essa uma modalidade de abastecimento para o consumo humano que atenda domicílios individuais.

Em 2002 o VIGIAGUA foi implantado no estado do Tocantins, sendo atualmente coordenado pela Gerência de Vigilância Ambiental e Saúde do Trabalhador, Secretaria de Saúde do Estado do Tocantins. Implementado em todos os municípios, o programa atua no controle da qualidade da água em todas e quaisquer formas de abastecimento de água coletivas ou individuais na área urbana e rural, de gestão pública ou privada (TOCANTINS, 2021). Nesse ínterim, a coleta de amostra de água pelos municípios segue a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância e da Qualidade da Água para o Consumo Humano de 2016, que determina o número mínimo mensal de análises em função das faixas populacionais.

A fim de suprir toda essa demanda, o estado do Tocantins possui dois laboratórios que realizam as análises das águas de consumo humano dos municípios, sendo esses: o Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins – LACEN, localizado em Palmas; e o Laboratório de Saúde Pública de Araguaína – LSPA, unidade organizacional descentralizada do LACEN no município de Araguaína. Nesse sentido, um grande volume de dados é levantado, sendo este gerenciado pelo sistema de informação Gerenciador de Análise Laboratorial – GAL. O sistema GAL faz a integração de informações com o Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) – instrumento do VIGIAGUA utilizado por profissionais do setor de vigilância e responsáveis pelo serviço de abastecimento de água para o gerenciamento de risco à saúde, planejamento e tomada de decisões.

A análise da água, como visto até agora, é multivariável - uma vez que inclui tanto aspectos físico-químicos, quanto microbiológicos – até mesmo

quanto à forma de abastecimento. A Portaria GM/MS Nº 888 define como água potável aquela inofensiva à saúde e que atenda aos requisitos estabelecidos, onde três dos parâmetros de importância, dentre muitos outros, são a presença de coliformes totais e *E. coli*, e o valor de turbidez.

Os coliformes totais são bactérias gram negativas, não esporuladas, aeróbias ou anaeróbias facultativas, capazes de fermentar lactose e produzir gás (APHA, 1999). A *E. coli*, por outro lado, é uma enterobactéria tradicionalmente utilizada para monitorar a qualidade da água. Ela está presente em grande número no intestino humano e normalmente não causa danos, entretanto, variações de cepas podem causar infecções potencialmente graves, tanto no trato intestinal provocando diarreias agudas, como no trato urinário e até bacteremia (WHO, 2016).

A turbidez, por sua vez, pode ser definida como a quantidade de material em suspensão na água, onde os patógenos existentes podem se fixar - dificultando a ação do cloro sobre os mesmos e os protegendo (SCHWARTZ, 2000). O experimento que mede a turbidez em uma amostra é a nefelometria, sendo o limite aceitável definido em norma Brasileira o máximo de 5 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT).

Por fim, este trabalho pretende utilizar os dados disponíveis no sistema GAL da análise de água dos municípios do estado do Tocantins no Brasil, no período entre 2020 e 2023, para traçar um perfil de qualidade da água em relação às variáveis: presença de coliformes totais, presença de *E. coli* e valor de turbidez. Essas análises serão feitas para os três sistemas de abastecimento (SAC, SAA e SAI), diferenciando áreas urbanas e rurais.

MÉTODO E MATERIAIS

Este trabalho se trata de um estudo retrospectivo e quantitativo de séries temporais organizadas a partir de amostras coletadas e analisadas pelos laboratórios LACEN e LSPA – os quais, juntos, atendem todos os municípios do Tocantins.

As amostras coletadas e analisadas pelos laboratórios foram acessadas pela plataforma GAL, que disponibiliza os experimentos e seus resultados - dando a possibilidade de estudo de diversas variáveis de interesse. A plataforma retorna após a seleção de experimentos e variáveis um banco de dados em formato de tabela .csv, sendo cada linha um experimento e as colunas as variáveis escolhidas, tais como: Município da Coleta, Data da Coleta, Forma de Abastecimento, Área de Abastecimento, Experimento (busca por Coliformes Totais, *E. coli* e definição de Turbidez, no caso deste trabalho).

Ao todo 140 municípios enviaram amostras para análise entre os anos de 2020 e 2023, totalizando 127.456 experimentos nesses quatro anos - vale ressaltar que os experimentos são distribuídos ao longo dos meses e cidades de forma desigual, deixando cidades com muitas amostras e cidades com poucas, dificultando análises. Dessa forma, o banco de dados final possui 127.456 linhas (entradas) e o número de colunas representando as variáveis.

Após a construção do banco de dados as séries temporais foram separadas por cidade, por área de abastecimento (urbana ou rural) e por forma de abastecimento (SAA, SAC ou SAI) e analisadas tanto anualmente, como em todo intervalo de tempo - com a finalidade de definir a evolução da qualidade de água e a eficiência do tratamento de água num geral em relação às variáveis estudadas ao longo dos anos.

Nesse sentido, para ambas janelas temporais foram feitos intervalos de confiança para o percentual de amostras contaminadas por Coliformes Totais e para *E. coli*, e para os valores de Turbidez das amostras de cada cidade - no intuito de superar o fato do número de amostras ser desigual ao longo do tempo e das cidades. Os intervalos de confiança foram construídos de modo que se o município naquele ano, ou no intervalo de anos, possui registro de mais de 39 amostras, a distribuição Normal foi utilizada; e caso o contrário, fez-se uso da t-student.

Dessa forma, foram geradas noventa tabelas em que a primeira

coluna representa as cidades, a segunda e terceira colunas definem os valores inferiores e superiores dos intervalos de confiança, respectivamente:

- Para a análise de evolução anual da qualidade da água setenta e duas tabelas foram produzidas, sendo seis tabelas geradas para cada uma das três variáveis nas condições: SAA Urbano e SAA Rural; SAC Urbano e SAC Rural; SAI Urbano e SAI Rural, por ano. Portanto, 3 variáveis por 4 anos (2020 a 2023), em 3 formas de abastecimento para 2 áreas de abastecimento = 72 tabelas;
- Para a análise de todo o intervalo de tempo, outras dezoito tabelas foram geradas, dessa vez apenas com 3 variáveis por todo intervalo de tempo, em 3 formas de abastecimento para 2 áreas de abastecimento = 18 tabelas.

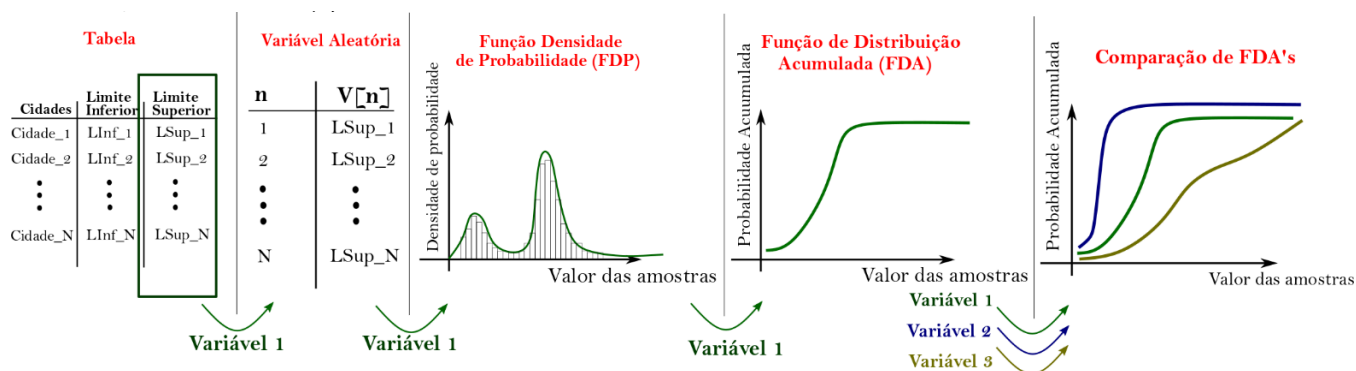
Após as tabelas serem geradas, a coluna de cada tabela que representa o limite superior de cada um dos noventa cenários foi isolada e transformada em uma Variável Aleatória Discretas que representa estatisticamente o respectivo cenário. Assim, temos ao todo em setenta e duas variáveis aleatórias para a análise ao longo dos anos e outras dezoito para a análise de todo intervalo de tempo. O limite superior foi utilizado para penalizar municípios que enviaram poucas amostras, uma vez que o número de amostras é inversamente proporcional ao tamanho do intervalo de confiança.

Tendo as Variáveis Aleatórias definidas e no intuito de compará-las de forma significativa, diferentes modelagens de Função de Densidade de Probabilidade (FDP) contínuas foram testadas para cada uma das Variáveis Aleatória, utilizando-se do teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) como critério de adaptação dessas FDPs às amostras. As FDPs testadas nas modelagens foram: Kernel (JONES, 1990), *Generalized Extreme Value* (SINGH, 1998), *Stable* (BORAK, HÄRDLE, WERON, 2005), Exponencial (SINGH, 1998) e *tLocationScale* (TIKU, SURESH, 1992) – avaliadas nessa ordem. O critério de escolha dessas

funções foi a adaptabilidade e formato da FDP para casos isolados das variáveis.

Finalmente, ao se fazer a Função de Distribuição Acumulada (FDA) de cada uma dessas FDPs se torna possível comparar as curvas representativas de cada Variável Aleatória e discutir suas diferenças de maneira objetiva e significativa. Além disso, a FDA permite a análise individual de cada cenário, representando individualmente a probabilidade de uma amostra aleatória pertencer a uma gama de cidades que há um percentual acumulado de contaminação no caso de Coliformes Totais ou *E. coli*, e valores para Turbidez.

Figura 1 – Fluxograma ilustrativo do método descrito, indo de uma Tabela com os N valores (sendo N o número de cidades) inferiores e superiores de um Intervalo de



Fonte: Próprio autor.

Assim, 127.456 amostras desigualmente distribuídas podem ser analisadas e comparadas por 90 curvas organizadas em vinte e um gráficos de forma significativa:

- Para análise de evolução anual, seis gráficos foram feitos (com a combinação de áreas de abastecimento e formas de abastecimento) para cada variável, sendo que cada um traz quatro curvas – uma para cada ano, 2020 a 2023;
- Para análise de todo intervalo de tempo, três gráficos foram feitos, cada um contendo seis curvas (uma para cada combinação de

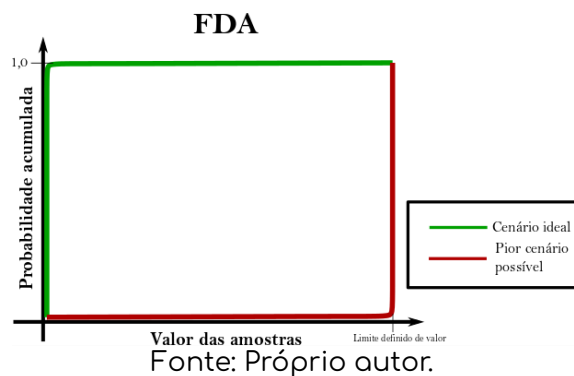
áreas de abastecimento e formas de abastecimento).

Por fim, a FDA permite também comparar cada curva com um

cenário ideal: $Probabilidade\ acumulada\ ideal(x) = \begin{cases} \text{tende a } 1, \text{ se } x \text{ tende a zero} \\ 1, \text{ se } x > 0 \end{cases}$,

pois sua interpretação, no caso de Coliformes Totais ou *E. coli*, seria que a chance de uma amostra aleatória pertencer a uma cidade em que aproximadamente 0% das amostras são contaminadas tende a 1; já a probabilidade de a amostra vir de uma cidade com mais de 0% de amostras contaminadas assumiria um valor que tende a zero. O pior caso seria o extremo oposto.

Figura 2- Melhor e pior cenário para a FDA no contexto do trabalho.



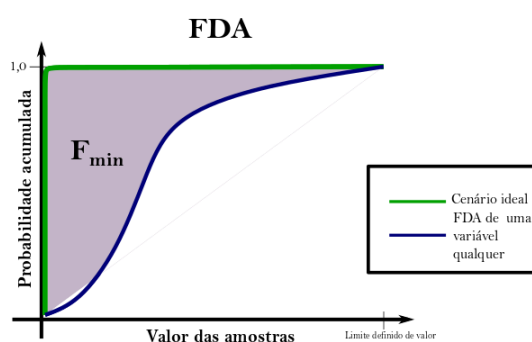
Sabendo que a área do cenário ideal tende à área de um retângulo, a função a ser minimizada para a FDA de uma Variável Aleatória se aproximar do cenário ideal é a subtração entre a área do retângulo e a área sob a curva FDA, dada pela função erro: $F_{min} = \text{área do retângulo} - \text{área da FDA}$.

Por tanto, para as variáveis Coliformes Totais e *E. coli*, que sua pior situação é 100%: $F_{min} =$

$100 - \int_0^{100} FDA$; e para a variável turbidez, que o limite aceitável é 5 UNT, optou-se por um valor

arbitrário de 15 UNT unicamente a fim de comparação: $F_{min} = 15 - \int_0^{15} FDA$.

Figura 3 - Representação gráfica do erro F_{min} .



Fonte: Próprio autor.

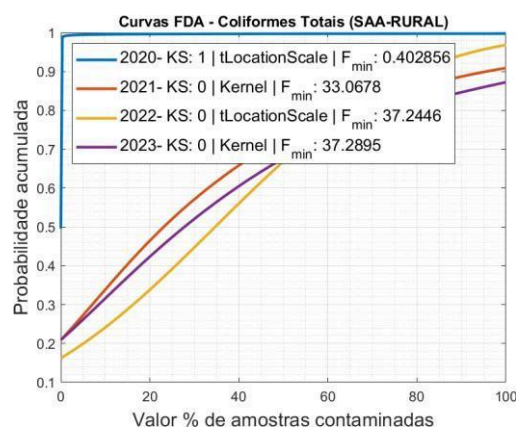
Dessa forma, tem-se um valor único, significativo e comparável entre as diferentes curvas.

Todos os dados foram analisados pelos softwares: Microsoft Excel e OCTAVE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

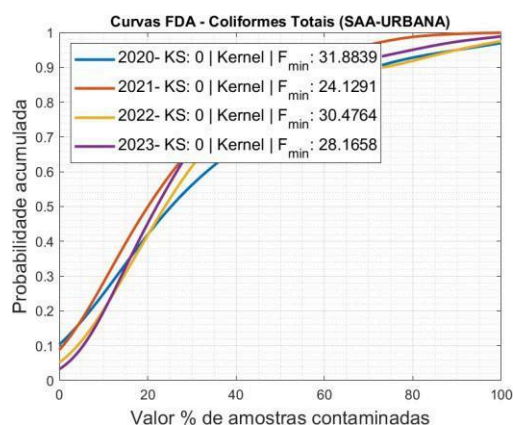
A partir do proposto, os resultados e discussões seguem separados por análises da evolução das variáveis ao longo dos anos e, posteriormente, em todo intervalo de tempo analisado. As curvas em que o teste KS tem resultado 1 serão desconsideradas da análise, uma vez que nenhuma FDP se modelou significativamente aos dados – ou seja, sem significado estatístico relevante. O nome da FDP modelo na legenda de cada curva é a que foi escolhida para a variável (mesmo as com KS: 1, em que várias FDPs foram testadas).

Figura 4 – Curvas FDA da variável Coliformes Total na área Rural e abastecimento SAA.



Fonte: Próprio autor.

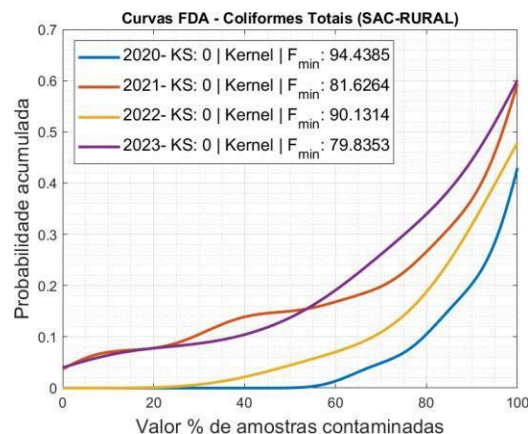
Figura 5– Curvas FDA da variável Coliformes Total na área Urbana e abastecimento SAA.



Fonte: Próprio autor.

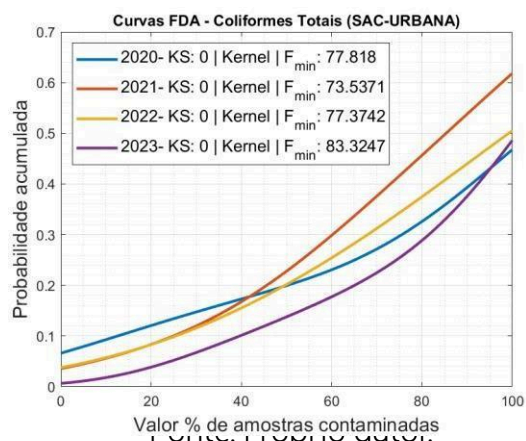
Na Figura 4, a curva do ano de 2023 é a mais distante do cenário ideal, uma vez que a de 2020 não apresenta significância estatística – 2023 apresenta um erro 0,12% maior que 2022 e 2,76% maior que a curva de 2021. Isso representa que na rede de abastecimento SAA na área rural a qualidade do tratamento da água vem apresentando decréscimo, mesmo que de menos de 1% quando comparado ao anterior. Na Figura 5 a curva de menor erro é a de 2021, tendo em relação às outras uma variação de até 32,13% - 2023 apresenta uma melhora de 7,58% em relação ao ano anterior, mas ainda é menos eficiente que a curva de 2020. Dessa maneira, pode-se afirmar que no tratamento SAA o ano de 2023, que é o último ano analisado, não apresentou o melhor desempenho em relação aos Coliformes Totais nos cenários estudados.

Figura 6 - Curvas FDA da variável Coliformes Total na área Rural e abastecimento SAC.



Fonte: Próprio autor.

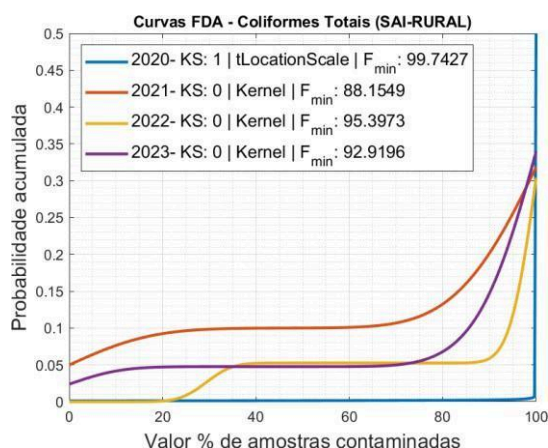
Figura 7 - Curvas FDA da variável Coliformes Total na área Urbana e abastecimento SAC



Fonte: Próprio autor.

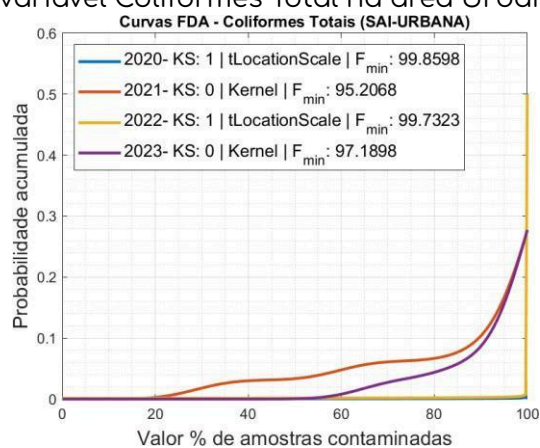
A Figura 6 apresenta o último ano analisado como o com menor erro, chegando a ser até 15,44% menor que os outros anos. Já na Figura 7, 2023 é o pior cenário, tendo apresentado um declínio de 7,7% em relação a 2022. Em suma, os resultados mostram que no SAC em área rural 2023 foi mais eficiente, já na área urbana foi o que apresentou pior resultado.

Figura 8 - Curvas FDA da variável Coliformes Total na área Rural e abastecimento SAI.



Fonte: Próprio autor.

Figura 9 - Curvas FDA da variável Coliformes Total na área Urbana e abastecimento SAI.

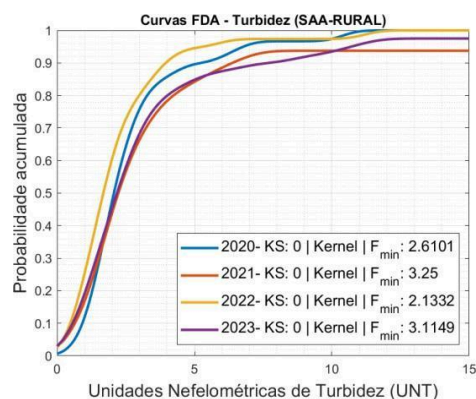


Fonte: Próprio autor.

Em ambas Figuras 8 e 9 as curvas se encontram distantes do cenário ideal, tendo erros significativos de até 97,1898. Tanto no cenário de Coliformes Totais SAI em área rural quanto em área urbana, 2021 teve um desempenho melhor quando comparado aos outros anos.

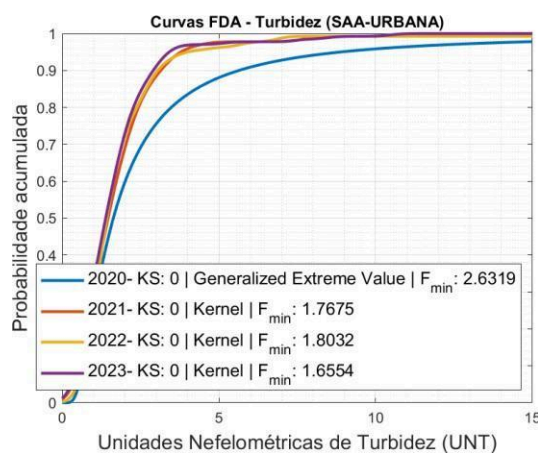
Para a variável Coliformes Totais, 2021 foi o ano que teve o melhor resultado significativo em cinco cenários dos seis estudados.

Figura 10 - Curvas FDA da variável Turbidez em área Rural e abastecimento SAA.



Fonte: Próprio autor.

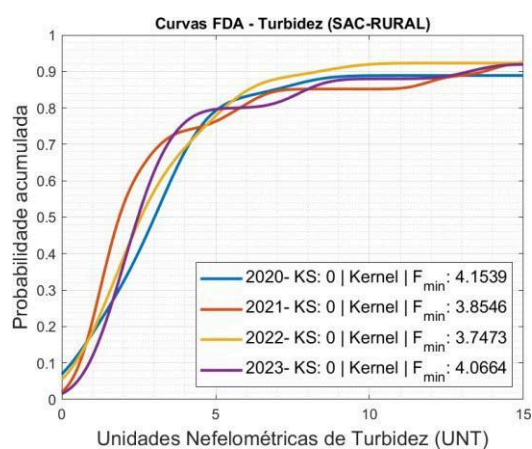
Figura 11 - Curvas FDA da variável Turbidez em área Urbana e abastecimento SAA



Fonte: Próprio autor.

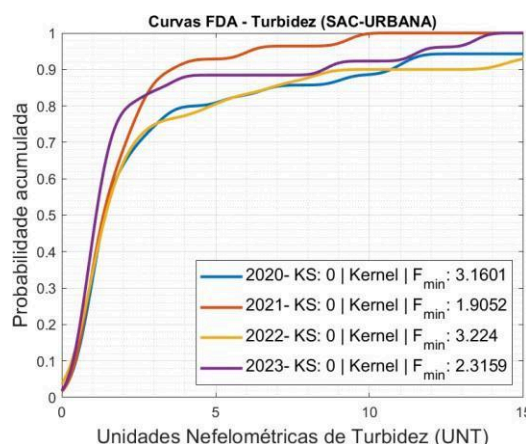
As curvas FDA da Figura 10 mostram que uma amostra aleatoriamente coletada nesse cenário tem aproximadamente 84% de probabilidade de ser de uma cidade com um valor de turbidez de no máximo 5UNT, tendo o ano de 2022 com o menor erro em relação ao cenário ideal e com aproximadamente a probabilidade aumentada para 94% de chance de estar dentro do valor estipulado por lei. Já no cenário de Turbidez, SAA em área urbana: com exceção do ano de 2020 (que obteve o pior resultado), a probabilidade de uma amostra aleatória nesse cenário vir de uma cidade com ensaios dentro do limite aceitável é de cerca de 96%, sendo 2023 o ano destaque com o melhor desempenho geral.

Figura 12 - Curvas FDA da variável Turbidez em área Rural e abastecimento SAC.



Fonte: Próprio autor.

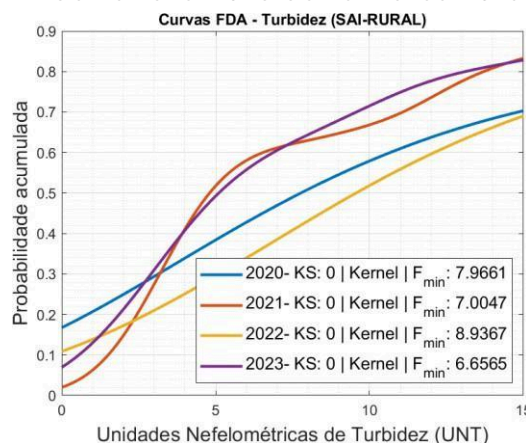
Figura 13 - Curvas FDA da variável Turbidez em área Urbana e abastecimento SAC.



Fonte: Próprio autor.

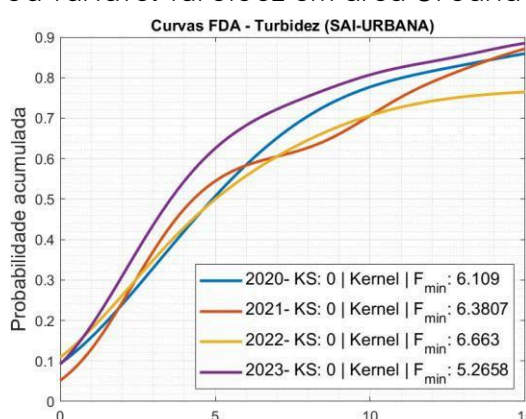
Em relação ao SAA, o sistema de abastecimento SAC teve um desempenho menos satisfatório, como esperado. Na Figura 12, o ano com melhor desempenho foi 2022, sofrendo uma piora de 8,5% no próximo ano. Já na Figura 13 o melhor resultado foi o ano de 2021, porém 2023 teve uma melhoria de 28,16% em relação ao ano anterior. Apesar disso, em todo o sistema SAC, ao menos 75% das amostras estavam com valores dentro do limite estipulado em lei.

Figura 14 - Curvas FDA da variável Turbidez em área Rural e abastecimento SAI.



Fonte: Próprio autor.

Figura 15 - Curvas FDA da variável Turbidez em área Urbana e abastecimento SAI.



Fonte: Próprio autor.

O abastecimento SAI para a variável turbidez é o que apresenta pior desempenho entre os três tipos de abastecimento. O ano de 2023 performou melhor tanto em área rural quanto em área urbana, tendo uma melhora em relação ao ano anterior de 25,51% na Figura 14 e de 20,96% na Figura 15.

Para a variável turbidez, o ano de 2023 apresentou o melhor desempenho em metade dos cenários estudados neste trabalho; em contrapartida, 2022 teve o pior desempenho em metade dos cenários estudados.

Por sua vez, a variável *E. coli* não apresentou nenhum resultado significativo na forma de abastecimento SAA em áreas rural e urbana, não podendo ter análise estatística relevante.

Figura 16 - Curvas FDA da variável *E. coli* em área Rural e abastecimento SAC.

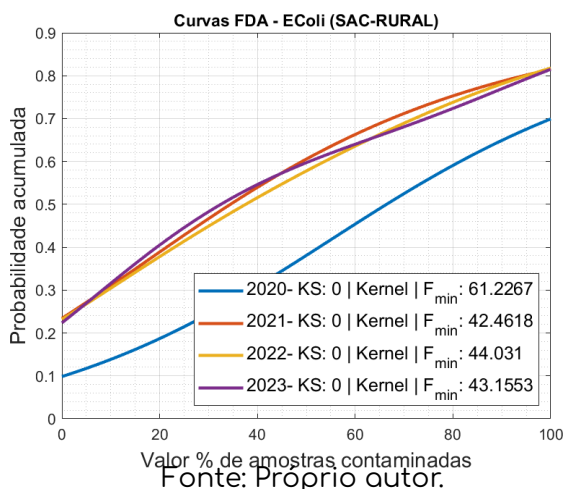
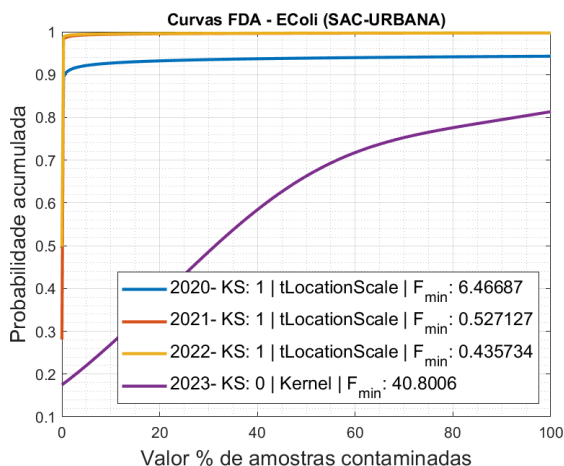


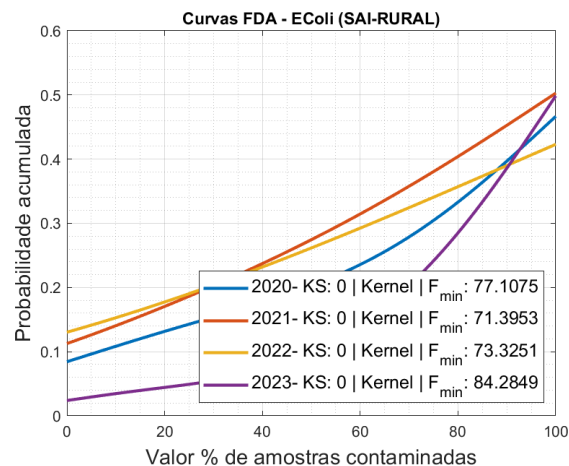
Figura 17 - Curvas FDA da variável *E. coli* em área Urbana e abastecimento SAA.



Fonte: Próprio autor.

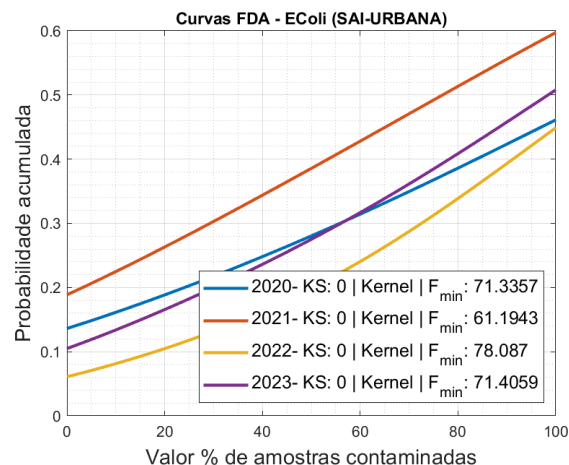
A Figura 16 tem o ano de 2022 como o de melhor desempenho, tendo uma queda de 1,9% no ano de 2023. Já na área urbana na Figura 17, apenas o ano de 2023 teve significado estatístico, porém, quando comparado à área rural, performou pior em 5,4%.

Figura 18 - Curvas FDA da variável *E. coli* em área Rural e abastecimento SAI.



Fonte: Próprio autor.

Figura 19 - Curvas FDA da variável *E. coli* em área Urbana e abastecimento SAI.

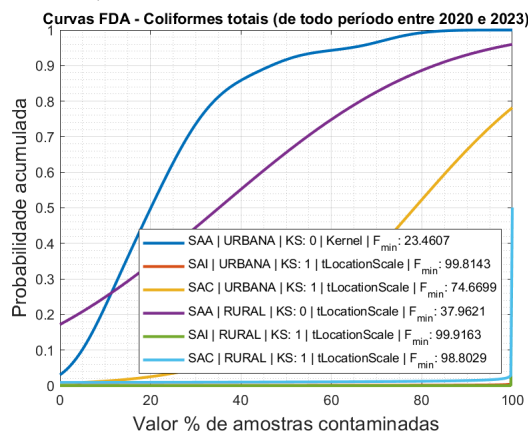


Fonte: Próprio autor.

Na Figura 18, temos que no melhor caso uma amostra aleatória possui 50% de chance de advir de uma cidade em que 100% dos ensaios estavam contaminados com *E. coli*. Na Figura 19 esse valor reduz para 40% na curva do ano de 2021, mas podendo chegar a 55% na curva de 2022.

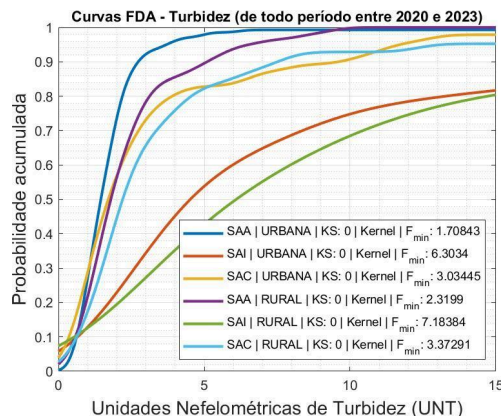
As análises de *E. coli* acontecem a partir de uma positiva para a presença de Coliformes Totais em uma amostra, porém, as que não acontecem (quando não há coliformes) também são registradas. Isso pode ter alterado o número total de ensaios e influenciado nos resultados das curvas.

Figura 20 – Curvas FDA da variável Coliformes Totais em diferentes áreas e formas de abastecimento, e em todo o intervalo entre 2020 e 2023.



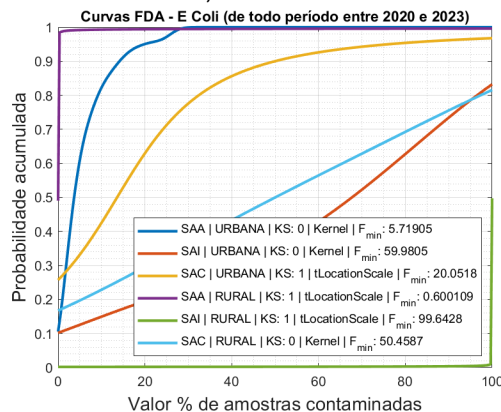
Fonte: Próprio autor.

Figura 21 – Curvas FDA da variável Turbidez em diferentes áreas e formas de abastecimento, e em todo o intervalo entre 2020 e 2023.



Fonte: Próprio autor.

Figura 22 – Curvas FDA da variável *E. coli* em diferentes áreas e formas de abastecimento, e em todo o intervalo entre 2020 e 2023.



Fonte: Próprio autor.

Na Figura 20, apenas as formas de abastecimento SAA são significativas, tendo a Urbana um melhor desempenho. Já na Figura 21, tendo todas as curvas resultados significativos, pode-se observar o já esperado: as curvas SAA sendo com melhores resultados, seguidas pelas curvas de SAC e, por último, as de SAI – confirmando a natureza e eficiência de cada um dos tipos de abastecimento. Por fim, a Figura 22 novamente confirma o esperado tendo apenas um representante de cada abastecimento com significância estatística, mas seguindo o padrão de melhor eficiência esperada dos modelos: SAA como mais eficiente, seguido de SAC e SAI.

A variação de desempenho entre diferentes anos e tipos de abastecimento aponta para uma complexa dinâmica na gestão da qualidade da água em Tocantins. Os dados indicam uma tendência de declínio na qualidade da água em alguns cenários, especialmente nos sistemas de abastecimento SAC e SAI. Além disso, a metodologia utilizada permitiu penalizar municípios com menos amostras coletadas, assegurando que os resultados fossem representativos e estatisticamente significativos.

As discrepâncias encontradas entre os diferentes cenários sugerem a necessidade de revisões contínuas nas estratégias de monitoramento e tratamento da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo fornece evidências importantes para a melhoria contínua da qualidade da água no Tocantins. O ano de 2021 destacou-se como o mais eficaz no controle de coliformes totais, enquanto 2023 apresentou melhorias em diversos cenários, especialmente em relação à turbidez. No entanto, áreas atendidas por sistemas de abastecimento alternativo (SAC e SAI) requerem maior atenção e intervenção, especialmente em regiões rurais. A pesquisa ressalta a necessidade de aprimoramento constante nas práticas de monitoramento e tratamento da água, para garantir a segurança e saúde da população.

REFERÊNCIAS

- APHA -American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20ª edição. New York, 1999.
- BORAK, S., HÄRDLE, W., WERON, R. *Stable Distributions*. Statistical Tools for Finance and Insurance. Springer, Berlin, Heidelberg (2005)
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 mai. 2021, seção 1, ed.58, p. 127.
- COSTA, D. A., AZEVEDO, J. P.S., SANTOS, M.A. *et al. Water quality assessment based on multivariate statistics and water quality index of a strategic river in the Brazilian Atlantic Forest*. *Sci Rep* 10, 22038 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78563-0>
- JONES, M. C. *The performance of kernel density functions in kernel distribution function estimation*. *Statistics & Probability Letters*. Volume 09, n. 2, p 129-132 (1990)
- LUVHIMBI, N., TSHITANGANO, T.G., MABUNDA, J.T. *et al. Water quality assessment and evaluation of human health risk of drinking water from source to point of use at Thulamela municipality, Limpopo Province*. *Sci Rep* 12, 6059 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10092-4>
- MELO, D. C. D. *et al. The big picture of field hydrology studies in Brazil*. *Hydrol. Sci. J.* 65, 1262– 1280 (2020).
- MOTA, M. B., NEUMANN, E. Avaliação de perigos e categorização de risco microbiológico em um sistema de tratamento e distribuição de água localizado em um município do interior de Minas Gerais, Brasil. *Rev. Ambient.* 0 vol.15, n.3, e2450. 2020.
- SINGH, V. P. *Exponential Distribution*. Entropy-Based Parameter Estimation in Hydrology. Water Science and Technology Library, vol 30. Springer, Dordrecht. (1998)
- SINGH, V. P. *Generalized Extreme Value Distribution*. Entropy-Based Parameter Estimation in Hydrology. Water Science and Technology Library, vol 30 (1998).

TIKU, M. L., SURESH, R. P., *A new method of estimation for location and scale parameters*. Journal of Statistical Planning and Inference, Volume 30, n. 2, p 281-292 (1992)

TOCANTINS. Secretaria Estadual da Saúde. Boletim Informativo: Vigilância em Saúde do Trabalhador e vigilância em Saúde Ambiental. Tocantins. 2021.

Schwartz J, Levin R & Goldstein R. *Drinking water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly of Philadelphia*. Journal of Epidemiology & Community Health 54(1):45-51

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *E. coli*. 2018. Disponível em <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>> Acesso em 6 de junho de 202.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 18

FORMAÇÃO PROFISSIONAL E EDUCAÇÃO PERMANENTE DE AGENTES COMUNITÁRIOS DE SAÚDE

Júlia Leão Ávila Pessoa¹
Gislaine Aneanes da Silva²
Tobias Saraiva dos Santos³
Mirian Cristina dos Santos Almeida⁴

RESUMO

Objetivos: identificar a percepção dos ACS sobre sua formação profissional para atuação na Estratégia Saúde da Família e desvelar a percepção dos ACS sobre como ocorre sua educação permanente na Estratégia Saúde da Família. Metodologia: Trata-se de uma pesquisa descritivo-exploratória, de abordagem qualitativa, com 24 ACS no município de Palmas - TO, por meio de uma entrevista a partir de três questões norteadoras. Para análise dos dados, foram aplicadas as três etapas previstas no processo de análise de conteúdo. Resultados: Emergiram três categorias: "A formação inicial para atuação profissional como ACS", "A percepção do ACS sobre a educação permanente e a sua relação com a prática profissional" e "Produção do conhecimento no processo de trabalho". Considerações finais: A percepção dos ACS acerca de sua formação inicial é, em geral, positiva, com ressalvas quanto à curta duração do curso. Destacam que ações específicas de EPS são mais frequentemente implementadas quando surgem novas demandas.

Palavras-chave: Educação Permanente em Saúde; Agente Comunitário de Saúde; Formação Educativa.

¹ Graduanda em enfermagem, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, julia.leao@mail.uft.edu.br

² Mestra em ensino ciências e saúde pelo PPG -ECS, Universidade Federal do Tocantins, gislaine.aneanes@mail.uft.edu.br

³ Mestrando em ensino em ciências e saúde pelo PPG-ECS, Universidade Federal do Tocantins, tobias.saraiva@mail.uft.edu.br

⁴ Doutora em ciências, docente do curso de enfermagem e do PPG-ECS, Universidade Federal do Tocantins, mirian.almeida@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Conforme a Política Nacional de Atenção Básica (PNAB), a Atenção Primária à Saúde (APS) é a principal porta de entrada da Rede de Atenção à Saúde (RAS), isto é, a APS é a base do sistema, sendo responsável principalmente pela prevenção, promoção, diagnóstico e tratamento. A Equipe de Saúde da Família (ESF) é composta no mínimo por um médico, enfermeiro, auxiliar e/ou técnico de enfermagem, agente comunitários de saúde (ACS), além de profissionais de saúde bucal e agente de combate às endemias que também podem compor a equipe. Em especial, o ACS é um trabalhador com importante papel na equipe, pois é responsável por integrar a equipe com a comunidade, além de outras funções específicas como: trabalhar com adscrição de indivíduos e famílias na área designada, cadastrar e atualizar as pessoas nos sistemas de informação, utilizar instrumentos de coleta de informações, registrar dados como doenças, óbitos e entre outros para planejamento, informar sobre agendamentos e entre outros (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Outrossim, uma importante atribuição destinada a todos os profissionais da APS é a articulação e participação nas atividades de educação permanente, isto é, a manutenção do processo educativo para o trabalho. Define-se que a Educação Permanente em Saúde (EPS) é a ligação intrínseca entre ensino e o cotidiano (PRALON et al., 2021). Sendo assim, as ações educativas ofertadas na APS devem estar vinculadas às necessidades de aprendizagem da equipe e ao perfil epidemiológico/ necessidades do território. Em uma área endêmica de hanseníase, por exemplo, é fundamental que os profissionais estejam habilitados para o atendimento, desde a busca ativa, diagnóstico precoce, tratamento/acompanhamento e orientação dessa população.

A Política Nacional de Educação Permanente em Saúde (PNEPS) introduziu a EPS para que a mudança ocorra não apenas na tecnicidade do trabalho, mas sim na forma com que acontecem as relações, os processos, no

agir em saúde e também nas pessoas (BRASIL, 2018).

No trabalho do ACS, a EPS assume um papel relevante pois, conforme a Lei nº13.595 (BRASIL, 2018), a função possui como requisitos a conclusão do ensino médio e do curso de formação inicial com carga horária mínima de apenas quarenta horas. Todavia, é importante ressaltar que esse curso, apesar de obrigatório, é apenas de caráter introdutório, sendo necessário ações de EPS a fim de construir o conhecimento para que o ACS realize de modo efetivo todas as suas atribuições.

Portanto, é essencial conhecer como se dá o processo de formação inicial e de EPS na visão dos ACS. Assim, este trabalho tem como objetivos: identificar a percepção dos ACS sobre sua formação profissional para atuação na Estratégia Saúde da Família e desvelar a percepção dos ACS sobre como ocorre sua educação permanente na Estratégia Saúde da Família.

MÉTODO E MATERIAIS

Tipo de estudo

A presente pesquisa configura-se como descritivo-exploratória, de abordagem qualitativa.

Para Minayo (2001, p.21):

A abordagem qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

População/ Amostra e Local da pesquisa

Os participantes da pesquisa foram compostos pelos Agentes Comunitários de Saúde da Rede Municipal de Atenção à Saúde, vinculados a Secretaria Municipal de Saúde (SEMUS) do Município de Palmas – TO. Segundo dados da SEMUS, o município possui cerca de 485 Agentes Comunitários de Saúde distribuídos na Atenção Básica. Palmas-TO possui oito territórios de saúde distribuídos em sua extensão: Canela, Apinajé,

Xambioá, Krahô, Karajá, Javaé, Xerente e Território Especial de Saúde Pankararú). Para este estudo almejou-se entrevistar pelo menos dois ACS de cada território, buscando representatividade de todas as regiões do município.

Critérios de Inclusão - Ser Agente Comunitário de Saúde, estar atuando presencialmente em estabelecimento da Rede de Atenção municipal à Saúde em Palmas-TO.

Critérios de Exclusão- Participantes que deixaram de responder às questões durante a entrevista ou que solicitaram sua exclusão do estudo após o fornecimento da entrevista.

Procedimento de Coleta de Dados

Após os trâmites éticos de autorização para coleta de dados os pesquisadores entraram em contato com os gestores de cada unidade de saúde, convidaram os ACS para participarem do estudo, esclarecendo sobre o objeto do estudo e aspectos presentes no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após anuência no TCLE, foram entrevistados por meio virtual ou presencial, com conteúdo gravado em mídia digital, sendo convidados a responder à três perguntas:

“Me conte como foi sua formação inicial (o curso de ACS) para atuação como ACS no local onde você trabalha?”

“Qual a sua percepção sobre como ocorre a educação permanente (capacitações/treinamentos) para sua atuação como ACS?”

Como você identifica a Educação Permanente em Saúde como espaço para a produção do conhecimento no seu processo de trabalho (dia a dia de trabalho).

As entrevistas foram realizadas em todos os territórios do município de Palmas - TO sendo eles: Canela, Apinajé, Xambioá, Krahô, Karajá, Javaé, Xerente e Pankará. Ao todo foram 24 entrevistas. Explica-se que para proteger a identidade dos participantes da pesquisa, foi atribuído aos mesmos o

nome do território que estava inserido, acrescido de um número ordinal.

Análise dos Dados

O conteúdo das entrevistas foi transcrito e checado por dois pesquisadores e as informações foram submetidas à análise de conteúdo, obedecendo à metodologia composta por: 1- pré-análise, com organização do material e composição do corpo do estudo; 2-exploração do material processo pelo qual os dados são transformados sistematicamente e agregados em unidades; e 3- tratamento dos resultados, com inferência e interpretação, buscando embasar as análises e dar sentido à interpretação (BARDIN, 2011), para posterior categorização e discussão.

Procedimentos Éticos

A coleta de dados ocorreu seguindo a legislação vigente sobre pesquisa com seres humanos. O estudo passou pela avaliação da Comissão de Avaliação de Projetos de Pesquisa da FESP (CAPP) (consentimento institucional) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Tocantins (CAAE 60210522.7.0000.5519 /Parecer nº 5.591.504). Os participantes assinaram o TCLE, em duas vias ou confirmaram anuência no formulário online que foi elaborado segundo os preceitos da Resolução 466/12.

Este estudo faz parte do Projeto Qualificação Profissional de Trabalhadores de uma Rede Municipal de Atenção à Saúde coordenado pela Prof. Dra Mirian Cristina dos Santos Almeida.

DADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas 24 entrevistas com ACS de todos os territórios de Palmas – TO, sendo a maioria do sexo masculino (54,17%).

A partir das respostas dos ACS surgiram três categorias temáticas:

- a) A formação inicial para atuação profissional como ACS
- b) A percepção do ACS sobre a educação permanente e a sua relação com a prática profissional

c) Produção do conhecimento no processo de trabalho

A formação inicial para atuação profissional como ACS

Apresenta-se nessa categoria uma percepção amplamente positiva sobre o curso de formação que participaram, destacando-se a sua importância e repercussão no desempenho profissional dos ACS. A avaliação da formação como "boa" e "gratificante" reflete um senso de satisfação generalizada com o curso. Expressões como "enriqueceu mais" e "muito proveitoso" indicam que os ACS observaram ampliação do conhecimento e na capacitação necessários para desempenharem suas funções.

Foi bom, enriqueceu mais.

(Canela3) Mas é bom, bem

gratificante. (Apinajé6)

Foi uma capacitação muito importante. (Xambioá7)

Foi muito bom, muito proveitoso, tivemos um reforço muito bom. (Xambioá9)

Foi bom, foi nele que tive noção do tanto de coisa que sou responsável, das minhas atribuições. (Javaé17) Só sei que foi bom, esclarecedor. Foi muito importante esse curso. (Xerente20)

Além disso, a fala de Javaé17 ressalta um ponto fundamental no processo de formação: o reconhecimento das responsabilidades e atribuições dos ACS. Isso sugere que, além do conteúdo técnico, o curso ofereceu uma visão mais clara do papel do ACS no contexto da saúde pública, o que é essencial para o desenvolvimento da sua autonomia e eficácia no trabalho.

Outro aspecto importante levantado por Xerente20 e Xambioá7 é a clareza e a relevância do conteúdo. Termos como "esclarecedor" e "importante" indicam que o curso conseguiu abordar questões práticas do dia a dia, fornecendo orientações concretas e úteis. Esse tipo de devolutiva é fundamental para avaliar se a formação inicial está realmente contribuindo para a qualificação do trabalho dos ACS nas comunidades.

No entanto, apesar dos elogios, foram pontuados alguns aspectos críticos como o curto período de duração. As falas abaixo refletem a

percepção de que o tempo dedicado à capacitação foi insuficiente para cobrir todas as áreas necessárias para o exercício adequado de sua função. Essas críticas indicam que, embora o conteúdo tenha sido considerado relevante, a carga horária limitada pode ter comprometido uma formação mais aprofundada. A responsabilidade atribuída aos ACS, que atuam como ponte entre o sistema de saúde e as comunidades, exige uma capacitação mais robusta e contínua.

Foi um curso de umas 80 horas. Acho pouco para a nossa formação, temos muitas responsabilidades. (Karajá13)

Esse curso era de poucas horas

(Karajá14) Foi de curta duração.

(Javaé19)

Foi um curso de poucos dias. (Xerente22)

Outrossim, os participantes destacaram temáticas abordadas durante a qualificação inicial, como as funções dos ACS, o uso do sistema e-SUS, e aspectos relacionados à promoção e prevenção em saúde. Esses tópicos, fundamentais para a prática diária dos ACS, parecem ter sido bem recebidos pelos participantes, que ressaltam a aplicabilidade desse conhecimento na sua atuação profissional.

Como deveriam ser realizadas as visitas, o que tinha que perguntar. Isso foi explicado a ficha que a gente tinha que preencher de cadastro, basicamente foi isso. (Canela1)

Capacitação sobre o e-SUS, como funciona o SUS. (Apinajé5)

Muito conhecimento para você atualizar em prevenção e promoção, que é o que a gente faz, e ter mais conhecimento do que é o nosso trabalho. (Xambioá7)

Eles davam um apanhado geral sobre o que o ACS fazia. O que o agente de saúde fazia, as leis que regiam, então isso meio que orientou a princípio. (Krahô11)

Abordou muita coisa boa para nós Agentes. Sobre nossas funções, sobre a importância dos ACS saber sobre as doenças da comunidade. Essas coisas... (Karajá13)

Com esse curso, tive conhecimento das atribuições dos ACS. (Pankarar24)

Todavia, é importante considerar que, apesar do conteúdo pertinente, as críticas sobre a curta duração do curso sugerem que a abordagem desses temas pode não ter sido suficientemente aprofundada, o que reforça a necessidade de uma educação continuada para complementar essa formação inicial e garantir que os ACS possam desempenhar suas funções com plena eficácia.

A teoria oferece a base científica necessária para uma prática eficaz, sem conhecimento teórico, a atuação dos ACS se torna limitado e potencialmente ineficaz ao passo que não possuem as ferramentas necessárias para interpretar, compreender e intervir de forma adequada nas situações de saúde que encontram na comunidade. É o equilíbrio entre teoria e prática que faz do ACS um agente eficaz.

Era uma formação. E a gente tirava muitas dúvidas, mas as dúvidas mesmo a gente tira na prática. (Canela2)

Quando eu fui fazer o primeiro curso, eu já atuava há bastante tempo na área e tinha muitas coisas que o curso ofertava, que eu já vinha fazendo a muito tempo. (Canela3)

Quando tava com uma semana, me jogaram, falaram toma conta, aí eu fui aprendendo sozinho, perguntando colega, e outro que era enfermeiro, médico, dentista, aí fui aprendendo. (Apinajé6)

O aprendizado mesmo foi adquirindo de acordo com o tempo, com o trabalho. (Krahô12) Passei no concurso e comecei a trabalhar direto. (Javaé16)

Eu não fiz nenhum curso no início, não, antes de entrar. Eu fiz depois que tava como ACS, aí eu fiz um curso. (Pankarar23)

Os relatos indicam que a legislação nem sempre é cumprida no que tange à realização da formação inicial dos ACS antes de sua inserção no campo prático. Verifica-se que diversos agentes ingressaram nas atividades de campo sem terem concluído a formação inicial prevista. A ausência dessa preparação mínima pode comprometer a atuação dos ACS junto à comunidade, especialmente no que se refere às orientações de promoção, prevenção, tratamento e reabilitação em saúde, fragilizando a eficácia de suas ações.

No entanto, apesar da institucionalização da EPS e dos progressos em direção à melhoria da qualidade da educação dos ACS, a formação desses profissionais enfrenta desafios significativos, pois de acordo com Barreto (2018) e Silva (2020), a formação continua imersa em uma lógica desestruturada e fragmentada, dificultando o desenvolvimento das competências essenciais para desempenhar adequadamente seu papel.

A percepção do ACS sobre a educação permanente e a sua relação com a prática profissional

A troca de informações e conhecimentos entre os ACS e a equipe de saúde, especialmente com o(a) enfermeiro(a), foi amplamente destacada pelos participantes, alinhando-se aos achados de Coelho (2018), que sublinha a importância da comunicação contínua para o bom desempenho das atividades de saúde comunitária. Os relatos mostram que os ACS frequentemente dependem dessa interação para esclarecer dúvidas e aprimorar suas práticas, o que reforça a necessidade de uma equipe integrada, capacitada e colaborativa.

A gente sempre tem dúvida, né? Querendo ou não, a equipe tem que estar sempre em contato, né? Trocando informações e conhecimento. (Canela1)

Só eu com colega no serviço a gente tira muita dúvida, a gente faz reuniões periódicas assim as vezes semanalmente, as vezes mensal, a gente

tira várias dúvidas. (Apinajé6)

É assim e um eu costumo falar que nosso trabalho, é um trabalho de formiguinha, eu não sei, eu pergunto o colega e o colega sabe um pouquinho mais ele me passa e quando o colega não sabe a gente pergunta o médico e ele já passa pra gente a experiência dele. Então é tipo, uma equipe trabalhando junta cada um fazendo sua parte e um colaborando com o outro. (Apinajé6)

Conversa com o enfermeiro... gente está sempre tendo aquele... a gente tem reunião quase que semanalmente, a gente tem reunião com o enfermeiro, com o médico; temos também a equipe do NASF também, que nos ajuda bastante. (Xambioá8)

Quando tenho dúvida vou na enfermeira ou até mesmo no médico e pergunto. (Karajá13)

A enfermeira aqui faz isso com a gente, esclarece muita coisa que as vezes não sabemos ou que tenho dúvida sobre o que é. Ela fala sobre tudo com os ACS, sobre as doenças que precisamos fazer busca ativa. (Xerente20)

A educação permanente, ela acontece sempre quando eu tenho alguma dúvida, eu vou lá perto da enfermeira e ela me explica. (Xerente21)

Aqui como ACS, não preciso ter vários diplomas de faculdade, mas preciso saber sempre sobre as doenças que são endêmicas da minha região, preciso saber sobre vacinas, sobre agendamentos da minha unidade de saúde. Essas coisas, não precisa de diploma de faculdade, mas sim da orientação e capacitação que a enfermeira da minha área tem comigo. (Xerente22)

Assim, às vezes eu preciso esclarecer alguma coisa eu vou na enfermeira e ela me fala me esclarece né. (Pankarar23)

Geralmente, num dia do mês. A equipe se reúne e esclarecemos as dúvidas. (Pankarar24)

Alguns relatos evidenciam a verticalização do conhecimento, na qual os

ACS percebem os profissionais, como enfermeiros e médicos, como "emissores do conhecimento", enquanto se veem como receptores passivos. Essa percepção contraria os princípios da EPS, que preconiza a participação ativa dos trabalhadores e a troca de saberes. É possível que os ACS ainda não reconheçam plenamente seu papel de educadores dentro do modelo de EPS, que valoriza o compartilhamento de conhecimentos. No entanto, o conhecimento parece ser transmitido conforme a necessidade ou interesse dos ACS e o contexto de prática.

Conforme Santos (2020), a EPS não deve ser direcionada exclusivamente aos enfermeiros, mas sim a toda a equipe multiprofissional, de modo que, coletivamente, possam desenvolver o raciocínio crítico e resolver dúvidas de forma colaborativa.

Os ACS comentam que as ações de EPS ocorrem em maior frequência quando surgem novas demandas, atualizações ou mudanças no sistema de saúde.

E geralmente quando tem alguma coisa nova pra passar pra gente, sempre eles vêm e fazem uma capacitação com a gente. (Canela2)

É muito importante, porque você fica cada dia se renovando porque o sistema do SUS para cada dia vê uma coisa diferente, né? Uma doença nova, como agora por exemplo a pandemia que veio então a gente teve uma capacitação. (Apinajé4)

É... muito importante que sempre ta atualizando né? As novidades que aparecem na nossa área, ai a gente vai sempre aprimorando ta? (Apinajé5)

Recentemente eu acredito que teve um curso sobre vacinas, então assim que vão surgindo as demandas o pessoal vai reforçando, sempre que surge uma coisa nova, igual agora, foi liberada a vacina da dengue, ou está num período que tem muita incidência de dengue, o pessoal dá uma reforçada. Igual teve na época do Covid, teve vários cursos e de orientações a respeito do Covid, como a gente deveria se comportar nas visitas, na unidade de saúde, qual os EPIs que a gente deveria usar, como tratar os pacientes, as

orientações sobre a doença em si, então sempre tem, sempre que vai surgindo uma nova demanda, o pessoal passa uma atualização pra gente. (Krahô11)

No entanto, a ênfase na EPS apenas em situações de novidade ou atualização pode indicar uma lacuna no processo contínuo de formação. Embora seja essencial oferecer capacitações em momentos críticos, a educação permanente deveria ser um processo constante e integrado à rotina de trabalho, e não apenas acionado diante de novas demandas. A periodicidade dessas capacitações poderia ser ampliada para incluir revisões e atualizações de temas já conhecidos, mas que continuam a ser relevantes, como o controle de doenças crônicas, saúde mental, e as condições de vida da comunidade. Especialmente em áreas que não estão em evidência no momento, mas que ainda representam grandes desafios para a saúde pública, como doenças negligenciadas (ex.: hanseníase) ou práticas de promoção de saúde que requerem abordagens constantes e reforços regulares.

Espera-se que a EPS contribua de forma efetiva para o aprendizado desses profissionais, proporcionando uma construção coletiva através de estratégias como o diálogo e a reflexão, para que haja resolutividade nas práticas competentes aos ACS. Os trabalhadores discutem as situações da comunidade, as ações e as intervenções pertinentes para melhorar a qualidade do serviço ofertada e também resolver determinados problemas, impactando diretamente na sua forma de trabalhar e sua organização, pois o profissional deve levar em consideração o usuário e a comunidade (ROSSETTI et al., 2019).

A questão da pouca oferta de capacitações no modelo formal foi citada por alguns agentes durante as entrevistas, embora os relatos tenham sido esporádicos.

Antigamente acontecia com bastante frequência, né? As áreas. A gente recebe capacitação sobre vacina, sobre saúde mental. Agora já tem um bom

tempo que a gente não tinha. (Canela¹)

Mas os cursos, que a secretária tinha que oferecer para gente, capacitações, faz muito tempo que não ta tendo, a gente vai aprendendo na prática, ai como diz a história, bolando até fazer né (Apinajé⁶)

Nos depoimentos foi evidenciado a diferença entre a oferta anterior e a situação atual, onde alguns relataram ausência de espaços de qualificação profissional. Essa diminuição na oferta de capacitações pode estar relacionada a fatores como falta de recursos, mudanças nas prioridades de gestão ou limitações estruturais, mas seu impacto é claro: a educação continuada e permanente dos ACS tem sido comprometida. A garantia de tempo protegido para qualificação profissional é fundamental para manter os profissionais atualizados e preparados para lidar com as demandas de saúde da comunidade.

Contraditoriamente foi comentado por um indivíduo que ações de qualificação profissional são realizadas periodicamente. Esse comentário sugere que, em determinadas unidades, essas ações têm ocorrido de maneira mais regular, especialmente em temas relacionados a sistemas de gestão de saúde e reuniões para identificação de melhorias nesses processos.

Essa contradição citada acima pode refletir variações regionais ou institucionais na oferta de treinamentos. Ao passo que alguns profissionais relatam uma carência de capacitações, outros podem estar inseridos em contextos em que há uma maior oferta de qualificação profissional. Além disso, a periodicidade e o foco dessas ações podem variar, o que gera diferentes percepções sobre sua efetividade e frequência.

Periodicamente na unidade o pessoal oferta, seja por meio do pessoal da SEMUS, ou pelos enfermeiros, ou o coordenador geral dos agentes de saúde, seja para a questão de sistemas, reunião para identificar alguns aspectos dos sistemas. (Krahô¹¹)

Em suma, a discrepância entre os relatos evidencia que a oferta de capacitações não é uniforme e que a fragilidade na Educação Permanente

pode comprometer a qualidade do trabalho dos ACS. É crucial que haja um esforço para garantir a regularidade e continuidade da qualificação profissional, assegurando que todos os trabalhadores tenham acesso às ferramentas e conhecimentos necessários para um atendimento de qualidade.

Produção do conhecimento no processo de trabalho

Em relação a Educação Permanente, foi pontuado que ela desempenha um papel significativo no aprimoramento do desempenho dos agentes, oferecendo-lhes um conjunto abrangente de conhecimentos que facilita a abordagem e o atendimento aos pacientes.

Ela te dá um amplo conhecimento até para você abordar o paciente em si. Tirar dúvidas do paciente durante uma visita, então assim, ela te dá uma abrangência de informações, um leque muito bom para você se sair de muitas situações, para você ter uma informação precisa para o paciente. (Canela1)

É uma questão que você trabalha muito assim, quando você tem conhecimento você produz mais, você desenvolve mais o seu trabalho e dá um trabalho de ótima qualidade, então quando você se prepara vai sair bem melhor, tá, então é importante. (Apinajé4)

A educação permanente é muito importante. Aprendo muita coisa e atendo melhor a família durante a Visita domiciliar e esclarecendo alguns usuários que são beneficiados pelos programas do governo federal. (Karajá15)

Consigo passar as informações corretamente para os usuários, e orientar também. (Javaé18) Aprendendo mais, me torno mais capacitado para atender as famílias da minha área.

(Xerente22)

Conforme destacado nos depoimentos, o conhecimento adquirido por meio da EPS está diretamente relacionado à qualidade do trabalho desempenhado, a capacitação resulta em uma execução de tarefas mais

eficiente e de melhor qualidade, beneficiando tanto o profissional quanto os pacientes. Além disso, influencia positivamente o atendimento às famílias, especialmente durante visitas domiciliares. O aprendizado contínuo capacita os profissionais a orientar corretamente os usuários e a esclarecer dúvidas sobre programas governamentais, evidenciando a importância do papel educativo no cotidiano do agente de saúde.

Por fim, Xerente²² sintetiza a importância da Educação Permanente ao afirmar que ela o torna mais capacitado para atender as famílias, o que revela que o aprendizado constante resulta não apenas em melhor atendimento, mas também no crescimento profissional e pessoal dos agentes.

Em resumo, a Educação Permanente emerge como um elemento-chave na formação de agentes mais preparados, que, ao adquirirem novos conhecimentos, são capazes de oferecer um atendimento mais qualificado e eficaz, promovendo, assim, uma melhoria na saúde da comunidade que atendem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A percepção dos ACS acerca de sua formação inicial é, em geral, positiva, com ressalvas quanto à curta duração do curso. Assim, ressalta a importância de investir em estratégias de EPS para complementar a formação inicial. Essas estratégias, ao serem implementadas de forma contínua e integrada ao trabalho dos ACS, podem compensar eventuais deficiências do curso inicial, permitindo uma formação mais progressiva e adaptada às necessidades emergentes da saúde pública. Dessa forma, mesmo com uma formação inicial curta, a aprendizagem prática e o suporte contínuo poderiam mitigar parte dessas limitações.

Além disso, os ACS destacam que as Estratégias de EPS são mais frequentemente implementadas quando surgem temas novos. Portanto, embora as capacitações relacionadas a novas situações sejam essenciais para preparar os ACS para responder às demandas emergentes, é

igualmente importante que as ações de EPS sejam sistemáticas, abrangentes e principalmente contínuas, conforme as necessidades dos trabalhadores e do cenário de prática, a partir das mudanças constantes no território. Isso garantiria não apenas a atualização dos ACS diante de mudanças no cenário de saúde, mas também um reforço contínuo do conhecimento básico necessário para o desempenho eficaz de suas funções cotidianas.

A respeito da percepção da EPS no cotidiano, o enfermeiro foi o profissional mais citado pelos participantes, sendo que os ACS frequentemente não se reconhecem em um papel ativo no processo educativo, assumindo a posição de receptores passivos. No entanto, a EPS deve envolver toda a equipe multiprofissional, não se limitando ao enfermeiro, além de enfatizar o protagonismo dos ACS em sua formação, promovendo a troca de experiências e conhecimentos no processo educativo.

A implementação de um mecanismo que possibilite aos profissionais sugerirem temas de capacitação com base nas necessidades identificadas nas unidades de saúde, utilizando metodologias ativas, pode favorecer uma abordagem mais equilibrada dos conteúdos, tanto novos quanto consolidados. Essa estratégia garantiria uma formação mais abrangente e integradora, alinhada às demandas específicas do serviço, promovendo o desenvolvimento contínuo dos profissionais e a qualificação do atendimento por meio da EPS.

REFERÊNCIAS

BARRETO, I. C. H. C. et al. Complexidade e potencialidade do trabalho dos Agentes Comunitários de Saúde no Brasil contemporâneo. *Saúde Debate*, [s. l.], v. 42, n. esp. 1, p. 114-129, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/yM5QgR9y7559xWP3jMMhpDd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.595, de 5 de janeiro de 2018. Dispõe sobre o exercício e a fiscalização das atividades profissionais dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 5 jan. 2018. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde. Departamento de Gestão da Educação na Saúde. *Política Nacional de Educação Permanente em Saúde: o que se tem produzido para o seu fortalecimento?*. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: https://conselho.saude.gov.br/images/publicacoes2023/politica_nacional_educacao_permanente_saude_fortalecimento.pdf. Acesso em: 14 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017, Aprova a Política Nacional de Atenção Básica, estabelecendo a revisão de diretrizes para a organização da Atenção Básica, no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt2436_22_09_2017.html

COELHO, Jamilly Gusmão; VASCONCELLOS, Luiz Carlos Fadel de; DIAS, Elizabeth Costa. A formação de agentes comunitários de saúde: construção a partir do encontro dos sujeitos. *Trabalho, Educação e Saúde*, v. 16, p. 583-604, 2018.

MINAYO MCS. Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade. 18 ed.
Petrópolis: Vozes, 2001

PRALON, J. A.; GARCIA, D. C.; IGLESIAS, A. Permanent health education: an integrative review of literature. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 14, p. e355101422015, 2021.

DOI: 10.33448/rsd-v10i14.22015. Disponível em:
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22015>.

ROSSETTI, L.T. et al. Educação permanente e gestão em saúde: a concepção dos enfermeiros. Rev. Fun Care Online, [s. l.], v. 11, n.1, p. 129-134, jan./mar. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9789/2175-5361.2019.v11i1.129-134>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SANTOS, Sdnei Gomes dos; FRANCO, Damiana Solange da Cunha Silva; SOUZA, Ladyane Fernandes Deolino. A importância da enfermeira na educação permanente do Agente Comunitário de Saúde (ACS) na Estratégia de Saúde da Família (ESF). Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, p. 98517-98533, 2020.

SILVA, T. L. et al. Política Nacional de Atenção Básica 2017: implicações no trabalho do Agente Comunitário de Saúde. Saúde Debate, [s. l.], v. 44, n. 124, p. 58-69, 2020. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/sdeb/a/prYWBkrvCywK6Hw5C5TbvQv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 fev. 2024.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 19

PERFIL EPIDEMIOLÓGICO, PREVALÊNCIA DE BAIXO PESO AO NASCIMENTO E DA NECESSIDADE DE ANTECIPAÇÃO DO PARTO EM MULHERES EXPOSTAS AO SARS-COV-2 E DE SEUS NEONATOS

Bruno Zanata¹
Poliana Guerino Marson²

RESUMO

INTRODUÇÃO: A COVID-19, detectada em dezembro de 2019, gerou uma crise sanitária global. Estantes apresentam maior risco de infecção devido a alterações fisiológicas e imunológicas. Embora existam algumas evidências preliminares, ainda não há dados conclusivos sobre os impactos da COVID-19 nas taxas de natimortos e prematuridade. No entanto, os possíveis impactos negativos para essas mulheres e seus neonatos, ainda não estão completamente esclarecidos. **OBJETIVO:** Este estudo observacional transversal visa analisar o perfil epidemiológico, a prevalência de baixo peso ao nascimento e a necessidade de antecipação do parto em gestantes infectadas pelo SARS-CoV-2. **METODOLOGIA:** Foram analisadas as variáveis: faixa-etária da mãe, raça declarada pela mãe, cidade de procedência, idade gestacional e peso do recém-nascido a partir do banco de dados do Hospital e Maternidade Dona Regina, em Palmas – Tocantins. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O estudo incluiu um total de 15.730 gestantes, das quais 138 estavam com COVID-19. Observou-se uma tendência inversa entre o número de gestantes admitidas e diagnosticadas com COVID-19 ao longo de 2020 a 2022. A maioria das pacientes eram oriundas de Palmas (65,1%). Não foram encontradas associações significativas entre infecção por COVID-19 e faixa-etária, etnia, idade gestacional ou peso ao nascer. **CONCLUSÃO:** Os dados indicam que a infecção pelo SARS-CoV-2 não está associada a desfechos negativos significativos durante a gestação, como baixo peso ao nascer ou prematuridade. No entanto, variáveis adicionais como APGAR, tempo de internação e coinfeções devem ser avaliadas para entender melhor as repercussões do vírus nesse grupo de pacientes.

Palavras-chave: COVID-19. Gravidez. Neonatos. SARS-CoV-2.

¹ Graduando em medicina, bolsista Pibic/Fapt, Universidade Federal do Tocantins, bruno.zanata@mail.uft.edu.br.

² Doutora em Biotecnologia, Professora do curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, polianamarson@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

Ao final de 2019, surgiram diversos casos de pneumonia de causa desconhecida e com sintomatologia semelhante à etiologia viral (PAGLIANO, 2021). A análise do patógeno revelou um novo coronavírus, hoje mundialmente conhecido como SARS-CoV-2 é responsável pela mais recente pandemia (VARDHELLI, 2021). A COVID-19, doença causada por esse vírus, possui alta transmissibilidade e taxa de letalidade de cerca de 3,4%, variando conforme idade, comorbidades e a capacidade de resposta dos sistemas de saúde (NOVOA, 2019).

Gestantes são particularmente vulneráveis à infecção pelo SARS-CoV-2 devido a alterações fisiológicas e imunológicas características da gestação (DUBEY, 2020). Tal fragilidade, também vale para os neonatos: no passado, os recém-nascidos (RN) apresentavam mortalidade aumentada durante as pandemias, principalmente por causas infecciosas. Além dos prejuízos de desenvolvimento da criança, levando a comorbidades e menor expectativa de vida e status socioeconômico.

Diversas infecções virais são associadas a desfechos adversos na gravidez e no recém-nascido. Tal que, evidências recentes sugerem que as taxas de natimortos e prematuros podem ter mudado consideravelmente durante a pandemia da COVID-19 (KHALIL, 2020). Contudo, os potenciais desfechos adversos dessas mulheres, como parto prematuro e baixo peso ao nascer, ainda não estão totalmente claros (DUBEY, 2020).

Este estudo observacional transversal tem como objetivo analisar o perfil epidemiológico, a prevalência de baixo peso ao nascimento e a necessidade de antecipação do parto em gestantes positivas para SARS-CoV-2. Utilizou-se o banco de dados do setor de estatística do Hospital e Maternidade Dona Regina, em Palmas - Tocantins, abrangendo registros de gestantes com e sem infecção por SARS-CoV-2 entre janeiro de 2020 e dezembro de 2022. Trata-se de um recorte do projeto de Mestrado em Ciências da Saúde da UFT, intitulado "Avaliação de desfechos obstétricos de

mulheres expostas ao SARS-CoV-2 e de seus neonatos", do mestrando Lucas Leite Nunes. O estudo justifica-se pela necessidade de informações sobre os fatores de risco associados às complicações da COVID-19 em gestantes, o que permitirá desenvolver melhores estratégias de prevenção e tratamento, reduzindo as complicações gestacionais e a mortalidade materna e neonatal.

MÉTODO E MATERIAIS

Este é um estudo observacional transversal, o qual foi avaliado a prevalência de desfechos obstétricos adversos em gestantes com positividade para SARS-CoV-2 durante a gravidez e seus neonatos. Foram selecionadas mulheres grávidas internadas de janeiro de 2020 a dezembro de 2022, no Hospital e Maternidade Dona Regina, em Palmas – Tocantins. A coleta de dados se deu por meio do setor de estatística da unidade já mencionada.

Para fins do estudo, foram analisadas as seguintes variáveis: faixa etária da mãe, raça declarada pela mãe, cidade de procedência, idade gestacional e peso do recém-nascido. Devido a ausência de dados relacionados à antecipação do parto, utilizou-se da idade gestacional para avaliar questões de prematuridade.

Os dados serão descritos como porcentagens. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade. O cruzamento entre as variáveis foi realizado com o teste Qui-quadrado e a correlação entre elas por meio do coeficiente de Pearson. Utilizou-se o *software* Jamovi versão 2.3 e Excel 2019 para execução de tais cálculos.

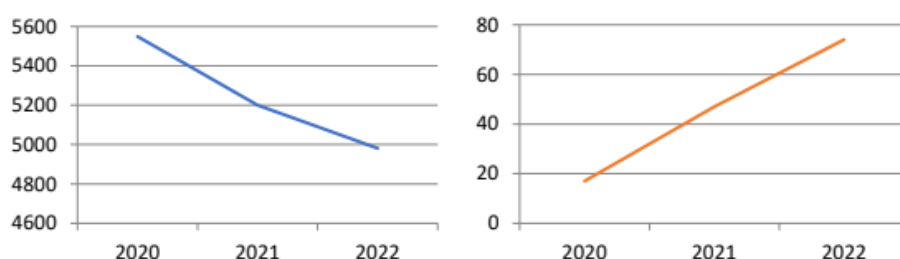
Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Tocantins (UFT-TO) sob o parecer de nº 6.160.662 emitido em 04 de julho de 2023, cumprindo criteriosamente a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde (CNS/MS), que estabelece que toda pesquisa envolvendo seres humanos deverá ser submetida à apreciação de um CEP. Todos os dados/informações pessoais de pacientes foram protegidos. Por utilizar fonte secundária para obtenção de

dados, não houve em nenhum momento, contato direto com algum indivíduo, consequentemente houve a dispensa de formulação e aplicação do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo contou com um total de 15.730 gestantes, das quais 138 estavam infectadas pelo COVID-19. Observou-se uma tendência inversa entre o número de grávidas admitidas e o número daquelas diagnosticadas com o vírus no expectorato de 2020 a 2022. Ou seja, enquanto o número de admissões vinha numa queda, a detecção de SARS-COV-2 nessas pacientes estava em alta, como pode ser observado na Figura 1, com um coeficiente de correlação de Person com valor de -0,99.

Figura 1 – Número de admissões de pacientes com COVID-19 (à esquerda) e de casos confirmados (à direita) entre 2020 e 2022.

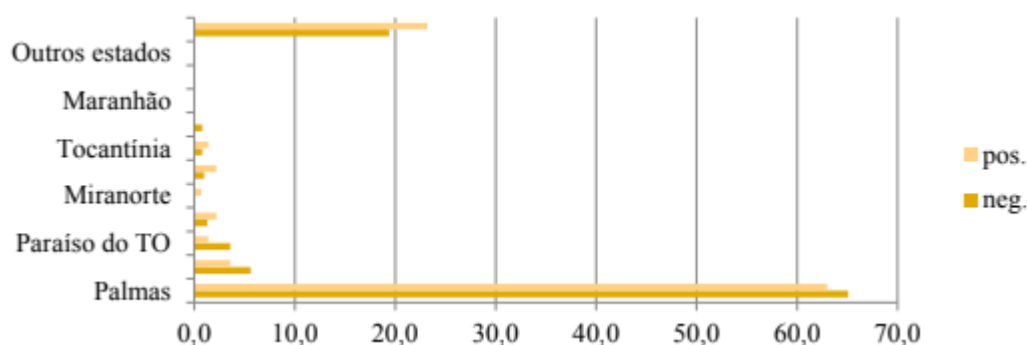


Esse fenômeno pode ser explicado pelo aprimoramento e a acessibilidade dos testes de detecção do vírus com o decorrer da pandemia, o que resultou em uma maior identificação de pacientes com COVID-19 (ARAÚJO, 2020). Quanto a queda no número de admissões, provavelmente a situação de fragilidade econômica, social e de saúde levaram a uma mudança no planejamento familiar, optando-se pela não gestação naquele momento (SILBER, 2020).

O Hospital e Maternidade Dona Regina é referência no estado do Tocantins (MARINHO, 2019), o que justifica a maioria das admissões serem de Palmas (65,1%) (Figura 2). Pacientes de outros estados, como Maranhão e Pará, também foram atendidos, refletindo a migração para o Tocantins e encaminhamentos devido à proximidade. Nenhuma paciente com COVID-19

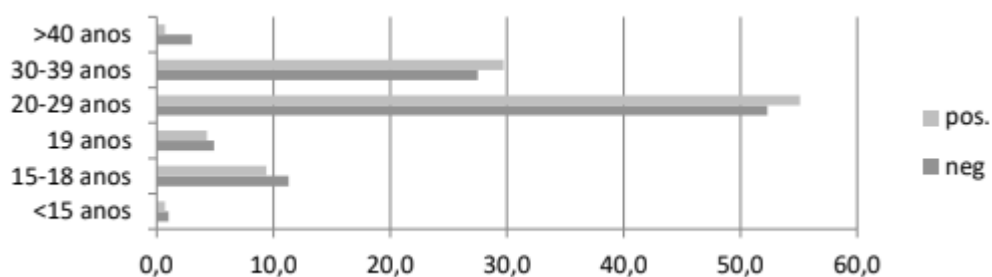
foi encaminhada para outros estados, possivelmente para evitar riscos de contaminação durante o transporte (DUBEY, 2020). Esses dados são observados na Figura 2.

Figura 2 - Porcentagem de gestantes com teste positivo e negativo para COVID-19, por local de origem.



Entre as faixas etárias, constatou-se que a mais atingida pela doença foi aquela entre 20 e 29 anos com 55,1 % dos casos confirmados. Contudo, esta faixa também representava 52,3% das pacientes avaliadas pelo estudo. Além disso, as demais faixas-etárias apresentavam percentis próximos, ao se comparar as proporções de gestantes com diagnósticos positivos e negativos, como mostrado na Figura 3. Não houve associação significativa entre faixa etária e infecção viral, conforme o teste Qui-quadrado (valor-p = 0,83).

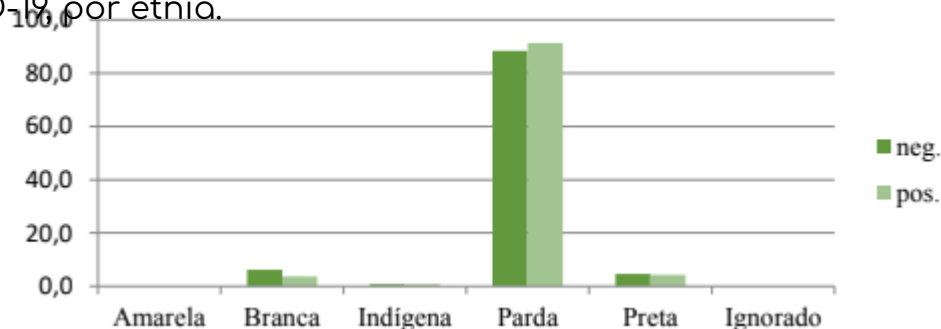
Figura 3 - Porcentagem de gestantes com teste positivo e negativo para COVID-19, por faixa etária.



A mesma comparação foi feita entre as diferentes etnias, as quais

também apresentaram valores percentuais próximos, ao se comparar aquelas com e sem COVID-19, como observado na Figura 4. Não houve diferença significativa entre as proporções de gestantes com e sem COVID-19 (teste Qui-quadrado, valor- $p = 0,957$).

Figura 4 - Porcentagem de gestantes com teste positivo e negativo para COVID-19, por etnia.



A maioria das gestantes infectadas e não infectadas se autodeclarou parda, refletindo o perfil dos usuários do Sistema Único de Saúde (SUS) que de acordo com o censo IBGE de 2022, onde 6- 81% dos usuários do SUS se autodeclararam negros ou pardos (BRASIL, 2020).

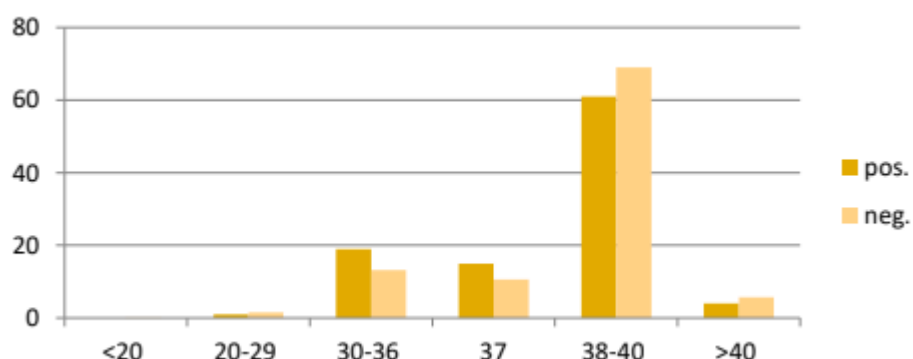
A idade gestacional é fundamental para as condutas obstétricas, uma vez que esta reflete no quão desenvolvido está o embrião (BENZECRY, 2001). Ademais, algumas patologias são mais susceptíveis em idades gestacionais específicas, e podem levar a partos pré-maturos ou até mesmo a necessidade de antecipação do mesmo (DUBEY, 2020). Pensando nisso, o estudo tinha como um dos objetivos iniciais, comparar a necessidade de antecipação do parto em pacientes com e sem covid. Contudo, no banco de dados do Hospital Maternidade Dona Regina, não havia informações quanto às antecipações. Desse modo, optou-se por utilizar a idade gestacional como parâmetro para prematuridade.

O banco de dados apresentava a divisão nas seguintes idades: <20, 20-29, 30-36, 37, 38-40 e >40 semanas. De modo que ao se comparar os percentis das gestantes com diagnóstico positivo e negativo (Figura 5), identificou-se que, apesar das idades de <20 e 20-29 semanas apresentarem

valores percentuais próximos, as de 30-36 e 37 semanas, tiveram proporções maiores naqueles RNs filhos de mães com COVID-19: respectivamente 13,2% vs 18,8% e 10,6% vs 15,2%. Uma vez que RN termo são aqueles nascidos entre 37 e 42 semanas de gestação e os pré-termos ou pré-maturos são aqueles nascidos com menos de 37 semanas (BENZECRY, 2001), levantou-se a hipótese da associação de COVID-19 vs prematuridade.

Para aumentar a precisão do cálculo qui-quadrado deve-se diminuir a liberdade utilizando-se um menor número de amostras (SOUSA, 2020), por isso os valores das idades gestacionais de <20, 20-29 e 30-36 semanas foram reagrupados como pré-termos e as de 37, 38-40 e >40 semanas como atermos, a fim de se calcular o qui-quadrado com mais precisão. O que resultou num valor de qui-quadrado de aproximadamente 1,008 e d p de aproximadamente de 0,315, descartando-se a hipótese.

Figuras 5 – Porcentagem de gestantes com teste positivo e negativo para COVID-19, por idade gestacional.

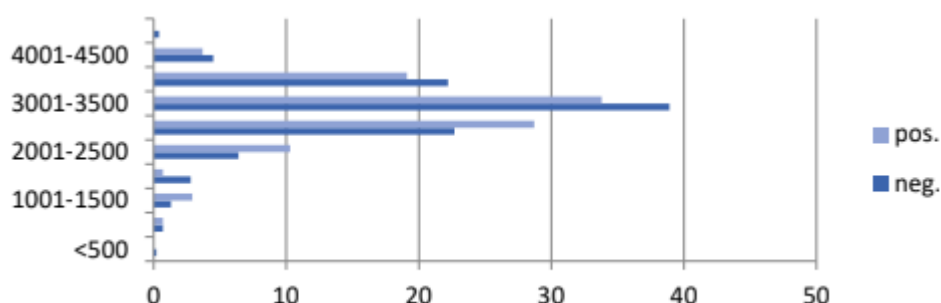


A Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) classifica o peso ao nascimento nas seguintes categorias: peso normal (2.500 g a 3.999 g), baixo peso ao nascer (< 2.500 g), muito baixo peso ao nascer (< 1.500 g) e extremo baixo peso ao nascer (< 1.000 g). O estudo comparou o perfil do peso ao nascer dos RNs filhos de mães com e sem COVID-19, conforme a Figura 6. Ao somar os valores de baixo, muito baixo e extremo baixo peso forma o grupo de pequeno peso para idade gestacional (PIG) evidenciando valor de 14,6% dos filhos de mães

com COVID-19 11,4% nos de sem.

Desse modo, levantou-se a hipótese da relação COVID-19 vs baixo peso ao nascer, a qual foi testada por meio do teste de qui-quadrado. Para reduzir a liberdade e, conseqüentemente, aumentar a confiança do teste (SOUSA, 2020), dividiu-se a amostra em 02 grupos: baixo peso e não baixo. O teste resultou em um valor aproximado de qui-quadrado de 0,454 e um valor-p aproximado de 0,501. Ou seja, não descartando a hipótese nula.

Figuras 6 – Porcentagem de RNs filhos de gestantes com teste positivo e negativo para COVID-19, por peso ao nascer.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a infecção por SARS-CoV-2 não está associada a desfechos obstétricos adversos significativos, como baixo peso ao nascer ou prematuridade. Contudo, demais variáveis como APGAR, prolongamento do tempo de internação e coinfeções devem ser também avaliadas para um melhor entendimento das demais repercussões do vírus nesse grupo de pacientes.

REFERÊNCIAS

- BENZECRY, Roberto; OLIVEIRA, Hildoberto Carneiro de; LEMGRUBER, Ivan.: *Tratado de Obstetrícia*. Febrasgo. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.
- DUBEY, P. et al. Maternal and neonatal characteristics and outcomes among COVID-19 infected women: An updated systematic review and meta-analysis. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, v. 252, 2020.
- KHALIL, A et al. Change in the incidence of stillbirth and preterm delivery during the COVID-19 pandemic. *Jama*, v. 324, n. 7, p. 705-706, 2020.
- MORENS, D. M. et al. The 1918 influenza pandemic: Lessons for 2009 and the future. *Crit Care Med*, v. 38, 2010.
- NOVOA, R. et al. Maternal clinical characteristics and perinatal outcomes among pregnant women with coronavirus disease 2019. A systematic review. *Travel Med Infect Dis*, v. 39, 2021.
- PAGLIANO, P. et al. Characteristics of viral pneumonia in the COVID-19 era: an update. *Infection*, v. 49, p. 607-616, 2021.
- VARDHELLI, V et al. Perinatal COVID-19: review of current evidence and practical approach towards prevention and management. *European Journal of Pediatrics*, v. 180, p. 1009-1031, 2021.
- SILBER, Simão Davi. A fragilidade econômica e financeira na pandemia do Sars-Covid-19. *Estudos avançados*, v. 34, n. 100, p. 107-115, 2020.
- ARAÚJO, Handeson Brito et al. A eficácia dos testes sorológicos para diagnóstico de COVID-19: uma revisão integrativa. *Revista Multidisciplinar em Saúde*, v. 1, n. 4, p. 1-1, 2020.
- MARINHO, Ana Mackartney de Souza et al. Protocolos médico-assistenciais em neonatologia do Hospital e Maternidade Dona Regina. 2019.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio

Teixeira (Inep). Censo da Educação Básica 2019: resumo Técnico.

Brasília, 2020

SOUSA, Antônio Rubens de et al. Distribuição qui-quadrado inf: uma nova abordagem para o aperfeiçoamento do teste da razão de verossimilhanças. 2020.

KLIEGMAN, R. et. al. Nelson - *Tratado de Pediatria*. 19. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 20

EDUCAÇÃO PERMANENTE SOBRE BIOSSEGURANÇA COM TRABALHADORES DA HIGIENIZAÇÃO HOSPITALAR DO HGP: ANÁLISE DO SUPORTE INSTITUCIONAL

Beatriz Lima Ribeiro¹
Marli da Silva Pimentel²
Ana Carolina Sobota Vasconcelos³
Mirian Cristina dos Santos Almeida⁴

RESUMO

INTRODUÇÃO: Trabalhadores da limpeza e conservação dos serviços de saúde são uma classe invisibilizada no contexto da biossegurança, mas exposta diretamente a riscos de contaminação por manusearem materiais infectantes. **OBJETIVO:** Analisar as modificações no processo de trabalho e suporte institucional após qualificação profissional sobre biossegurança com trabalhadores da higienização hospitalar. **MÉTODO:** Trata-se de estudo quantitativo, desenvolvido no Hospital Geral de Palmas-TO. Utilizou-se como instrumento de coleta de dados o questionário de Avaliação do suporte institucional e questionário de Modificações no processo de Trabalho. A pesquisa foi aprovada no comitê de ética em pesquisa. **DADOS E DISCUSSÃO:** A partir da análise de dados de 44 trabalhadores pode-se inferir que 77,3% são do sexo feminino, com idade média de 46 anos, idade mínima 23 e máxima 67 anos de idade. 32,26% apresentaram ensino fundamental, 12,90% ensino médio incompleto, 41,94% ensino médio completo e 12,90% ensino superior. Considerando pontuações que podem variar de 1º 5, resultados mostram que a avaliação do suporte institucional apresentou média de 3,66 e as modificações no processo de trabalho 4,06. Tanto os fatores como a média geral do Suporte Institucional apresentaram correlação positiva forte com as Modificações do Processo de Trabalho. **CONCLUSÃO:** Diante do exposto evidencia-se, que os trabalhadores avaliaram positivamente as modificações no processo de trabalho e o suporte institucional oferecido pela organização para aplicação das novas habilidades após qualificação profissional sobre biossegurança. No entanto destaca-se menores percentuais, indicando necessidade de intervenção no suporte material e suporte psicossocial-consequências associadas ao uso de novas habilidades.

Palavras-chave: Educação continuada; Saúde do trabalhador; Serviços hospitalar de limpeza.

¹ Graduando em Enfermagem, Bolsista PIBIC/FAPTO, Universidade Federal do Tocantins, beatriz.lima1@mail.uft.edu.br

² Mestranda em Ensino em Ciências e Saúde. Programa de Pós-graduação em Ensino em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Tocantins

³ Mestre em Ensino em Ciências e Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Tocantins

⁴ Doutora em Ciências. Professora do Curso de Enfermagem e do Programa de Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Tocantins.

INTRODUÇÃO

Os trabalhadores que ocupam espaços com potenciais riscos de contaminação tais como os profissionais da área da saúde, necessitam submeter-se a uma rotina de práticas de biossegurança a fim reduzir a incidência de acidentes de trabalho com material biológico. A exposição ocupacional ao material biológico pode ocorrer por via percutânea (picadas de agulhas ou objetos perfurocortantes) ou quando há contato direto com sangue e/ou fluídos orgânicos em mucosa ou pele não íntegra (BRASIL, 2019).

No Brasil, a Norma Regulamentadora 32 (NR 32) fundamenta as diretrizes para a proteção e segurança dos trabalhadores dos serviços de saúde. Traz em sua literatura medidas de biossegurança, que incluem a limpeza adequada das superfícies, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e descarte correto de material (BRASIL, 2022). No entanto, na rotina laboral nota-se que a ausência de Educação Permanente (EP), práticas inadvertidas do uso de EPI, além do descarte inadequado de perfurocortantes, que são fatores relacionados à ocorrência de acidentes de trabalho (GOMES, 2019).

Os trabalhadores da limpeza e conservação dos serviços de saúde são uma classe ainda invisibilizada no contexto da biossegurança, mas que dentro do ambiente hospitalar está exposta diretamente a riscos de contaminação por manusearem materiais infectantes que podem causar um acidente de trabalho (GOMES, 2019), além de transitarem tanto em ambientes considerados limpos, como em locais de alto risco de contaminação, como áreas com pacientes de doenças infecto-contagiosas.

Nesse contexto, a Educação Permanente em Saúde (EPS) tem por finalidade nortear o processo de formação e qualificação dos profissionais nos serviços de saúde, com o objetivo de transformar as práticas profissionais e a organização do trabalho a partir da identificação das necessidades (BRASIL, 2014).

A partir disso, os trabalhadores da limpeza e higienização hospitalar do Hospital Geral de Palmas (TO) participaram de intervenção educativa sobre biossegurança em abril de 2023, elaborada a partir do uso de metodologias ativas de aprendizagem, considerando o conhecimento prévio dos profissionais e as necessidades identificadas visando a o aprimoramento da prática profissional e a redução dos riscos de acidentes de trabalho. Assim, pretende-se com esse trabalho analisar as modificações no processo de trabalho e o suporte institucional oferecido pela organização para aplicação das novas habilidades após qualificação profissional sobre biossegurança com trabalhadores da limpeza e higienização hospitalar

MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de um estudo descritivo, transversal com abordagem quantitativa, desenvolvido no Hospital Geral de Palmas Dr. Francisco Ayres, em Palmas-TO, escolhido por tratar-se de local onde as equipes de limpeza e higienização atuam em ambientes com alto risco de infecção por material biológico.

A população alvo do estudo foram os trabalhadores da limpeza e higienização hospitalar. Os critérios de inclusão no estudo abrangem os 106 trabalhadores que participaram em abril de 2023 da intervenção educativa sobre a prevenção de agravos por agentes biológicos. Após consulta aos cadastros de trabalhadores da instituição, verificou-se que apenas 55 funcionários permanecem com vínculo empregatício. Desse total, 44 funcionários participaram da pesquisa ao final.

Como critérios de exclusão adotaram-se, profissionais de limpeza e higienização hospitalar que estiverem em desvio de função e não responderem a pelo menos 80% do questionário de coleta de dados.

O estudo utilizou como instrumento de coleta de dados o questionário de Avaliação do suporte institucional a fim de avaliar o suporte

institucional oferecido aos trabalhadores, dividido em 3 fatores (suporte psicossocial, suporte psicossocial consequências associadas ao uso de novas habilidades, suporte material), composto de 16 questões- escala do tipo likert de 1 a 5 que varia de “sempre” a “nunca”, e o questionário de Modificações no processo de Trabalho composto por 12 questões, com escala do tipo likert de 1 a 5, variando de concordo totalmente a discordo totalmente e 3 questões abertas). Ambos foram extraídos do Manual de Orientações para Monitoramento e Avaliação da Política Nacional de Educação Permanente em Saúde, do Ministério da Saúde. (Brasil, 2022).

A coleta de dados ocorreu de fevereiro a abril de 2024, por meio de formulário eletrônico da plataforma Google Forms, aplicado individualmente com cada trabalhador no cenário laboral, HGP (TO). A pesquisadora após contato e anuência da gerência dos profissionais de limpeza e higienização hospitalar, abordou os trabalhadores e os convidou a participar do estudo. Os que aceitaram, em espaço reservado, responderam verbalmente as questões dos instrumentos de coleta de dados, que foram registradas no formulário eletrônico, por uma das pesquisadoras.

O projeto de pesquisa foi submetido para análise e deliberação institucional visando autorização para coleta de dados, sendo aprovado. Também foi apreciado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Tocantins recebendo parecer favorável número:5.694.479. Todos os participantes ofereceram anuência para participação no estudo, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os dados do formulário eletrônicos foram convertidos em planilha do Microsoft Excel e transportados para SPSS, onde foram analisados parcialmente por meio de estatística descritiva simples e estatística inferencial (frequência relativa, frequência absoluta, média, desvio padrão, mínimo, máximo, teste de correlação).

Devido a distribuição paramétrica dos dados, avaliados pelo teste

shapiro wilk (p maior que 0,05) foi utilizado o teste de Pearson para correlacionar os blocos 3 e 4, onde consideram-se os valores das correlações entre 0,30 e 0,5 como moderada e acima de 0,5 forte (AJZE,1980).

DADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de dados sociodemográficos realizada com 44 trabalhadores da limpeza e higienização hospitalar do Hospital de Grande Porte da região Norte do Brasil no município de Palmas-TO, pode-se inferir que o perfil dos trabalhadores é de 77,3% do sexo feminino, com idade média de 46 anos, sendo idade mínima 23 e idade máxima 67 anos de idade. Em termos de escolaridade, 32,26% dos funcionários apresentaram ensino fundamental, 12,90% ensino médio incompleto, 41,94% ensino médio completo e 12,90% ensino superior.

Tabela 1- Perfil dos trabalhadores da limpeza e higienização hospitalar. Palmas-TO, 2024.

VARIÁVEL			
Idade	Média		46,68
	Mínima		23
	Máxima		67
	Desvio Padrão		9,97
Sexo	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	
Feminino	34		77,3
Masculino	10		22,7
Escolaridade			
Ensino Fundamental	21		47,7
Ensino Médio Incompleto	4		9,1

Ensino Médio Completo	14	31,8
Ensino Superior incompleto	2	4,5
Ensino Superior Completo	3	6,8

O estudo apresentou uma idade média de 46 anos de idade, o que infere que os corpo de trabalhadores no geral são de adultos em transição da idade jovem para idade avançada. A idade máxima encontrada foi de 67 anos Os resultados estão de acordo com o estudo realizado por Ceron (2013) onde a faixa etária predominante foi de 45-60 anos.

As características do perfil dos trabalhadores que participaram da pesquisa é semelhante a outros estudos como o de Bezerra (2024) onde a maioria do contingente trabalhador é composto por mulheres. Tal fato está associado historicamente à associação de mulheres com trabalhadores domésticos e ligados ao cuidado (HIRATA,2009).

Pesquisa realizada por Silva (2022) com 60 profissionais de limpeza de um hospital universitário revelou que 50% deles tinham como escolaridade ensino médio incompleto. Consoante ao presente estudo onde a maioria dos trabalhadores tem ensino fundamental, infere-se a importância do uso de linguagem adaptada, considerando o nível de instrução. A escolaridade é um fator relevante, pois os índices de acidentes de trabalho são altos nessa população e requer uma compreensão apropriada sobre os riscos dentro do ambiente hospitalar.

Tabela 2- Distribuição das pontuações relacionadas à avaliação do Suporte Institucional e Modificações no Processo de Trabalho entre trabalhadores da limpeza e higienização hospitalar. Palmas-TO, 2024.

	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Avaliação do Suporte Institucional	3,66	0,55	2,76	4,88

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

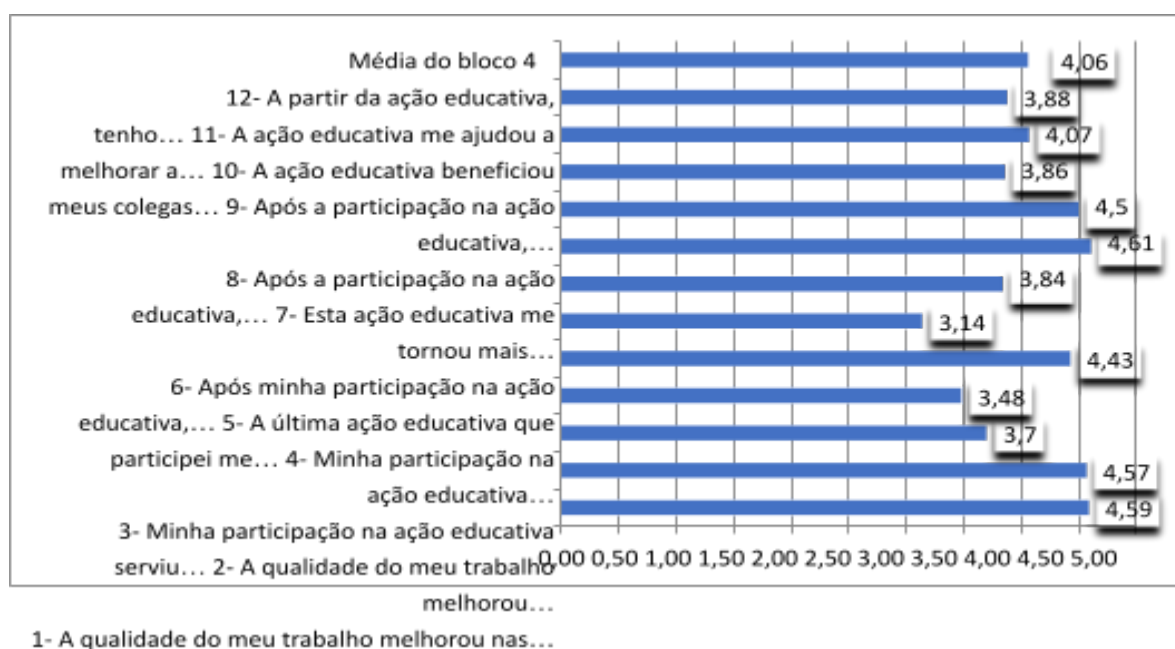
Suporte Psicossocial-	3,69	0,59	2,70	4,80
Suporte Psicossocial-consequências associadas ao uso de novas habilidades	3,61	0,71	2,33	5,00
Suporte Material	3,62	0,77	2,67	5,00
Modificações no Processo de Trabalho	4,06	0,46	3,08	5,00

A tabela mostra o valor da média geral da Avaliação do Suporte Institucional e das Modificações no Processo de Trabalho, e médias dos fatores relacionados ao Suporte Institucional. Destaca-se os valores no suporte psicossocial-consequências associadas ao uso de novas habilidades com a menor média no valor de 3,61, tendo ainda a menor mínima de 2,33.

Gráfico 1- Avaliação do Suporte Institucional. Palmas -TO, 2024.



O gráfico 1 aborda a avaliação do suporte institucional, suporte psicossocial apresenta média de 3,69; suporte psicossocial a partir das consequências associadas ao uso de novas habilidades apresenta média de 3,61, e o suporte material apresenta uma média de 3,62. Dentre os fatores mencionados, a menor média foi na questão que aborda se a rotina de trabalho facilita o uso das novas habilidades aprendidas, com média de 3,03. Gráfico 2- Modificações no processo de trabalho. Palmas-TO, 2024.



O gráfico acima traz as médias referentes ao bloco 4- modificações dentro do processo de trabalho dos trabalhadores, com uma média geral de 4,06, sendo a questão “6- Após minha participação na ação educativa, tenho sugerido, com mais frequência, mudanças nas rotinas de trabalho a questão” a menor média com 3,14 e a questão “1- A qualidade do meu trabalho melhorou nas atividades diretamente relacionadas ao conteúdo da ação educativa” a pergunta com a maior pontuação média de resposta com 4,59.

Tabela 3- Correlações entre Avaliação do Suporte institucional e Modificações do Processo de Trabalho. Palmas -TO, 2024.

	Avaliação do suporte Institucional - Suporte Psicossocial	Avaliação do suporte Institucional - Suporte Psicossocial Consequências associadas ao uso de novas habilidades	Avaliação do suporte Material	Média geral - Avaliação do Suporte Institucional	Modificações no Processo de trabalho
Avaliação do suporte Institucional - Suporte Psicossocial	1	0,555	0,483	0,958	0,706
Avaliação do suporte Institucional - Suporte Psicossocial Consequências associadas ao uso de novas habilidades		1	0,348	0,727	0,626
Avaliação do suporte Material			1	0,627	0,526
Média geral -Avaliação do Suporte Institucional				1	0,776
Modificações no Processo de trabalho					1

Teste- Correlação de Pearson

A tabela 3 traz as correlações entre Avaliação do Suporte Institucional e seus fatores com as Modificações do Processo de Trabalho. Observa-se que tanto os fatores como a média geral do Suporte Institucional apresentaram correlação positiva forte com as Modificações do Processo de Trabalho.

As questões discursivas envolviam quais atividades sofreram alguma modificação após a intervenção educativa e os trabalhadores responderam em sua maioria a técnica para higienização das mãos, identificação de riscos com agulhas, os tipos de precaução e a paramentação de EPI. Na

segunda questão envolvendo as lições trazidas com a intervenção educativa foi citada por maioria o ganho de conhecimento em identificar riscos dentro do ambiente hospitalar. Na terceira questão discursiva acerca dos maiores desafios enfrentada pelos trabalhadores da higienização atualmente, eles citaram: a falta de funcionários que conseqüentemente gera uma sobrecarga de trabalho; falta de local para repouso; falta de materiais e má distribuição do serviço.

A higienização das mãos configura-se como uma etapa essencial para o cuidado individual e coletivo na prestação de serviços. Estudos afirmam que a adesão à higienização das mãos adequada dentro do ambiente hospitalar é de aproximadamente 40% (ANVISA, 2021). Dentro do presente estudo a higienização das mãos foi citada como uma atividade que sofreu alteração após as ações educativas, o que corrobora para a importância de ações educativas que visam o aprimoramento de técnicas de biossegurança.

Estudo de Balsamo (2006) realizado no Hospital Universitário da USP mostrou que os profissionais de limpeza e higienização aparecem em segundo lugar na ocorrência dos acidentes, bem como maior risco de exposição aos acidentes quando comparados os coeficientes de risco entre as áreas de trabalho daquele hospital. Tais achados reforçam a necessidade de promover ações sobre biossegurança a fim de minimizar tais riscos e conferir mais segurança e proteção para essa classe trabalhadora.

Sabe-se que as precauções são definidas a partir do meio de transmissão do agente biológico, podendo ser classificadas em: precauções padrão, precauções de contato, precauções para gotículas e precauções para aerossóis. Dessa forma, os EPI devem ser utilizados conforme a recomendação para cada tipo de precaução. Utilizados de forma adequada, os EPI funcionam como uma barreira física à transmissão de partículas infecciosas (ANVISA, 2021).

De acordo com Brasil (2020) é obrigação do empregador a garantia do acesso aos EPI a todos os trabalhadores. É de suma importância ressaltar que os mesmos devem estar disponíveis em tamanho adequado. Além disso, o empregador deve ofertar o treinamento adequado, supervisão do uso do equipamento e a manutenção e reposição necessárias, segundo as orientações do fabricante. No entanto, nota-se no estudo que o suporte material institucional para a implementação prática do conteúdo aprendido na ação educativa sobre biossegurança apresentou média de 3,62, logo, depreende-se possíveis falhas na oferta de equipamentos gerais e de proteção individual.

Segundo Pereira et al. (2013), a adesão ao uso dos EPI é influenciada pela visão dos trabalhadores em decorrência de parte desses considerarem um obstáculo para utilização dos EPI, sem atentar-se aos benefícios que essa proteção confere. Nesse sentido, as pesquisas têm identificado diferentes ações para mudar o comportamento de profissionais de saúde, primordialmente, ao uso contínuo de EPI, procurando aumentar a conscientização profissional para uma prática segura (SILVA et al., 2018)

A sobrecarga do profissional é condição facilitadora para a ocorrência de acidentes ocupacionais (GALLAS, 2010). Consoante a isso, muitos trabalhadores afirmaram que a rotina de trabalho associada à falta de pessoal dentro da instituição dificulta a qualidade do trabalho prestado, além de elevar os riscos de acidentes.

De acordo com Porto et al. (2019), no processo de educação, a ampliação do direcionamento para a equipe de limpeza pode impactar nas ações realizadas por esses profissionais no controle de infecções hospitalares. Dessa forma, nota-se a importância de ações de educação permanente em saúde para um ambiente hospitalar mais seguro.

A questão envolvendo o recebimento de elogios quando usada as novas habilidades aprendidas na ação educativa teve média de 3,47.

Consoante a estudo de Beltrame (2014) entende-se que uma parte significativa dos trabalhadores afirmou estarem satisfeitos e se sentem elogiados no ambiente laboral com as atividades diárias. No entanto, alguns autores assinalam que apenas uma minoria expõe sua insatisfação com o trabalho (MARTINEZ, 2006).

No estudo de Bianchessi (2009) com trabalhadores da higienização hospitalar, onde os funcionários relataram significativo sofrimento relacionado à vivência da invisibilidade, pode-se notar que ainda persiste na vivência laboral dos trabalhadores da limpeza uma baixa autoestima relacionada à desvalorização do trabalho manual, confirmada pelos achado no presente estudo, onde os trabalhadores relataram não ter um local de repouso.

A partir dos resultados alcançados depreende-se que quanto maior o suporte institucional, maior foi às modificações no processo de trabalho. No entanto, vale destacar pontos de alerta dentro das pontuações atingidas. A questão que se refere se a rotina de trabalho facilita o uso das novas habilidades aprendidas teve a menor média, juntamente com as respostas nas questões discursivas que referem sobrecarga de trabalho e falta de pessoal, permite afirmar que a rotina laboral desgastante dificulta a aplicação prática dessas habilidades.

A ligação direta entre as práticas de biossegurança e a saúde de trabalhadores e pacientes é essencial para uma prestação de serviço de qualidade com segurança. Dessa maneira, a biossegurança serve de importante instrumento promotor de proteção para todos envolvidos no cuidado dentro do âmbito da saúde (BRASIL, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível verificar que os trabalhadores da limpeza e higienização hospitalar participantes deste estudo avaliaram positivamente as modificações no processo de trabalho e o suporte institucional oferecido

pela organização para aplicação das novas habilidades após qualificação profissional sobre biossegurança. O Suporte Institucional apresentou correlação positiva forte com Modificações do Processo de Trabalho, indicando que entre os participantes do estudo, quanto maior as médias atribuídas ao Suporte Institucional, maior foram também as médias para Modificações no processo de trabalho.

No entanto, a partir do diagnóstico realizado foi possível identificar falhas no suporte psicossocial, com destaque para “se a rotina facilita o uso das novas habilidades aprendidas” e; no suporte psicossocial-consequências associadas ao uso de novas habilidades em relação a receber dos superiores elogio/incentivo ao aplicar no trabalho as novas habilidades aprendidas. No que cerne as modificações dentro do processo de trabalho após a ação educativa, a menor pontuação foi relacionada à participação com sugestões mais frequentes sobre mudanças na rotina de trabalho. Ademais, é importante ressaltar queixas acerca da falta de pessoal dentro da instituição, que gera uma sobrecarga de trabalho e consequente insatisfação da equipe e exposição a riscos. É fundamental que esses profissionais tenham suporte adequado dentro do ambiente de trabalho para que possam ter garantia de biossegurança e colocar em prática o conteúdo aprendido nas ações de educação permanente.

No processo de EPS, faz-se necessário o monitoramento constante das ações realizadas, buscando aprimorar as ações por meio da identificação e intervenção nas fragilidades e potencialidades, segundo a realidade local. Ademais, há necessidade de outros estudos que monitorem as ações de EPS, com destaque para aplicabilidade das temáticas na prática de trabalho, bem como apoio administrativo e institucional para execução das ações.

REFERÊNCIAS

AJZEN I., FISHBEIN M. Understanding Attitudes and Predicting Social Behaviour.

Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall; 1980.

ANVISA A. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota. Nota técnica no 07/2020 GVIMS/GGTES/ANVISA: orientações para prevenção e vigilância epidemiológica das infecções por SARS-CoV-2 (COVID-19) dentro dos serviços de saúde. 2021.

ANVISA A. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota Técnica VIMS/GGTES/ANVISA Nº 05/2021. Orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2). Brasília. 27 de outubro de 2020.

BELTRAME, M. T. et al.. Capacidade para o trabalho no serviço hospitalar de limpeza e fatores associados. Revista Gaúcha de Enfermagem, v. 35, n. 4, p. 49-57, dez. 2014.

BIANCHESSI, D. L. C.; TITTONI, J.. Trabalho, saúde e subjetividade sob o olhar dos trabalhadores administrativo-operacionais de um hospital geral, público e universitário. Physis: Revista de Saúde Coletiva, v. 19, n. 4, p. 969-988, 2009.

BALSAMO, A. C.; FELLI, V. E. A.. Estudo sobre os acidentes de trabalho com exposição aos líquidos corporais humanos em trabalhadores da saúde de um hospital universitário. Revista Latino-Americana de Enfermagem, v. 14, n. 3, p. 346-353, maio 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Orientações para monitoramento e avaliação

da Política Nacional de Educação Permanente em Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em:https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/orientacoes_monitoramento_politica_nacional_educacao_saude.pdf.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Nr 32 - Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde, (Brasília (DF);11 Nov 2005. Atualizado em 22 Dez 2022. Disponível em:<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitario-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-32-atualizada-2022-2.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Educação Permanente em Saúde. Brasília, Ministério da Saúde, 14 mar. 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/folder/educacao_permanente_saude.pdf.

BRASIL. Recomendações de proteção aos trabalhadores dos serviços de saúde no atendimento de COVID-19 e outras síndromes gripais. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2020.

BRASIL. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. Acidentes de Trabalho com Material Biológico. [S.], Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares, 27 ago. 2019. Atualizado em 28 ago. 2019. Disponível em:<https://www.gov.br/ebserh/pt-br/hospitais-universitarios/regiao-sul/hu-furg/comunicacao/noticias/acidentes-de-trabalho-com-material-biologico>.

GALLAS SR, Fontana RT. Biossegurança e a equipe de enfermagem na unidade de cuidados clínicos: contribuições para a saúde do trabalhador. Rev.Bras. Enf. 2010;63(5):786-92

GOMES, S. C. S. et al. Acidentes de trabalho entre profissionais da limpeza

hospitalar

em uma capital do Nordeste, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 11, p.4123-4132, 28 out. 2019.

HIRATA, H. A precarização e a divisão internacional e sexual do trabalho. *Rev Sociologias*,[s. l.], v. 1, n. 11, p. 24-41, nov. 2009.

MARTINEZ MC, Latorre MRDO. Saúde e capacidade para o trabalho em trabalhadores de área administrativa. *Rev Saúde Pública*. 2006;40(5):851-8.

PEREIRA, F.M.V.et al.Adesão às precauções-padrão por profissionais de enfermagem que atuam em terapia intensiva em um hospital universitário do interior paulista. *Rev.Esc. Enferm*, São Paulo, vol. 47, n. 3, p. 686-693, 2013.

PORTO, M. A. O. P.,et al. Educação permanente em saúde: estratégia de prevenção e controle de infecção hospitalar. *Nursing (São Paulo)*, v. 22, n. 258, p. 3348-3356, 2019.

Silva VB, Pinheiro AS, Ferreira LN, Cunha IV, Cavaleiro RTM, Stipp MAC. Abordagem problematizadora da educação permanente em saúde na formação em enfermagem: uma experiência na atenção hospitalar. *Rev Esc Enferm USP*. 2022;56:e20210543. <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2021-0543en>.

SILVA, Gilvan Gomes et al. Medidas para adesão às recomendações de biossegurança pela equipe de enfermagem. *Enfermería Global*, v. 17, n. 1, p. 36-67, 2018.

FINANCIAMENTO

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

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.

