

**HORIZONTES CIENTÍFICOS DA UFT:
REFLEXÕES DO XX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA (PIBIC)
Ciências Biológicas e da Saúde
Volume 2**

**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 2**

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

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

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

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

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
VOLUME 2

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

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

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

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
VOLUME 2

1ª Edição
Volume 1
PALMAS
2025

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

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 Semiguen 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

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

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>

Capa: Ruhena Kelber Abrão
Diagramação: Ana Júlia Campos Vieira
Ruhena Kelber Abrão
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 2). / 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.
366p.

ISBN: 978-65-5390-146-9.

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

Apresentação

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Thiago Nilton Alves Pereira

Prof. Dr. José de Oliveira Melo Neto

Prefácio

Por três anos seguidos, tive a honra de participar do evento de iniciação científica das edições XVIII, XIX e na última edição a XX, no Seminário de Iniciação Científica em Ciências Biológicas e da Saúde, e destaco honrar-me de sobremaneira prefaciando a coletânea de livros.

Ao longo das três visitas que fiz consegui observar um enorme investimento e uma preocupação na formação dos discentes da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Geralmente, quem prefacia uma obra é alguém que esteve envolvido no projeto ou apresenta alguma competência sobre alguma área específica do conhecimento que será desenvolvida nas páginas seguintes. No entanto, me coloco como um grande aprendiz e minha contribuição será para demonstrar o privilégio de ter participado deste evento tão importante para a comunidade acadêmica.

Neste ano, pude comprovar a evolução dos discentes que estavam há três anos atrás na Iniciação Científica, defendendo o plano de trabalho e esse ano concluindo os cursos de Medicina, Educação Física, Nutrição, Enfermagem, Farmácia e entre outros.

É um privilégio para qualquer pesquisador perceber que o papel da Universidade pública, gratuita e de qualidade está VIVA, mesmo com diversos ataques que ocorreram por anos atrás.

Posso afirmar, sem dúvidas, encontrei na Universidade Federal do Tocantins (UFT), o que mais me proponho desde que me formei um professor/pesquisador: ver um aluno da universidade afirmar que será o primeiro da família a ter a formação de ensino superior! Algo emocionante e indescritível!

Descobri também no seminário que por mais que existam inúmeras técnicas de pesquisa que os pesquisadores dominam e

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

utilizam, é a população que é impactada profundamente. Temos inúmeras histórias desse vínculo entre pesquisa e comunidade como da aluna matriculada no curso de nutrição que resolveu pesquisar o café de quiabo que a avó dela falava que era bom e que com a aplicação do método científico conseguiu confirmar a hipótese da avó, até o quanto os indígenas locais, conhecedores da mata nativa, tem impactado o desenvolvimento de fármacos com produtos da natureza em que a Universidade está inserida.

Neste amaranhado de sensações que senti na imersão que fiz, avaliando in loco os trabalhos, reitero a paixão que esta comunidade universitária tem pela sua comunidade escolar. Ao longo dos últimos vinte anos, o PIBIC da UFT vem desenvolvendo um papel de formação de pesquisadores, que são primordiais para o desenvolvimento local. Iniciação Científica é uma das bases principais da formação acadêmica e um investimento fundamental para o futuro do nosso país. Ao proporcionar aos estudantes a oportunidade de vivenciar o processo de pesquisa através da iniciação científica, há o estímulo à curiosidade, ao pensamento crítico e a criatividade.

Ao longo dos últimos vinte anos, o PIBIC da UFT vem desenvolvendo um papel de formação de pesquisadores, que são primordiais para o desenvolvimento local. E a presente coletânea é um reflexo desse sucesso e um reconhecimento do trabalho de todos aqueles que contribuíram para sua realização.

Agradeço, aos orientadores, aos membros da comissão organizadora e a todos os que de alguma forma contribuíram na organizam este evento e pelo papel fundamental para a sociedade. O sucesso deste livro é inevitável!

Doutor Claudio Melibeu Bentes
Professor Adjunto – DEFD/UFRRJ

Sumário

Capítulo 1	14
DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CREMES HIDRATANTES CONTENDO EXTRATOS DE PLANTAS MEDICINAIS	
Beatriz dos Santos Barbosa Barreto Melissa Budke Rodrigues	
Capítulo 2	36
ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DE COCHLOSPERMUM REGIUM CONTRA O MOFO BRANCO	
Allice Barbosa Cruz Vanessa Mara Chapla	
Capítulo 3	55
IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR, ANÁLISE FILOGENÉTICA E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENZIMÁTICO DE TRICHODERMA spp. DO CERRADO TOCANTINENSE	
Rafaela Batista de Almeida Fabyano Alvares Cardoso Lopes	
Capítulo 4	74
ESTUDO TAXONÔMICO DO GÊNERO ANCISTRUS KNER 1854 (SILURIFORMES, LORICARIIDAE) DOS TRECHOS ALTO E MÉDIO RIO TOCANTINS	
Lourrany Ferreira Azevedo Carine Cavalcante Chamon	
Capítulo 5	98
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA OBTIDAS A PARTIR DE EXTRATOS DE Dipteryx alata (BARU)	
Leticia Hevelly Souza de Oliveira Elton Carvalho de Lima	
Capítulo 6	112
ANÁLISE TEMPORAL DAS CAPTURAS DO TUCUNARÉ AZUL Cichla piquiti NO RESERVATÓRIO DA UHE LAJEADO, RIO TOCANTINS	
João Lucas Santos Freitas	

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

Fernando Mayer Pelicice

Capítulo 7 126
DIVERSIDADE DE PEIXES AO LONGO DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, BACIA
DO RIO TOCANTINS

Fernanda Lemos Fontoura
Fernando Mayer Pelicice

Capítulo 8 140
OS EFEITOS DA COBERTURA AMOSTRAL NA AVALIAÇÃO DA
COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE PEIXES EM RIACHOS

Ana Luiza Barbosa Parente Ferreira
Fernando Mayer Pelicice

Capítulo 9 153
DIGITALIZAÇÃO E INFORMATIZAÇÃO DA FAMÍLIA LEGUMINOSAE
DEPOSITADAS NO HERBÁRIO DO TOCANTINS

Tiago da Silva Ribeiro
Rodney Haulien Oliveira Viana

Capítulo 10 170
ANÁLISE MORFOANATÔMICA E FISIOLÓGICAS EM PLANTAS DE
Cenostigma macrophyllum Tul. (Fabaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO
DE FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDIGENA
AKWE-XERENTE

Paulo Roberto Soares Pimenta
Kellen Lagares Ferreira Silva

Capítulo 11 189
ADEQUAÇÃO DA ROTULAGEM DE CEREALIS INFANTIS EM PÓ PARA
PORTADORES DE ALERGIA E INTOLERÂNCIA ALIMENTAR

Daniela Lima Pascoal
Guilherme Nobre Lima do Nascimento

Capítulo 12 209
PRINCIPAIS FATORES DE RISCO PARA O DESENVOLVIMENTO DE LESÃO
POR PRESSÃO EM UM HOSPITAL PÚBLICO DA AMAZÔNIA LEGAL

Ana Carla da Costa Lima
Giselle Pinheiro Lima Aires Gomes
Araída Dias Pereira

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

Capítulo 13	223
A ASSOCIAÇÃO ENTRE ATIVIDADE FÍSICA E A SATISFAÇÃO COM A VIDA EM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DURANTE O PERÍODO PANDÊMICO	
Marina Lira da Silva	
Luiz Fernando de Oliveira	
Marcus Vinicius Nascimento Ferreira	
Capítulo 14	236
FATORES ASSOCIADOS E OS GRAUS DE INCAPACIDADES EM HANSENÍASE NAS MACRORREGIÕES DE SAÚDE DO TOCANTINS	
Lana Rarah Ferreira Santos	
Marcela Antunes Paschoal Popolin	
Capítulo 15	252
POPULAÇÃO PRIVADA DE LIBERDADE E FATORES PREDISPOONENTES AO ADOECIMENTO POR TUBERCULOSE EM PALMAS (TO)	
Joana Victória Negreiros Silva	
Marcela Antunes Paschoal Popolin	
Capítulo 16	270
ASSOCIAÇÃO ENTRE CONTEXTO ACADÊMICO E SATISFAÇÃO COM A VIDA EM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DE REGIÕES DE BAIXA RENDA DURANTE PERÍODO PANDÊMICO	
Helen Ferreira de Brito Souza	
Armando Rodrigues de Alencar Santos	
Marcus Vinicius Nascimento Ferreira	
Capítulo 17	284
EPIDEMIOLOGIA DE ALTERAÇÕES DO EXAME CITOCOLPOSCÓPICO DE MULHERES ATENDIDAS EM UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DA CIDADE PALMAS	
Edson Gustavo Rodrigues Miranda	
Eliane Patricia Lino Pereira Franchi	
Valdir Francisco Odorizzi	
Capítulo 18	298
MULTIMORBIDADES EM PESSOAS IDOSAS DEPENDENTES: PREVALÊNCIA, FATORES ASSOCIADOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS	
Yana Caroline Fernandes Ferreira	

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

Daniella Pires Nunes

Maria Sortênia Alves Guimarães Miele

Capítulo 19 316

O EFEITO DO FOGO NA ESPÉCIE *Ameivula jalapensis* (SQUAMATA: TEIIDAE), ENDÊMICA DA REGIÃO DO JALAPÃO

Geisa Kely Leandro Vitorino da Silva

Heitor Campos de Sousa

Thiago Costa Gonçalves Portelinha

Capítulo 20 333

COMÉRCIO AMBULANTE ALIMENTOS NO ENTORNO DE ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DE PALMAS

Euclésia Alves da Silva

Kellen Cristine Silva

Capítulo 21 351

ESTUDO DA ESTABILIDADE DE CÉLULAS ÍNTEGRAS COM ATIVIDADE DE TRANSFRUTOSILAÇÃO IMOBILIZADAS EM BUCHA VEGETAL PARA A PRODUÇÃO DE FRUTO-OLIGOSSACARÍDEOS

Valéria Pereira da Silva

Sergio Andres Villalba Morales

Michelle da Cunha Abreu Xavier

Sobre os organizadores 364

Capítulo 1

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CREMES HIDRATANTES CONTENDO EXTRATOS DE PLANTAS MEDICINAIS

Beatriz dos Santos Barbosa Barreto¹
Melissa Budke Rodrigues²

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo formular cremes hidratantes contendo produtos naturais e avaliar suas propriedades e estabilidade. Para o trabalho, foram obtidos extratos brutos das folhas de jatobá (*Hymenaea courbaril*) e sálvia (*Salvia officinalis*) para serem incorporados às formulações. A produção dos cremes seguiu uma metodologia de substituição gradual dos componentes químicos tradicionais por alternativas naturais, como a chia (*Salvia hispanica*) para espessante, goma xantana para emulsificante, Aloe vera como umectante e óleo de pequi (*Caryocar brasiliense* camb) como emoliente. Os resultados mostraram que a goma xantana e o óleo de pequi apresentaram desempenho satisfatório desde as primeiras substituições, garantindo boa homogeneidade, estabilidade, espalhabilidade e absorção do creme. No entanto, o extrato de chia impactou negativamente na estabilidade do creme, afetando a cor, o aroma e a estabilidade das formulações, exigindo ajustes na concentração. Os cremes produzidos apresentaram valores de pH variando de 3,68 a 5,19. A formulação denominada Formulação Ideal, combinou os reagentes naturais em proporções adequadas e acrescentou as propriedades desejadas, resultando em um creme com boas características organolépticas e de estabilidade. Testes de estabilidade seguindo o Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos da ANVISA foram realizados, onde os cremes passaram por 30 dias de análise onde foram obtidos bons resultados para os produtos formulados.

Palavras-chave: Cosméticos naturais; Formulação de cremes, Hidratação.

¹ Graduanda em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, PIBIC/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, beatriz.barreto@mail.uft.edu.br

² Doutora em Ciências, curso de Química Ambiental e Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal do Tocantins, melissa.budke@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Crems hidratantes desempenham um papel fundamental no campo da cosmética, sendo indispensáveis para a manutenção da integridade e saúde da pele. Estes produtos auxiliam na preservação da função de barreira natural da pele, protegendo contra o ressecamento, irritações e outros tipos de danos cutâneos, além de contribuir para a saúde geral do tecido dérmico, promovendo o bem-estar, prevenção do envelhecimento precoce, controle da oleosidade e a prevenção de infecções (MICHALUN et al., 2016; RASCHE, 2014).

Estes produtos cosméticos são elaborados por meio da emulsão de duas fases que contribuem para sua espalhabilidade, textura, absorção e capacidade de hidratação cutânea. O componente conhecido como espessante desempenha um papel crucial na consistência, estabilidade e sensação agradável na pele (COSTA, 2012). Os umectantes têm função primordial na hidratação, combatendo o ressecamento e contribuindo para a manutenção da maciez, elasticidade e saúde cutânea (BENSON et al., 2019). Emulsificantes impedem a separação das fases ao longo do tempo (BENSON et al., 2019; REBELLO, 2017) e os emolientes, são substâncias oleosas que suavizam e amaciam a pele, prevenindo o ressecamento e melhorando sua textura (BENSON et al., 2019).

O mercado de cosméticos oferece uma vasta gama de opções de cremes hidratantes, projetados para atender às variadas necessidades dos consumidores. No entanto, muitas destas formulações ainda utilizam ingredientes químicos convencionais, o que representa um desafio considerável para o desenvolvimento de novas alternativas naturais que promovam a saúde e o bem-estar dos usuários (AMARAL, 2015).

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

O Jatobá (*Hymenaea courbaril*) pode ser utilizado em casos de inflamação, cicatrização, assim como possui propriedades antimicrobiana e antifúngica, devido sua composição (OLIVEIRA, 2016). Já a Sálvia (*Salvia officinalis*) possui diversos usos no reforço da imunidade, antisséptica, antioxidantes, e ação anti-inflamatória (PIMPÃO, 2007), sendo alternativas promissoras para a formulação de cosméticos naturais. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo realizar a formulação de cremes hidratantes contendo produtos naturais como o Jatobá e Sálvia e avaliar suas propriedades e estabilidade.

MÉTODO E MATERIAIS

Coleta das amostras e obtenção dos extratos

As folhas de jatobá foram coletadas de um jatobazeiro localizado na UFT-Gurupi. Após, estas foram levadas ao laboratório de Química Analítica, onde passaram por lavagem, secagem à temperatura ambiente e, em seguida, foram trituradas. As folhas de sálvia, por sua vez, foram adquiridas já secas e prontas para uso. Com as folhas secas, aproximadamente 8g de cada amostra foi pesada para extração utilizando 150 ml de etanol a 90% pelo método de extração via Soxhlet. Após o término do processo de extração, o solvente foi completamente removido em um evaporador rotativo, resultando no extrato bruto de cada espécie (ANDRADE, 2014).

O extrato de chia foi obtido por meio de extração via Soxhlet, empregando 15g de chia previamente macerada e metanol como solvente. Após a extração, a solução foi submetida a um rotaevaporador para a completa remoção do solvente. Para determinação dos rendimentos, foi utilizada a Equação 1.

$$R (\%) = \frac{\text{Quantidade de extrato obtido (g)}}{\text{Quantidade de amostra (g)}} \times 100$$

Equação 1

Produção da formulação inicial do creme hidratante

Como amostra padrão, foi elaborado um creme hidratante base seguindo a metodologia descrita na literatura (LEONARDI, et al., 2005). Esta formulação foi utilizada para os testes de modificação dos componentes químicos. O processo de preparação envolveu duas etapas principais: a fase oleosa, preparada inicialmente com 3% de Álcool Cetoestearílico, 2% de Álcool Cetoestearílico Etoxilado e 4% de Óleo Mineral; e a fase aquosa, composta por 1% de Propilenoglicol, 4% de Glicerina e água. Durante a preparação, a fase aquosa foi adicionada à fase oleosa, sendo emulsionada sob agitação constante em banho de gelo até atingir a consistência desejada. Após a formulação base ser concluída, foram realizadas substituições graduais de seus componentes químicos com o objetivo de obter um creme natural.

Testes de substituição do espessante

O processo de modificação do espessante envolveu a substituição do álcool cetoestearílico, principal responsável pela espessura do produto, por chia (*Salvia hispanica*). Inicialmente, foram realizados testes utilizando chia hidratada como espessante do creme. Em seguida, foi utilizado o extrato bruto de chia, com o objetivo de determinar a forma ideal de incorporação desta ao creme. Foram testadas proporções de 2, 3 e 5% de chia,

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

substituindo integralmente o álcool cetosteárilico no creme hidratante. Além disso, foram realizados testes com diferentes proporções combinadas de álcool cetosteárilico e chia, nas razões de 1:1, 1:2, 1:5, 2:1, e 5:1, respectivamente.

Testes de substituição do emulsificante

Nos testes de substituição do emulsificante na formulação do creme hidratante, a goma xantana foi utilizada como substituto do álcool cetosteárilico etoxilado. A goma xantana foi testada em proporções iniciais de 0,5, 1 e 2%, substituindo completamente o emulsificante químico.

Testes de substituição do umectante

Em substituição ao propilenoglicol e à glicerina, comumente utilizados como umectantes, a Aloe vera foi testada como alternativa a esses componentes. Os testes iniciais envolveram a utilização de 0,5, 1 e 2% de Aloe vera, substituindo totalmente o propilenoglicol, mas mantendo a glicerina. Em seguida, foram realizados testes com a remoção da glicerina e a inclusão de 2, 4 e 6% de Aloe vera, mantendo a proporção original de propilenoglicol. Por fim, a substituição total do propilenoglicol e da glicerina foram testadas, utilizando apenas Aloe vera em proporções de 2,5, 5 e 8%.

Testes de substituição do emoliente

Em substituição ao óleo mineral, foram utilizadas diferentes proporções de óleo de pequi (Cariocar Brasiliense camb.), onde este foi utilizado em concentrações de 2, 4 e 6%, substituindo totalmente o óleo mineral e também em testes em concentrações

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

de 1:1, 1:2, 1:5, 2:1, 5:1 de óleo mineral e óleo de pequi, respectivamente.

Produção da formulação de creme hidratante natural

Utilizando as mesmas proporções da formulação base inicial, serão utilizados 3% de chia, 2% de goma xantana e 4% de óleo de pequi como componentes da fase oleosa e 5% de Aloe vera e água como a fase aquosa. A parte aquosa será vertida sobre a parte oleosa e emulsionadas em agitação constante em banho gelado até atingir a consistência desejada. As proporções de cada reagente serão testadas e analisadas e também considerando a qualidade do produto final obtido.

Adição dos extratos brutos e essências nas formulações obtidas

Como último passo, na composição do creme hidratante que for escolhido para continuar com os testes, serão adicionados os extratos brutos do Jatobá e da Sálvia, em concentrações iniciais de 0,2, 0,5, 1,0 e 2%. Também serão testadas diferentes concentrações de essências como 0,5, 0,7 e 1,0%.

Realização dos testes de estabilidade nos cremes hidratantes obtidos

Todos os testes que serão realizados seguirão o Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos da ANVISA. Com isso, testes de estabilidade em diferentes temperaturas, avaliação do pH, estabilidade em centrífuga, teste colorimétrico, densidade e análise macroscópica serão realizados. Nos testes macroscópicos,

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

as amostras serão observadas 24h após o preparo, visando identificar possíveis alterações na cor, consistência, presença ou ausência de visíveis indicadores de instabilidade (separação de fases, sedimentação e formação de grumos) (ANVISA, 2008).

Para os testes de estabilidade utilizando diferentes temperaturas, as amostras de creme serão avaliadas durante 90 dias em temperatura ambiente (25°C), estufa a 40°C e geladeira, conforme metodologias relatadas na literatura. (DO ROSARIO et.al 2021). O teste de medição do pH será realizado com um pHmetro de bancada, conforme metodologias relatadas na literatura. (DO

ROSARIO, et.al 2021) Os testes de centrifugação, serão realizados em tubos do tipo Falcon, onde serão adicionados 5g da amostra do creme hidratante e submetidas a ciclos de 1000, 2500 e 3500 rpm durante 15 minutos, conforme metodologia relatada na literatura (ANVISA, 2008).

O teste de Colorimetria é realizado de forma visual, as cores presentes nos cremes são analisadas e demarcadas. A densidade do creme hidratante foi realizada através da adição de 5 ml de creme hidratante em uma proveta e após foi efetuada a pesagem desta. Com isso, a densidade foi determinada a partir da Equação 2 (ANVISA, 2008).

$$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \quad \text{Equação 2}$$

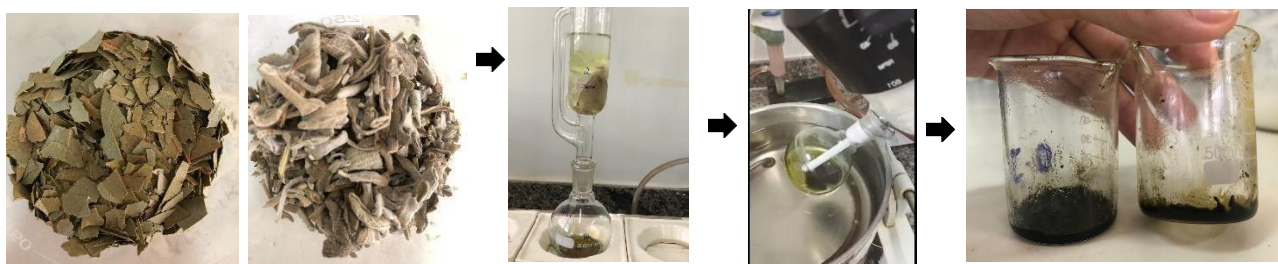
O teste de espalhabilidade foi realizado através do espalhamento do produto em um vidro de relógio. Neste teste, os resultados correspondem à área de espalhamento com a força aplicada sobre o produto (SANTOS, 2021).

DADOS E DISCUSSÃO

Obtenção dos extratos brutos

Na Figura 1 encontra-se ilustrado o processo de obtenção dos extratos de jatobá e sálvia.

Figura 1- Obtenção do extrato bruto de sálvia a jatobá.



a)folhas de jatobá e sálvia.b) extração via soxhlet.c) rotaevaporador.d) extratos obtidos. Fonte: Autor, 2024.

Através deste processo, foi possível obter 0,92g de extrato de jatobá e 2,16g de extrato de sálvia, o que resultou em rendimentos de 9,14% e 21,47%, respectivamente. Para a obtenção do extrato de chia, este resultou em 1,59 g de extrato que apresentou rendimento de 10,57 %.

Resultados dos testes de substituição do espessante

A chia (*Salvia hispânica*), utilizada como substituinte do álcool cetosteárilico, é rica em ômega-3 e antioxidantes, o que proporciona benefícios para a pele, além de conter compostos que a tornam um espessante natural e nutritivo. Inicialmente, foi testado o seu uso na formulação sob a forma hidratada, mas devido ao alto teor de água absorvido durante o processo de hidratação, a adição de chia ao creme alterou a quantidade de água necessária na composição final, o que desestabilizou a formulação, resultando em desempenho insatisfatório

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

tanto em usos totais quanto parciais.

Em seguida, a chia foi aplicada na forma de extrato bruto, no entanto, a substituição total não alcançou os resultados esperados. Bons resultados de homogeneidade e espalhabilidade foram observados apenas nos cremes que continham menor quantidade de extrato de chia e quantidades significativas de álcool cetosteárilico. Devido à coloração e ao aroma fortes do extrato, a coloração dos cremes só foi aceitável nas formulações com a menor quantidade de chia, e o aroma não foi considerado satisfatório em nenhuma das amostras. Esses resultados estão detalhados na Tabela 1 classificados em V= bom e X= ruim em comparação ao creme base.

Tabela 1- Qualidade de substituição do extrato bruto de chia.

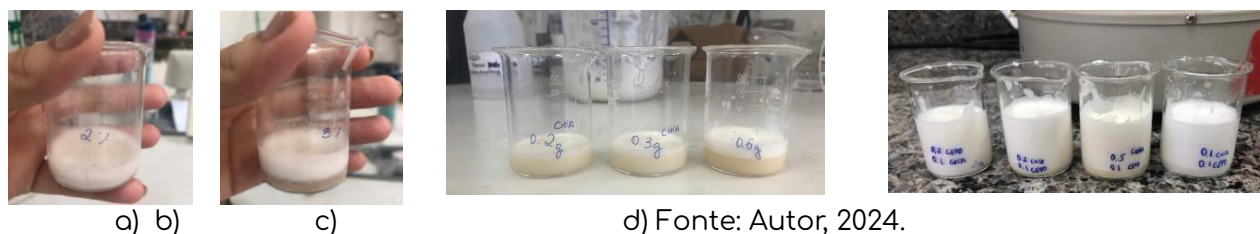
SUBSTI TUIÇÃO	HOMO GENEIDADE	ESPALHA BILIDADE	C OR	ARO MA
2%	X	X	X	X
3%	X	X	X	X
5%	X	X	X	X
1:1	X	X	V	X
1:2	X	X	V	X
1:5	V	V	X	X
2:1	V	V	V	X
5:1	V	V	V	X

V= bom X= ruim. Fonte: Autor, 2024.

Na Figura 2 é possível observar a separação de fases nos cremes (a, b e c), evidenciando que aqueles contendo chia hidratada em sua formulação não apresentaram homogeneidade entre as fases oleosa e aquosa. Por outro lado, os cremes com extrato de chia (d) demonstraram uma melhor homogeneidade em comparação aos que continham chia

hidratada.

Figura 2- Resultados dos testes de substituição do espessante.



Resultados dos testes de substituição do emulsificante

A goma xantana foi escolhida para substituir o álcool cetosteárilico etoxilado, por sua coloração branca e odor praticamente inexistente. Esta facilita a mistura de óleo e água, além de promover uma emulsão estável. Desde os primeiros testes, que envolveram a substituição total do álcool cetosteárilico etoxilado, seu uso no creme apresentou os resultados satisfatórios, não havendo necessidade de realizar testes de substituição parcial. Os cremes resultantes apresentaram boa homogeneidade, espalhabilidade suave e uma absorção eficiente pela pele, sem alterar a cor ou o aroma do produto. Na Figura 3, alguns dos resultados obtidos são ilustrados.

Figura 3- Cremes desenvolvidos com a substituição do emulsificante.



a) 0,5% de goma xantana. b) 1% de goma xantana. c) 2% de goma xantana
Fonte: Autor, 2024.

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

Resultados dos testes de substituição do umectante

A Aloe vera utilizada nos testes como umectante, possui componentes que ajudam a manter a umidade na pele, além de ser rica em vitaminas, aminoácidos e minerais. Devido a esses benefícios, esta proporcionou bons resultados em todas as substituições realizadas, mostrando-se mais eficaz nos cremes com maior concentração, apresentou boa homogeneidade, ótima espalhabilidade sem alterar a cor ou o aroma. Na Figura 4, são ilustrados os produtos obtidos.

Figura 4- Qualidade de substituição do umectante.



Fonte: Autor, 2024.

Resultados do teste de substituição do emoliente

Nestes testes, utilizou-se o óleo de pequi obtido comercialmente devido a suas propriedades como ação anti-inflamatória (DINIZ, 2015), atividade cicatrizante (BATISTA et al, 2010; BERTOLINO, 2019.) e antioxidante (NASCIMENTO, 2018.), além de possuir em sua composição carotenoides que impedem a formação de radicais livres reduzindo o envelhecimento cutâneo. Devido às suas propriedades, o óleo de pequi apresentou-se como bom substituto ao óleo mineral, demonstrando boa homogeneidade, espalhabilidade, cor e aroma ainda nos testes de substituição total, não sendo necessário a realização dos testes parciais do mesmo (Figura 5).

Figura 5- Qualidade de substituição do emoliente.



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

Fonte: Autor, 2024.

Formulação de creme hidratante natural e formulações finais

Após todas as modificações e dos testes organolépticos concluídos, foi escolhido entre as formulações realizadas, a quantidade de reagentes naturais ideais que resultaram em um produto de qualidade, considerando os aspectos organolépticos e de espalhabilidade, para que estas fossem utilizadas em uma formulação contendo a maior quantidade possível de reagentes naturais. Essas etapas incluem o desenvolvimento de novas formulações com as quantidades determinadas nos testes anteriores até que fosse obtido um resultado satisfatório e pudesse ser introduzido na nova formulação os extratos de

jatobá e sálvia assim como a essência. As novas formulações com substituições foram chamadas de FN representando a Formulação natural, creme MaP que são os de Maiores proporções, MeP para os de Menores proporções e por fim chegou-se a FI indicando a Formulação ideal com as quantidades de produtos naturais que melhor se adaptaram (Tabela 2).

Tabela 2- Cremes com novas formulações.

FORMULAÇÃO	QUANTIDADE DE REAGENTES %				
S					
Alcool cetoestearílico	Chia	Alcool cetoeste arílico etoxilado	Gom a Xanta na	Oleo de pequi	Aloe vera

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

FN	3	0	2	4	5
MaP	1	0	2	6	8
MeP	1	0	1	4	5
FI	1	1	1	6	8

Fonte: Autor, 2024.

Os cremes da Tabela 2 também foram analisados quanto a sua qualidade organoléptica para que prosseguisse com os demais testes de espalhabilidade, centrifugação e determinação do pH. A Tabela 3 expõe os resultados obtidos nos testes de homogeneidade, espalhabilidade, cor e aroma.

Tabela 3- Testes com as novas formulações.

FORM ULAÇÕES	HOMOGE NEIDADE	ESPALHA BILIDADE	C OR	AROM A
FN	V	V	X	X
MaP	V	V	V	X
MeP	V	V	V	X
FI	V	V	V	X

V= bom X= ruim. Fonte: Autor, 2024.

A FN contendo a substituição total de todos os reagentes químicos pelos reagentes naturais demonstrou boa homogeneidade já que não houve separação de fases ou sedimentação de reagentes durante 24 horas também obteve boa espalhabilidade com consistência bem leve, com semelhanças a um creme em gel, devido a substituição do álcool cetosteárilico etoxilado pela goma xantana. No entanto, não apresentou boa coloração devido à grande proporção de chia utilizada, pois o extrato da mesma apresentou coloração forte assim como o seu odor que afetou diretamente no aroma do creme. As formulações MaP e

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

MeP, apresentaram boa homogeneidade, espalhabilidade e cor, por outro lado o extrato de chia deixou o aroma forte característico do seu extrato. A formulação MeP foi dispensada devido a sua consistência, que assim como o creme FN apresentou uma consistência gelatinosa, não consistente para um creme hidratante corporal. A partir dos pontos negativos citados foi desenvolvido o creme FI, que apresentou em sua composição as maiores quantidades de óleo de pequi e de Aloe vera que não afetam diretamente a consistência do creme e puderam ser usados na quantidade esperada, e aos reagentes que afetam diretamente no creme que são os agentes espessantes e emulsificantes foram usados na quantidade adequada para oferecer ao creme a consistência adequada. Para os testes iniciais demonstraram boa homogeneidade, espalhabilidade e cor, o aroma continuou comprometido devido ao uso do extrato da chia. Acredita-se que o fator do odor característico de chia pode ser corrigido com o uso de uma essência ideal que diminua o seu efeito na formulação.

Resultado da adição dos extratos brutos e essências nas formulações obtidas

Após a formulação final ser definida, foi adicionada a ela os extratos brutos do Jatobá e da Sálvia, em concentrações iniciais de 0,2, 0,5, 1,0 e 2%. A concentração de 0,2% de ambos os extratos foi adicionada a FI, apresentando coloração verde claro, não afetando a estabilidade ou o odor da emulsão. O teste contendo a proporção de 0,5% obteve coloração verde um pouco mais forte, porém também não afetou a estabilidade do creme. Para a concentração de extratos o último teste realizado foi de 1,0%, que proporcionou ao creme boa estabilidade além de coloração esverdeada e odor característico dos extratos brutos, devido à coloração intensa e marcante do extrato, que apresentou um

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

tom verde vibrante, e ao fato de que a concentração de 1,0% já conferiu as características desejadas, não foi necessário o acréscimo de 2% nos testes.

Com o creme FI contendo 1% de extratos, foram adicionados inicialmente 0,5% de essência de flor de pequi, que remete a um dos componentes escolhidos para as substituições, ele demonstrou aroma agradável, porém fraco. Adicionando 0,7% de essência foi o que apresentou melhor aroma. Sendo assim, a porcentagem escolhida foi a de 0,7%, pois esta proporção de essência já apresenta as características desejadas, resultando na formulação final.

Resultados dos testes de estabilidade nos cremes hidratantes obtidos

Os testes de estabilidade foram realizados com os cremes que melhor seguiram o objetivo central do trabalho, ou seja, os que continham a maior quantidade de substituinte natural sem prejudicar diretamente a estabilidade do creme hidratante. Assim, foram realizados os testes de estabilidade em diferentes temperaturas, avaliação do pH, estabilidade em centrífuga, teste colorimétrico, densidade e análise macroscópica com esses cremes. O primeiro teste realizado foi o teste macroscópico, que visa identificar alterações na cor, consistência, presença ou ausência de visíveis indicadores de instabilidade como separação de fases, sedimentação e formação de grumos, durante as 24 horas iniciais (ANVISA, 2008).

Nenhum dos cremes analisados apresentaram qualquer alteração na formulação como pode ser analisado na Tabela 5, demonstrando aspectos esperados, a cor, consistência e estabilidade macroscópica de emulsões são importantes parâmetros a serem analisados. As emulsões de Figueiredo (2014) e Do Rosario (2021) também demonstraram boa cor, consistência e estabilidade durante os testes por eles realizados, expressando a importância da análise macroscópica. Quanto ao pH dos cremes produzidos, os resultados obtidos podem ser visualizados na

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

Tabela 4, juntamente com os testes de centrifugação.

Tabela 4- Análise de pH e centrifugação das formulações.

FORMULAÇÃO	pH		CENTRÍFUGA (rpm)		
	Inicial	30 dias	1000	2500	3500
Chia 1:2 acool cetoestearílico	5,12	5,07	S	S	S
Chia 1:5 acool cetoestearílico	5,13	5,01	S	S	S
1% de goma xantana	4,89	4,89	S	S	S
2% de goma xantana	4,75	4,68	S	S	S
5% de aloe vera	5,14	4,80	S	S	S
8% de aloe vera	5,15	4,62	S	S	S
4% de óleo de pequi	4,96	3,68	S	S	S
6% de óleo de pequi	4,83	4,00	S	S	S
Formulação natural	4,80	4,60	S	S	S
Menor proporção	4,83	4,69	S	S	S
Maior proporção	4,82	4,73	S	S	S
Proporção ideal	4,95	5,19	S	S	S
Proporção ideal e 1% de extrato	4,91	X	S	S	S
Formulação final	5,10	X	S	S	S

S= sem alterações; C= com alterações; X= sem resultado. Fonte: Autor, 2024.

Cosméticos corporais devem apresentar pH entre 4,5 e 6,5 (ALVES et al., 2016), pois é o pH semelhante ao da pele, esse ambiente levemente ácido é crucial para a função de barreira da pele, protegendo contra microrganismos, poluentes e outros agentes irritantes, os cremes hidratantes que apresentam pH dentro dessa faixa ajudam a manter o equilíbrio do pH da pele, promovendo a saúde e prevenindo problemas como ressecamento ou irritação. A maioria dos cremes formulados neste trabalho apresentaram pHs dentro da faixa determinada, exceto o creme de 4% de óleo de pequi que apresentou pH mais ácido, permanecendo

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

fora da média estabelecida. Em todos os cremes houve diminuição de pH ao longo dos dias. As formulações de Rodrigues (2013), Vogel (2019) e Do Rosario (2021) utilizando óleos vegetais e ativos naturais também apresentaram este comportamento.

No entanto, os cremes Proporção ideal e 1% de extrato e Formulação final não alcançaram 30 dias para que pudesse novamente ser realizado o pH dos mesmos.

Na Tabela 5 é possível verificar os resultados de colorimetria e densidade obtidos para as formulações.

Tabela 5- Análise macroscópica das formulações.

FORMULAÇÃO			COR	DENSID ADE
Chia	1:2	acool	Amarelo claro	0,568
cetoestearílico				
Chia	1:5	acool	Amarelo claro	0,906
cetoestearílico				
1% de goma xantana			Branco	1,050
2% de goma xantana			Branco	0,932
5% de aloe vera			Branco	0,736
8% de aloe vera			Branco	0,604
4% de óleo de pequi			Amarelo claro	0,766
6% de óleo de pequi			Amarelo claro	0,854
Formulação natural			Marrom	1,076
Menor proporção			Amarelo claro	0,876
Maior proporção			Amarelo claro	0,840
Proporção ideal			Amarelo claro	0,800
Proporção ideal e 1% de extrato			Verde	0,642
Formulação final			Verde	0,766

S= sem alterações; C= com alterações.

Fonte: Autor, 2024.

Os cremes testados apresentaram coloração característica aos

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

extratos ou óleos utilizados, como exemplo as formulações com substituição por óleo de pequi, apresentaram coloração amarelada devido a cor amarela presente neste óleo. Já os cremes finais que contém extratos de jatobá e sálvia apresentaram coloração mais esverdeada. Silva (2022) apresentou a densidade próxima aos cremes realizados para esse trabalho, obtendo valores de densidade 0,91-1,05 para a formulação contendo extratos vegetais.

Para os testes de estabilidade utilizando diferentes temperaturas, as amostras de creme foram analisadas durante 90 dias em T.A que se refere à temperatura ambiente e em geladeira, medindo seu pH durante o tempo inicial, 30 dias e 90 dias, como descrito na Tabela 6.

Tabela 6- Análise de estabilidade em diferentes temperaturas.

FORMULAÇÃO	pH T.A			pH Geladeira		
	Inicial	30 dias	90 dias	Inicial	30 dias	90 dias
Formulação natural	4,80	4,60	5,49	4,80	4,83	5,82
Menor proporção	4,83	4,69	5,39	4,83	4,74	5,94
Maior proporção	4,82	4,73	5,47	4,82	4,79	5,82
Proporção ideal	4,95	5,19	7,22	4,95	4,89	5,85

Fonte: Autor, 2024.

Observa-se que todas as formulações de creme listadas na tabela apresentaram um aumento do pH após o período de 90 dias. Contudo, permaneceram dentro dos limites estabelecidos, com exceção do creme denominado "Proporção ideal", cujo pH ultrapassou a faixa aceitável. Dessa forma, os valores obtidos são adequados para formulações de cremes corporais, pois mantêm-se dentro da faixa de pH compatível com a pele. A alteração do pH ao longo do tempo é um comportamento normal, conforme demonstrado no estudo de Do Rosário (2021), que também observou variação no pH após 90 dias em suas condições de

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

temperatura, com valores de 4,90 (estufa), 5,18 (geladeira) e 5,20 (ambiente). De maneira similar, Silva (2022) registrou uma variação no pH de 3,69 a 5,84 entre a medição inicial e após 90 dias.

Também é notável que alguns dos cremes que foram trabalhados durante esse projeto não estão apresentados na tabela, pois os mesmos não completaram 90 dias até a data estimada, portanto não foi possível realizar esse teste com eles. Estes serão concluídos após a elaboração deste relatório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de cremes hidratantes naturais, utilizando ingredientes como chia, Aloe vera, óleo de pequi, extratos de jatobá e sálvia, mostrou-se promissor em termos de eficácia e segurança para a pele. Os testes realizados indicaram que substituições parciais ou totais de componentes químicos convencionais por alternativas naturais podem manter ou até melhorar a qualidade dos produtos, especialmente em aspectos como homogeneidade, espalhabilidade e hidratação. Apesar de alguns desafios enfrentados, como a influência da coloração e do aroma dos extratos vegetais na formulação final, os resultados obtidos com a Formulação Ideal foram satisfatórios. Essa formulação conseguiu equilibrar as propriedades desejadas com a utilização mínima de reagentes químicos, atendendo ao objetivo principal do trabalho.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos. 2008.
- ANDRADE, B. K. S. A. Estudo do processo de extração do óleo do pinhão

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

manso. 2014. Trabalho de conclusão de Curso de graduação (Graduação em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

AMARAL, F. Técnicas de Aplicações de óleos essenciais: terapias de saúde e beleza. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2015. 236 p.

BATISTA, J. S. et al. Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum wittm*) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos. Arquivos do Instituto Biológico, v. 77, p. 441-447, 2020.

BERTOLINO, Jéssica Fernanda et al. Aplicabilidade do óleo de pequi na cicatrização. Enciclopédia Biosfera, v. 16, n. 29, 2019.

BENSON, Heather et al. Cosmetic Formulation: principles and practice. [S.l: s.n.], 2019.

COSTA. Tratado Internacional de Cosmecêuticos. Guanabara Koogan. [S.l: s.n.], 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/fvm939e.pdf>.

DINIZ, Danielle Mendes. Atividade anti-inflamatória de microemulsão contendo óleo de pequi (*Caryocar coriaceum W.*). 2015. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

DO ROSARIO, Marcelino Santos et al. Estudo de estabilidade de emulsão cosmética com potencial de creme hidratante para o tratamento da xerose cutânea utilizando o óleo de babaçu (*Orbignya phalerata martius*). Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 29552-29570, 2021.

LEONARDI, Gislaine Ricci et al. Cosmetologia Aplicada. Livraria e Editora Medfarma, ed. 2005.

MICHALUN, M. V.; DINARDO, J. C. Milady dicionário de ingredientes para cosmética e cuidados da pele. 4. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2016. 381 p.

NASCIMENTO, Lizie Martins do. Óleo de pequi: um nutracêutico com propriedades antioxidantes: uma revisão de literatura. 2018. 54 f., il.

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

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

OLIVEIRA, S. K. S. Etnobotânica em duas comunidades da terra indígena São Marcos. Roraima, Brasil. 2016. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Conservação) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará. Belém, 2016, 113f.

PIMPÃO, Roberta Battistotti et al. Estudo fitoquímico da espécie vegetal *salvia officinalis*. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

RASCHE, W. D. Formulação e análise de gel-creme hidratante facial. 2014. 19 f. Artigo (Técnico em Química) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

REBELLO, T. Guia de Produtos Cosméticos. 12.ed.rev.ampl. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2017.

RODRIGUES, T. S. et al. Métodos de secagem e rendimento dos extratos de folhas de *Plectranthus barbatus* (boldo-da-terra) e *P. ornatus* (boldo-miúdo). Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 13, p. 587-590, 2011.

RODRIGUES L. M. Desenvolvimento e Estudo de Estabilidade Preliminar de Emulsões Óleo/Água (O/A) a Base de Óleos Vegetais para Prevenção e/ou Adjuvante no Tratamento de Úlceras por Pressão. 2013. Monografia (Graduação em Farmácia) Faculdade de Ceilândia, Universidade de Brasília, 2013.

SANTOS, F. D. R. P.; BELFORT, M. G. S.; LUCENA, V. B.; CHAVES, J. A. Características Físico-Químicas de um Sérum Desenvolvido à Base do Óleo de Buriti (*Mauritia Flexuosa*) Para Pele Idosa. Revista Enfermagem Atual In Derme, v. 95, n. 33, p. 1-15, 2021.

SILVA, R. P. Produção e desenvolvimento de creme hidratante a partir de extratos vegetais de cacau (*Theobroma cacao*) e da amora (*Morus nigra*). 2022. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) Instituto

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

Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2022.

VOGEL, E. M. Avaliação da qualidade de cosméticos com ativo cafeína em bases galênicas gel e creme elaborados por farmácias magistrais na cidade de Campo Mourão -PR. Dissertação (Mestrado) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 2

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DE COCHLOSPERMUM REGIUM CONTRA O MOFO BRANCO

Alice Barbosa Cruz¹
Vanessa Mara Chapla²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo obter extratos de fungos endofíticos da planta *Cochlospermum regium* (algodãozinho- do-cerrado) para combater o fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco), uma praga de difícil controle que devasta plantações. Inicialmente, foram realizados testes de potencial antagonista, com confronto direto entre os fungos fitopatógeno e os endófitos. Após o cultivo e a obtenção dos extratos brutos foi realizada a análise do perfil químico por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), além de testes de atividade antifúngica, para verificar se os extratos poderiam inibir o crescimento do fitopatógeno, de atividade antibacteriana, para observar a resposta dos extratos frente às bactérias *Stenotrophomonas maltophilia* e *Acinetobacter baumannii* e atividade citotóxica contra linhagens celulares. Ademais, foi efetuada a análise das redes moleculares fornecidas pelo GNPS2. Como resultado, os fungos endofíticos conseguiram impedir o crescimento do mofo branco no confronto direto, mas não houve resposta positiva nos ensaios antifúngico, antibacteriano e citotóxico. Na análise do perfil químico, foi notável a presença de diversos compostos no extrato obtido do fungo endofítico, além de metabólitos secundários importantes anotados nas redes moleculares, relevantes para a pesquisa.

Palavras-chave: Fungos endofíticos; Mofo branco; Redes moleculares.

¹ Graduanda em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, PIBIC/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, barbosa.alice@mail.uft.edu.br.

² Doutora em Química, Curso de Química Ambiental, Universidade Federal do Tocantins, vmchapla@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

Os fungos endofíticos, definidos como microrganismos simbiontes que habitam o interior dos tecidos vegetais, são de suma importância no desenvolvimento da espécie hospedeira. São um fator essencial de crescimento vegetal, e possuem potencial antagonista como controle biológico de pragas e doenças. A interação simbiótica entre o hospedeiro e os microrganismos, que varia de acordo com cada espécie, ajuda na produção de compostos que auxiliam na sobrevivência e no desenvolvimento da planta. Estes compostos podem imputar resistência a fitopatógenos e a insetos, e atuarem como fitorreguladores (OLIVERA et al., 2020; REIS, 2022).

A planta *Cochlospermum regium* (Schrank), também conhecido como algodãozinho-do-cerrado, pertencente à subfamília Cochlospermaceae, é um arbusto nativo do cerrado brasileiro, Paraguai e Bolívia. É popularmente usada para tratamentos como infecções ginecológicas, gastrite e úlceras, analgésico, anti-inflamatório e antiedematogênico (LEME, 2016). Estudos referente aos fungos endofíticos associados a *C. regium*, demonstram que estes possuem capacidade de produzir compostos bioativos, principalmente com atividade aleloquímica (DANTAS, et al., 2022, ARRUDA, et al., 2022).

O fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum* também conhecido como vetor da doença mofo branco, tem por característica ser agressivo, específico e cosmopolita para plantas. Uma vez infectada, este patógeno provoca perdas de produção e redução da qualidade, além de permanecer viável no solo por vários anos devido possuir escleródios, fazendo com que a praga seja de difícil controle (BOLTON et al., 2006; LU, 2003; REIS, 2022).

A busca por alternativas que possam substituir produtos químicos usados na agroindústria é fomentada pela necessidade de encontrar

produtos que sejam sustentáveis e economicamente viáveis, e por essa razão, fungos endofíticos possuem potencial para desempenhar alguns papéis na agricultura. Esses são capazes de auxiliar no crescimento das plantas, induzir resistência a estresses externos e agir como agente de controle biológico contra fitopatógenos, insetos e pragas. Além disso, produzem compostos bioativos com atividades biológicas que podem ser introduzidas no setor agrícola (GRABKA et al., 2022).

Desse modo, este projeto visa buscar uma alternativa, menos agressiva à natureza e a saúde humana, para o controle da doença mofo branco causada pelo fungo fitopatógeno *S. sclerotiorum*. A partir de extratos ativos de fungos endofíticos, isolados da espécie medicinal *C. regium*, contra o fitopatógeno, para o desenvolvimento de um bioproduto fungicida.

MÉTODO E MATERIAIS

Realizaram os experimentos no Laboratório de Reatividade dos Compostos Orgânicos da Universidade Federal do Tocantins campus Gurupi. Os fungos endofíticos utilizados para a realização deste trabalho foram isolados das folhas e caules da espécie vegetal *C. regium* de acordo com a metodologia descrita por (MORAES et al., 2023). O fitopatogeno *Sclerotinia sclerotiorum* foi cedido pelo professor Dr. Geraldo Humberto Silva da Universidade Federal de Viçosa.

Cultivo dos microrganismos

Os fungos endofíticos e o fitopatógeno *S. sclerotiorum* foram cultivados em meio BDA (200g de batata, 20g de dextrose, 20g de ágar e 1L de água destilada) com antibiótico (Amoxicilina Triidratada 500 mg)

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

(70 mg/L). Os fungos endofíticos isolados da *C. regium* foram cultivados em meio de cultura BDA, para isso, os endófitos foram inoculados no centro das placas de Petri, em seguida, fez-se a incubação dos fungos em estufa bacteriológica por um período entre 7 dias a 25 °C. Realizou-se o mesmo processo de inoculação e incubação para o fitopatógeno.

Todos os materiais utilizados para o cultivo dos microrganismos foram esterilizados em autoclave e, desinfetados superficialmente com álcool 70% e irradiação por luz ultravioleta, todo o processo de inoculação foi feito em câmara de fluxo laminar.

Armazenamento dos microrganismos endofítico

A preservação dos fungos cultivados em placas Petri foi feita em triplicata. Após o crescimento micelial, as colônias foram repicadas e transferidas para frascos com água estéril, sendo então armazenadas em temperatura ambiente no Laboratório de Reatividade de Compostos Orgânicos.

Avaliação da atividade antagonista

Para realizar o ensaio antagonista *in vitro*, foi seguida a metodologia de culturas pareadas em placas, descrita por Mariano (1993). Essa técnica, permite ter confronto direto entre os fungos endofíticos obtidos contra o fitopatógeno *S. sclerotiorum* (SS). Os discos de 6 mm de diâmetro foram colocados em pontos equidistantes em placas de Petri contendo meio de cultura BDA. Um disco foi retirado da colônia do fitopatógeno e o outro da colônia do fungo endofítico, sendo ambos cultivados por um período de 7 dias.

Após o pareamento, as placas de Petri foram incubadas a 25°C por um período de 7 a 10 dias, ou até que o fungo endofítico e o fitopatógeno entrassem em contato. Como controle, o fitopatógeno foi

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

inoculado sem a presença do fungo endofítico.

Para avaliar o ensaio antagonista, aguardou-se até que a colônia do fitopatógeno (controle) alcançasse a borda da placa de Petri. Após o pareamento, os diâmetros dos fitopatógenos foram medidos usando um paquímetro manual. O teste foi realizado em triplicata e os valores foram submetidos à análise de variância utilizando o programa SISVAR 5.6. Para comparar as médias, foi utilizado o teste de Tukey com 5% de probabilidade. O percentual inibitório do fitopatógeno SS pode ser calculado pela Equação 1.

$$\%PI = (Dc - Dt/Dc) \times 100 \quad (1)$$

Em que, as siglas expressam:

%PI = percentual de inibição;

Dc = diâmetro médio da colônia do patógeno (placas controle SS);

Dt = diâmetro médio do patógeno frente ao antagonista isolado endofítico (placas confronto).

Crescimento em meio líquido e obtenção dos extratos brutos

Os fungos endofíticos isolados da *C. regium*, que demonstraram o maior potencial inibitório do fitopatógeno durante o ensaio antagonista, foram escolhidos para a obtenção de extratos brutos. Esses fungos endofíticos selecionados foram codificados como Cr-11 e Cr-12.

Os endófitos foram cultivados em placas de Petri contendo meio BDA por um período de 7 a 10 dias. Em seguida, cada fungo foi inoculado em três frascos Erlenmeyers de 500 mL contendo 300 mL de meio líquido PDB (200g de batata, 20g de dextrose e 1L de água destilada) e mais 2 Erlenmeyers contendo 300 mL do meio PDB para

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

controle. Os fungos foram incubados em meio líquido por 21 dias à temperatura ambiente, em uma mesa agitadora a 100 rpm.

Após o período de incubação, o caldo foi filtrado convencionalmente para obter um líquido clarificado. Para isso, utilizou-se uma bomba de vácuo, um filtro de Büchner com papel de filtro e um Kitasato. O filtrado foi então submetido à extração líquido/líquido usando um funil de separação com acetato de etila (AcOEt) em uma proporção de 2:1 (volume do filtrado: volume de acetato de etila), realizando-se essa etapa três vezes para cada fungo e o controle. Por fim, o acetato de etila foi evaporado em um evaporador rotativo sob pressão reduzida a 45°C, resultando assim no extrato bruto de acetato de etila de cada fungo endofítico selecionado e do meio de cultivo (controle).

Perfil químico dos extratos brutos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

Os extratos brutos foram analisados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE- DAD), em um equipamento de cromatografia líquida Shimadzu: bomba Shimadzu LC- 6AD; Shimadzu CBM- 20, Detector SPD - M20A. Os perfis cromatográficos foram obtidos em gradiente exploratório, sendo fase estacionária uma coluna analítica Agilent Eclipse Plus (C-18, 150 x 4,60 mm e 5µm) e a eluição em gradiente de H₂O: CH₃OH (1:1 v/v a 0:100%) em 30 minutos com vazão de 2,0 mL/min (CHAPLA et al., 2013).

Ensaio antifúngico e antibacteriano

Realizou-se os ensaios para detectar a atividade antibacteriana e antifúngica dos extratos brutos obtidos dos fungos Cr-11 e Cr-12.

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

A atividade antifúngica dos extratos brutos foi realizada frente ao fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum* utilizando a metodologia de poços difusos. Cresceu-se a cepa do fitopatógeno em placas de Petri com meio de cultivo BDA, por cerca de 7 dias. Para o ensaio, retirou-se um disco micelial da cultura recém-crescida de *S. sclerotiorum* que foi depositada

no centro de placas de Petri com meio BDA, inoculou-se as placas entre 2 a 3 dias. Passado o período de incubação, fez-se perfuração no meio de cultura com cerca de 1 cm de distância da borda da placa, aos poços foram adicionado solução dos extratos brutos (20mg/mL) e do controle DMSO com 5% de ágar. O fitopatógeno foi inoculado em placas sem extratos ou solvente para avaliar seu crescimento. Realizou-se o ensaio em triplicata. A inibição do crescimento do fitopatógeno foi analisada utilizando o crescimento micelial radial, seguindo a equação:

$$PI = [(Rc - Re) / Rc] \times 100$$

Em que, PI é o percentual de inibição, RC o raio do controle negativo, Re o raio referente aos extratos brutos e o controle com DMSO.

O ensaio antibacteriano foi realizado baseado na metodologia do Teh (2017). Em primeira instância, preparou-se o meio líquido BHI (Brain Heart Infusion) e verteu 10 mL em seis tubos Falcon. Em seguida, adicionou 100 µL da suspensão bacterianas de *Stenotrophomonas maltophilia* e *Acinetobacter baumannii* cedidas pelo Laboratório de Biomoléculas e Vacinas (LABVAC-UFT). Foi utilizado 3 tubos para cada bactéria. Após inoculação, deixou em overnight a 37°C e, depois, foi feita a medição da absorbância no espectrofotômetro a 600 nm.

Ajustou a suspensão bacteriana até o Padrão 0,5 McFarland, após foi adicionado 100 µL da suspensão bacteriana nas placas contendo meio BHI e espalhou com o auxílio de uma alça de Drigalski em toda a placa. Em seguida, colocou-se discos de papel filtro esterilizados na superfície e pipetou-se 10 µL da solução dos extratos brutos (20 mg/mL) em pontos equidistantes da placa juntamente com o DMSO, utilizado

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

como controle negativo. O ensaio foi realizado em triplicata e analisou após 24h e 48h a inibição do crescimento das bactérias.

Ensaio da atividade citotóxica

Os extratos brutos foram testados em concentrações variando de 40 a 0,16 $\mu\text{L/mL}$ em células aderentes HaCat (queratinócitos humanos não tumorais) e HCT-116 (células epiteliais humanas de câncer de cólon), seguindo a metodologia de triagem de alto desempenho (HTS - High-Throughput Screening). A contagem de núcleos em imagens de microscopia foi utilizada como parâmetro, conforme a análise de alto conteúdo (HCA - High-Content Analysis) (INVITROGEN, 2020). Esse ensaio foi conduzido em colaboração com a pesquisadora Daniella B. B. Trivella, do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM).

Análise de UPLC-MS/MS e Construção das redes moleculares

Os extratos brutos foram enviados para o Laboratório de Gestão de Compostos (LGC/LNBio- CNPEM) e, conseguinte, foram solubilizadas com DMSO 100% a uma concentração de 10 mg/mL no Laboratório de Gestão de Compostos, seguindo POP.LNBio.LGC.007. As amostras foram centrifugadas a 990 xg por um minuto, agitadas e submetidas a um banho ultrassônico em potência mínima com água na temperatura ambiente por 5 minutos, para assegurar sua homogeneidade. Após esse processo, as amostras foram armazenadas em tubos de 1,4 mL codificados sob atmosfera de nitrogênio a -20°C , aguardando futuras análises de UPLC-MS/MS.

O perfil cromatográfico das amostras foi obtido através de

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

cromatografia líquida (CL) usando o sistema UPLC Acquity HClass (Waters), equipado com uma coluna C18 BEH Acquity de 1,7 μ m (2,1 x 100 mm, Waters). O gradiente de eluição foi programado da seguinte maneira: 90% de água, 5% de acetonitrila (CH₃CN) e 5% de solução de

ácido fórmico a 2% (fase móvel inicial); aos 10 minutos, aumentando a concentração de CH₃CN para 95%, e mantendo 5% da solução de ácido fórmico a 2% (curva 6); aos 12 minutos, a fase móvel foi alterada para 100% de CH₃CN (curva 1); e 3 minutos de recalibração na fase móvel inicial (totalizando 15 minutos).

Após a separação cromatográfica, os analitos foram analisados por espectrometria de massas em tandem uHR-ESI-QqTOF Impact II (Bruker), de modo positivo. O espectrômetro foi calibrado com formato de sódio 10mM para garantir alta precisão. Os parâmetros foram: aquisição de 8 Hz com um limite absoluto de 25 contagens; para a ionização os parâmetros foram deslocamento de placa de extremidade de 500 V, voltagem de capilar de 4500 V, pressão de nebulização de 4 Bar para o gás de secagem N₂, com fluxo de 10 L/min e uma temperatura de secagem de 200°C. O método MS/MS utilizou um ciclo de 1 segundo, com energia de colisão entre 20-70 V, e dados abaixo de 200 Da foram excluídos. Após a análise, os dados foram convertidos em formato mzXML para processamento posterior.

Os dados brutos dos espectros convertidos em mzXML foram carregados na plataforma GNPS2 (Global Natural Products Social Molecular Networking 2, <https://gnps2.org/homepage>), utilizando o Classical Networking Workflow para análise. O processo de filtragem removeu os íons de fragmentos MS/MS dentro de +/- 17 Da do precursor e selecionou apenas os seis principais íons em uma janela de +/- 50 Da. Foram definidas tolerâncias de 0,025 Da tanto para o íon precursor quanto para o fragmento MS/MS. A rede molecular foi criada com

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

pontuações de cosseno superiores a 0,65 e picos correspondentes em mais de seis instâncias, mantendo as conexões entre 10 nós mais semelhantes.

O tamanho máximo das famílias moleculares foi limitado a 100, e as bordas de pontuação mais baixas foram removidas para respeitar esse limite. Posteriormente, os espectros da rede foram pesquisados nas bibliotecas espectrais do GNPS, utilizando os mesmos critérios de filtragem. Para que uma correspondência fosse considerada válida, era necessário ter uma pontuação de cpssemp superior a 0,6 e pelo menos cinco picos coincidentes entre os espectros da rede e da biblioteca.

Após a construção das redes moleculares, os dados foram exportados para o software Cytoscape 3.10. Isso possibilitou uma melhor visualização das redes e a anotação dos espectros MS/MS, permitindo a análise detalhada das interações moleculares observadas nos dados.

DADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do ensaio antagonista

Para avaliar o potencial antifúngico, contra SS, foram feitos testes com seis fungos endofíticos isolados da espécie vegetal *Cochlospermum regium* codificados como Cr-1, Cr-11, Cr-12, Cr-23, Cr- 27, Cr-32. O teste de Tukey foi utilizado para analisar a variância e realizar um perfil comparativo entre as médias do ensaio, observando, por fim, que todos os fungos apresentaram um percentual inibitório diante do fitopatógeno como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados do ensaio antagonista dos fungos endofíticos contra *Sclerotinia sclerotiorum* obtido pelo SISVAR.

TRATAMENTOS	Médias (mm) ¹	Percentual de Inibição
-------------	-----------------------------	---------------------------

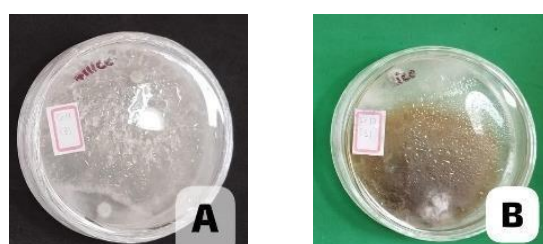
*Horizontes Científicos da UFT:
Reflexões do XX Seminário de Iniciação Científica (Pibic)*

Controle	86,10 a4	-
Cr-1	48,71 a2	43,42
Cr-11	12,69 a1	85,25
Cr-12	18,85 a1	78,10
Cr-23	46,05 a2	46,50
Cr-27	42,67 a2	50,44
Cr-32	58,22 a3	32,37
CV(%) ²	8,53	

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ²Coeficiente de variação

Foi notório que os fungos codificados como Cr-11 (Figura 1-A) e Cr-12 (Figura 1-B) tiveram a maior porcentagem de inibição contra o fitopatógeno SS com 85,25% e 78,10%, respectivamente. No trabalho Reis (2022) o endófito Cr-11 inibiu o crescimento de SS. Confirmando assim, que estes endófitos produzem compostos com potencial antifúngico, que possam ser úteis na agricultura no combate ao mofo branco, doença causada pelo fitopatógeno SS.

Figura 1- A. Confronto do SS com Cr-11. B. Confronto do SS com Cr-12.



Fonte: Autor, 2024

A planta *Cochlospermum regium* possui compostos fitoquímicos que podem estar intimamente ligados com a inibição do fitopatógeno SS. O estudo dos metabólitos secundários mostra que a espécie possui

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

substâncias bioativas, como flavonóides, triterpenóides e taninos, entre outros. Além disso, a planta é importante na medicina tradicional por ter propriedades antimicrobianas, analgésicas e antidermatológicas (REIS, 2022).

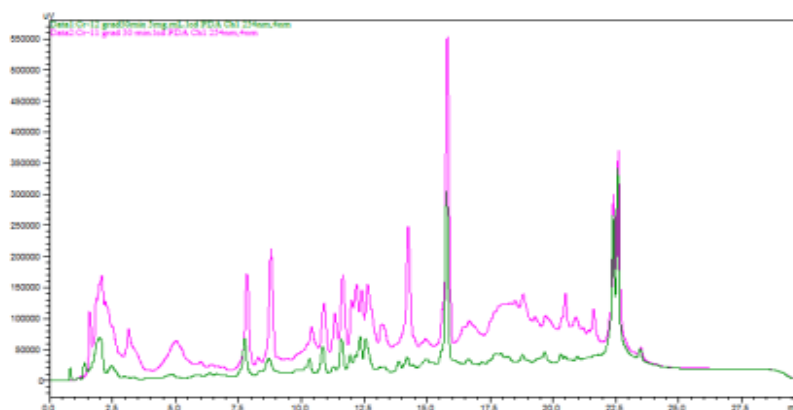
Obtenção dos extratos brutos e perfil químico por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

Os fungos selecionados que apresentaram melhor inibição do crescimento de *Sclerotinia sclerotiorum* (SS) no ensaio antagonista foram cultivados em PDB para obtenção dos extratos brutos AcOEt.

Todos os extratos brutos foram submetidos a avaliação do perfil cromatográfico por CLAE. Os cromatogramas dos extratos brutos Cr-11 e Cr-12 apresentaram picos semelhantes com mesmo tempo de retenção e, pode-se perceber pelo gráfico (Figura 2) que os compostos variam de alta, média e baixa polaridade. Devido a semelhança no perfil químico, considera-se que possa se tratar de fungos da mesma espécie ou do mesmo gênero, contudo esses dois fungos ainda não foram classificados quanto a gênero e espécie.

Figura 2- Cromatograma obtido por CLAE dos extratos brutos. Condições cromatográficas:

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



Comparação dos picos Cr-11 e Cr-12. Legenda: linha ■ refere ao Cr-11; linha ■ refere ao Cr-12.

Avaliação das atividades biológicas dos extratos brutos

Realizou testes com os extratos Cr-11 e Cr-12 para verificar a atividade antifúngica frente ao fitopatógeno *S. sclerotiorum*. Contudo os extratos não apresentaram atividade significativa, mesmo apresentando uma alta porcentagem de inibição no ensaio antagonista. Segundo Bessa (2022), isso pode ser explicado devido ao fungo endofítico crescer juntamente com o fitopatógeno, acarretando estresse aos endófitos e, por consequência, promover a produção de compostos inibidores. Quando cultivado em meio PDB, com a ausência do SS, os compostos inibidores não foram estimulados, e portanto, não houve a atividade contra o mofo branco nos extratos (BESSA, 2022).

A falta de inibição pode ser explicada também pela baixa concentração de extrato adicionado, uma vez que utilizou 20 mg/mL para cada poço. Segundo o trabalho de Filho, Souza e Castro (2020) que realizou a extração do óleo essencial do *C. regium*, ao utilizar as concentrações de 100 μ L e 50 μ L/mL foi obtido 100% de inibição frente ao fitopatógenos *S. sclerotiorum*, enquanto, 25 μ L e 6,25 μ L/mL tiveram um resultado relativamente baixo.

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

Além disso, foram realizados testes dos extratos Cr-11 e Cr-12 para analisar sua atividade antibacteriana. Foi realizado contra as bactérias *Stenotrophomonas maltophilia* e *Acinetobacter baumannii*. Após 48h observou-se que não houve inibição dos extratos frente às bactérias.

De acordo com Lemes (2016) o algodãozinho do cerrado demonstrou atividade contra as bactérias *Escherichia coli* e *Candida tropicalis* devido a planta possuir compostos como ácidos orgânicos, esteróides, compostos fenólicos, entre outros que, em conjunto, conseguiram impedir o crescimento das bactérias.

Foi realizado também um ensaio de citotoxicidade com os extratos obtidos em células aderentes HaCaT e HCT-116. Como resultado, os extratos Cr-11 e Cr-12 não obtiveram nenhuma atividade citotóxica.

Análises das redes moleculares

Os dois extratos brutos Cr-11 e Cr-12, mais o controle do meio de cultivo foram analisados em relação à produção de metabólitos secundários, por meio de redes moleculares clássicas (Figura 3) do GNPS2 (<https://gnps2.org/homepage>). As redes moleculares fornecem uma visualização conjunta com a análise simultânea de grandes grupos de dados de maneira organizada, juntamente com bancos de espectros que se tornam uma ferramenta crucial na anotação de compostos (PILON et al., 2021).

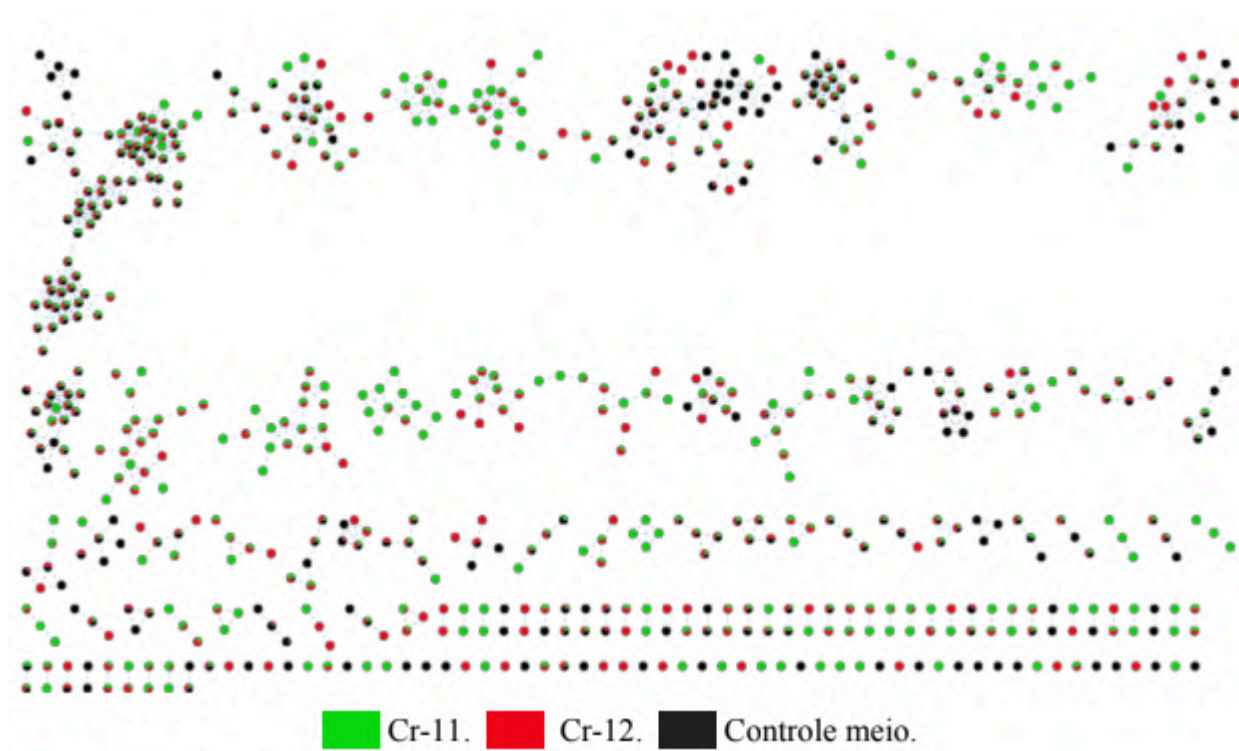
As redes são separadas por clusters ou agrupamentos espectrais e cada cluster é formado por nodos. Os nodos são espectros de massa armazenados de uma mesma substância em um mesmo lugar. O conjunto de nodos forma os clusters, quanto mais próximo o cosseno for de 1, que é baseado num valor pré-estabelecido, significa 100% de similaridade ou identidade, quanto mais próximo de 0 significa que os

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

espectros de massa são diferentes; os cossenos estão diretamente ligados ao agrupamento (PILON et al., 2021).

Na figura 3 os nodos na cor verde fazem referência aos metabólitos encontrados no fungo codificado Cr-11, os nodos vermelhos são do fungo codificado Cr-12 e na cor preta são originários de controle.

Figura 3 - Rede molecular obtida dos extratos brutos de Cr-11 e Cr-12, editada pelo Cytoscape.



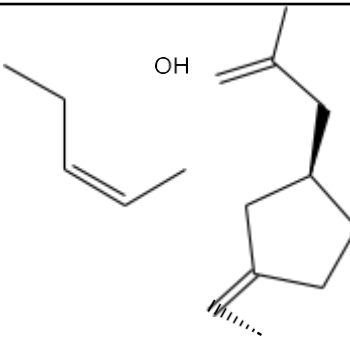
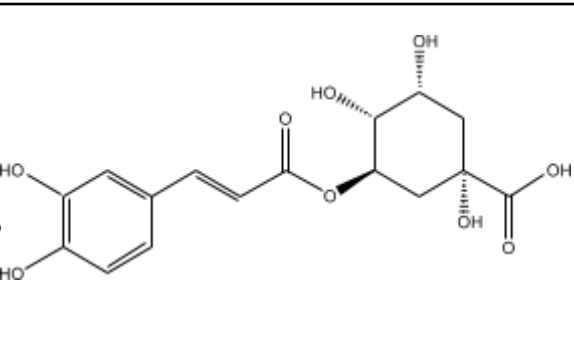
Em geral, as redes formadas demonstram que alguns metabólitos são específicos para cada amostra e há também, compostos comumente encontrados nos dois fungos.

A anotação dos metabólitos secundários foi realizada utilizando o parâmetro de correspondência de 7 picos com a biblioteca espectral do

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

GNPS2. Até o momento foram obtidas duas anotações, presentes nos dois extratos, as quais foram compiladas na Tabela 3.

Tabela 3 – Compostos anotados nas redes moleculares e suas aplicações.

Compostos anotado	Acido jasmônico	Acido clorogênico
CID pubchem	5281166	1794427
razão m/z	211,133 [M+H] ⁺	355,103 [M+H] ⁺
Cosseno	0,9015	0,9955
Aplicação	São moléculas hormonais responsáveis na regulamentação de processos fisiológicos, no crescimento e desenvolvimento das plantas.	É um polifenol dietético importante e biologicamente ativo. Atua também na regulamentação do metabolismo de lipídeos e glicose, e como aditivo alimentar para substituir os antibióticos sintéticos.
Organismo isolado	Jasminum grandiflorum L. e Fusarium fujikuroi, entre outros	Coffea arabica e <u>Camellia sinensis</u> , entre outros
Estrutura química		

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fungos endofíticos obtido da planta *Cochlospermum regium* (algodãozinho-do-cerrado) demonstrou potencial no combate ao

fitopatígeno *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco) no confronto direto, sugerindo uma possível aplicação no controle dessa praga agrícola. No entanto, os resultados obtidos nos ensaios de atividade antifúngica, antibacteriana e citotóxica não apresentaram respostas significativas, o que indica a necessidade de estudos complementares para entender melhor os mecanismos de ação dos extratos. A análise do perfil químico revelou a presença de diversos compostos e metabólitos secundários de interesse, sendo anotado até o momento dois compostos, esta anotação foi confirmada por meio da correspondência com a biblioteca espectral do GNPS2. Esses resultados destacam o potencial dos metabólitos secundários presentes nos extratos de fungos endofíticos como importantes para futuras pesquisas no desenvolvimento de novas estratégias de controle biológico de *S. sclerotiorum*.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. A. P. Atividade antimicrobiana de extratos e de compostos fenólicos e nitrogenados do café: avaliação in vitro e em modelo alimentar. Trabalho de Dissertação. Universidade Federal do Mato Grosso. Belo Horizonte. 2007. Acesso em 11 de set 2024.
- ARRUDA, G. L.; MORAES, G. K. A.; CHAGAS JR.; A., F.; ARAUJO, A. R.; CHAPLA, V. M. Aromatic compounds from the endophytic fungus *Asordaria conoidea* and their allelochemical property using OSMAC strategy. *Natural Product Research*. v.36, p. 3999 - 4002, 2022.
- BESSA, D. M. O. ATIVIDADE ANTAGONISTA DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ASSOCIADOS À *Clitoria guianensis* BENTH. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Tocantins campus Gurupi. 2022.
- BOLTON, M. D.; THOMMA, B. P. H. J.; NELSON, B. D. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology*, v. 1, n. 7, p. 1- 16, 2006.
- DANTAS, S. B. S.; MORAES, G. K. A.; ARAUJO, A. R.; CHAPLA, V. M. Phenolic

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

compounds and bioactive extract produced by endophytic fungus *Corioloopsis rigida*. *Natural Product Research*. v.37, p.1 - 6, 2022.

FERRAZ, L. F. Bioprospecção química e biológica de fungos endofíticos associados a *Clitoria guianensis* Benth. Monografia. UFT – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi- TO, 2018.

FILHO, A. C. P. M.; SOUZA, W. C.; CASTRO, C. F. S. Caracterização química e atividade antioxidante e antifúngica do óleo essencial das flores de *Cochlospermum regium*. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*. 2020.

GRABKA, R., D'ENTREMONT, T.W., ADAMS, S.J., WALKER, A.K., TANNEY, J.B., ABBASI, P.A. & ALI, S. Fungal Endophytes and Their Role in Agricultural Plant Protection against Pests and Pathogens. *Plants*, v. 11, n. 3, p. 1-29, 2022.

JUNIOR et al. *Análise crítica das ciências biológicas e da natureza*. Paraná: Editora Atena, 2019.

INVITROGEN. *Handbook: CELL CULTURE BASICS*. GIBCO, v. 1, n. 1, 2020.

LEME, D. E. M. Atividade Antimicrobiana frente à uropatógenos, triagem fitoquímica, citotoxicidade e mutagenicidade do extrato etanólico das folhas de *Cochlospermum regium*. 2016. Trabalho de Dissertação. Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FACET). Dourados/MS. Acesso em 9 de set de 2024.

LEMES T. H. Atividade antifúngica, in vitro, de extratos de cultura de *Candida* spp. contra *Trichophyton mentagrophytes* e *Trichophyton rubrum*. 2019. Trabalho de Dissertação. Universidade Estadual Paulista (Unesp). Acesso em 9 de set 2024.

LU, G. Engineering *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in oilseed crops. *African Journal of Biotechnology*, v. 2, p. 509-516, 2003.

MORAES, G. K. A.; CARNEIRO, V. S.; SOARES, D. F.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; CHAPLA, V. M. Atividade antagonista, alelopática e diversidade química de fungos endofíticos isolados de *Cochlospermum regium*. *Desafios:*

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

Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins. v.3, n. 1, 2023.

NAVEED et al. Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research.

Biomed Pharmacother. 2018.

OLIVEIRA, J. A. S.; POLLI, A. D.; POLONIO, J. C.; ORLANDELLI, R. C.; CONTE, H.; AZEVEDO, J. L.; PHAMPHILE, J. A. Bioprospection and molecular phylogeny of culturable endophytic fungi associated with yellow passion fruit. Acta Scientiarum Biological Sciences, v. 42, p. 48321, 2020.

PILON, A. C.; VIEIRA, N. C.; AMARAL, J. G.; MONTEIRO, A. F.; SILVA, R. R.; SPÍNDOLA, L. S.; CASTRO-GAMBOA, I.; LOPES, N. P. Redes moleculares: uma análise sobre anotações e descoberta de novos ativos. Quim. Nova, Vol. XY, n. 00, 1-12, 200, 2021.

REIS, T. R. ATIVIDADE ANTAGONISTA DE FUNGOS ENDOFÍTICOS ISOLADOS DA ESPÉCIE *Cochlospermum regium*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Tocantins. Gurupi. 2022.

RUAN J.; ZHOU Y.; ZHOU M.; YAN J.; KHURSHID M.; WENG W.; CHENG J.; ZHANG K. Jasmonic Acid Signaling Pathway in Plants. Int J Mol Sci. 2019 May 20.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil e INCT BioNat (processo CNPQ-INCT 465637/2014-0).

Capítulo 3

IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR, ANÁLISE FILOGENÉTICA E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENZIMÁTICO DE TRICHODERMA spp. DO CERRADO TOCANTINENSE

Rafaela Batista de Almeida¹
Fabyano Alvares Cardoso Lopes²

RESUMO

Patógenos, como o *Sclerotinia sclerotiorum*, afeta significativamente a agricultura brasileira, resultando em grandes prejuízos econômicos. O gênero *Trichoderma* destaca-se como um dos principais agentes de controle biológico (ACBs), amplamente utilizado por suas diversas capacidades, como o enovelamento de suas hifas no fitopatógeno em conjunto com a ação de micoparasitismo que se dá através da secreção de enzimas extracelulares capazes de degradar a parede celular do fungo hospedeiro. As principais enzimas que atuam no processo de micoparasitismo são as quitinases, glicanases e proteases. Desta forma, a corrida na procura de isolados de *Trichoderma* vem ganhando um grande destaque no Brasil. Sendo assim, a identificação molecular de *Trichoderma*, baseada em marcadores como ITS e *tef-1α*, tem sido crucial para diferenciar suas espécies, muitas vezes morfologicamente semelhantes, permitindo uma identificação mais precisa e eficiente. Essa identificação tem impulsionado o uso de *Trichoderma* no manejo de doenças, contribuindo não apenas para o controle de fitopatógenos, mas também para a redução do uso de agroquímicos, promovendo uma agricultura mais sustentável. Além de melhorar o controle de doenças, o uso de *Trichoderma* representa uma estratégia de baixo impacto ambiental, fundamental para a agricultura moderna.

Palavras-chave: Enzimas; Marcadores moleculares; Controle biológico.

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

² Doutor em Biologia Microbiana, Laboratório de Microbiologia, Universidade Federal do Tocantins, flopes@uft.edu.br

INTRODUÇÃO

A alta incidência de doenças em plantas causadas por patógenos é um desafio que tem acometido grande parte da agricultura brasileira, refletindo diretamente na economia do país, visto que o Brasil é responsável por grande parte da produção de alimentos no mundo (BETTIOL et al., 2019). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022), em 2021, alguns estados brasileiros enfrentaram uma das piores safras dos últimos anos, resultando em altos prejuízos no cultivo de monoculturas de grande interesse econômico, como o milho e o feijão. Dentre os diversos fitopatógenos associados a essas perdas, destaca-se o *Sclerotinia sclerotiorum*, conhecido popularmente como "mofo-branco" (SILVA et al., 2022).

Conforme exposto por Hossain et al., (2023), o *S. sclerotiorum* possui um extenso arsenal de estratégias para sua sobrevivência e ataque, dentre os quais ocorrem por meio da liberação de ácido oxálico, enzimas degradadoras de parede celular e produção de estruturas que asseguram a sobrevivência do patógeno em condições adversas, denominadas escleródios. Tendo em vista os estudos de Silva et al., (2022), dados referentes a 2015, identificaram o mofo-branco como uma das oito doenças que mais apresentavam riscos fitossanitários para o Brasil. Em 2022, oito anos após, constatou-se que o mofo-branco permaneceu nessa lista, ressaltando a necessidade de buscar estratégias mais eficazes no controle desta fitopatologia (MAPA, 2022).

Atualmente, os fungos do gênero *Trichoderma* estão entre os mais importantes agentes de controle biológico (ACBs). O uso desse ACB tem impactado significativamente a gestão de doenças de plantas no Brasil devido à sua ampla distribuição geográfica e diversidade de mecanismos de ação, incluindo competição, antibiose, parasitismo, indução de resistência ao hospedeiro, auxílio no crescimento vegetal e produção de

fitohormônios (ABREU; PFENNING, 2019).

A identificação molecular de espécies de *Trichoderma* tem sido realizada principalmente através da amplificação de regiões específicas de DNA, como o Internal Transcribed Spacer (ITS) e o gene fator de alongamento da transcrição (*tef-1 α*). A região ITS é altamente utilizada na identificação de fungos, pois apresenta variação suficiente para distinguir diferentes espécies dentro de um mesmo gênero (CAI et al., 2022). Através do sequenciamento e comparação com bases de dados, como o GenBank e outros, é possível identificar espécies de *Trichoderma*, proporcionando uma ferramenta eficiente para estudos taxonômicos.

Além do ITS, o gene *tef-1 α* , que codifica uma proteína essencial no processo de alongação da tradução, também é amplamente utilizado para a identificação molecular de *Trichoderma* (SAMUELS et al., 2002). A vantagem do gene *tef-1 α* em relação a outros marcadores genéticos está em sua maior discriminação em níveis específicos e intraespecíficos, o que é particularmente útil para diferenciar espécies crípticas, muitas vezes indistinguíveis morfológicamente, garantindo uma análise mais precisa para estudos filogenéticos e evolutivos de *Trichoderma* spp. (CAI; DRUZHININA, 2020).

Os fungos pertencentes ao gênero *Trichoderma* são caracterizados por sua ação de micoparasitismo através do enovelamento de suas hifas no fitopatógeno e pela secreção de enzimas extracelulares capazes de degradar a parede celular do fungo hospedeiro, utilizando-se de três grupos enzimáticos principais: quitinases, glicanases e proteases que, de forma sinérgica com auxílio de metabólitos secundários, realizam o ataque (BENÍTEZ et al. 2004). As quitinases (N-acetil- glicosaminidase; endoquitinases, exoquitinases) são responsáveis pela degradação da quitina, componente estrutural da parede celular dos fungos. As glicanases (β -1,3-glicanases, β -1,6- glicanases) degradam polímeros de

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

D-glicose, e as proteases, que catalisam as ligações peptídicas entre aminoácidos, desempenham papel importante na destruição da estrutura celular do patógeno (NAOUM, 2022).

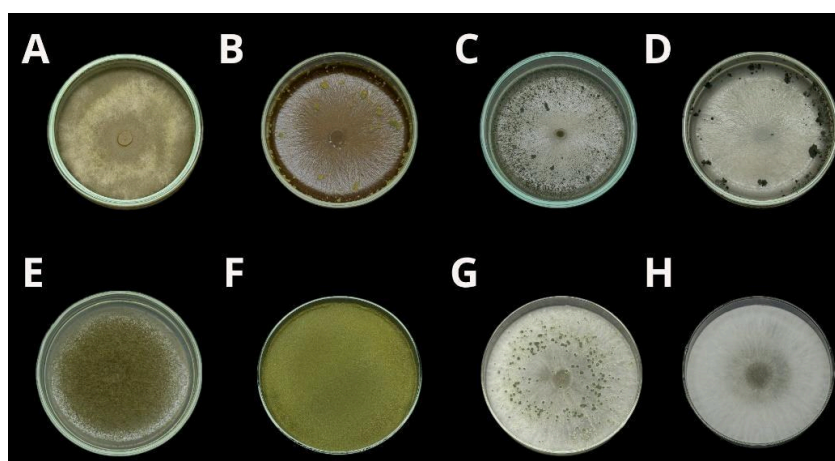
Diante do exposto, o *Trichoderma* pode ser um grande aliado no manejo de doenças causadas por patógenos como o *Sclerotinia sclerotiorum*. Sendo assim, análises moleculares e enzimáticas são de grande importância para a identificação de microrganismos capazes de atender às demandas presentes na agricultura brasileira, contribuindo para a redução no uso de agroquímicos sintéticos que geram diversos danos tanto à biodiversidade quanto à saúde humana, promovendo uma economia pautada em parâmetros saudáveis e menos agressivos.

MÉTODO E MATERIAIS

Microrganismos utilizados

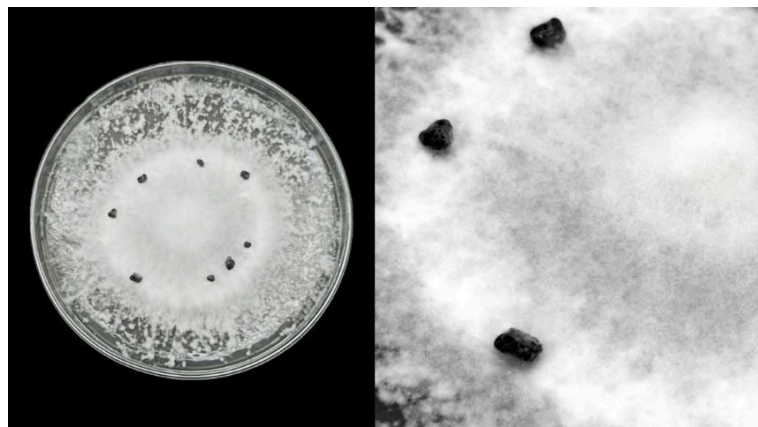
Foram utilizados oito isolados de possíveis *Trichoderma* spp., dentre os quais seis foram coletados em área de cultivo de açaí próximo à Lagoa da Confusão- TO e dois isolados coletados em zona rural próxima à Porto Nacional- TO (Figura 1). Além desses, foi utilizado um isolado do fitopatógeno *S. sclerotiorum* (Figura 2) cedido pelo Laboratório de Enzimologia da Universidade Federal de Goiás (UFG). Os microrganismos foram mantidos no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Tocantins (UFT) em repiques quinzenais.

Figura 1- Isolados de possíveis *Trichoderma* spp. do Cerrado tocantinense em placas contendo meio MYG. A) TSPP1. B) TSPP2. C) TSPP3. D) TSPP4 E) TSPP5 F) TSPP6 G) *S. sclerotiorum* H) *S. sclerotiorum*



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

Figura 2 - Isolado de *Sclerotinia sclerotiorum* com estruturas de resistência denominadas escleródios em placa contendo meio MYG.



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

Extração de DNA, amplificação dos marcadores moleculares e sequenciamento

Os isolados de *Trichoderma* spp. foram cultivados em meio MYG (Malte Yeast Glucose) a 28°C, 180 rpm por 48 h para a retirada dos micélios. O DNA foi extraído por meio da metodologia CTAB (Cationic Hexadecyl Trimethyl Ammonium Bromide) de Raeder e Broda (1985). Em seguida, a região ITS1-5.8S-ITS2 foi amplificada por método PCR utilizando os primers ITS5/ITS4 proposto pela metodologia de White et al. (1990). O gene fator de alongamento da transcrição (*tef-1α*) foi amplificado utilizando os primers EF1-728F/TefLL de acordo com o protocolo de Carbone e Kohn (1999). A reação de PCR foi realizada de acordo com o sugerido por Lopes et al. (2012). Os produtos de PCR foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 0,8% e eluídos utilizando o PCR PURIFICATION KIT (Norgen, Canadá). O sequenciamento foi realizado

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

utilizando um ABI Prism na BPI Biotecnologia (Botucatu, São Paulo, Brasil). As sequências geradas foram comparadas com banco de dados específicos do Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Tocantins (UFT) e o Genbank (www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank) por meio do BLASTN utilizando os parâmetros padrões (SILVA, 2019), sendo que para a identificação preliminar foi considerado o resultado que apresentou o maior percentual de identidade da espécie.

Para validar a identificação molecular, foi realizada a construção de uma árvore filogenética para ambos marcadores moleculares, utilizando o método de máxima verossimilhança (Maximum Likelihood), como o modelo evolutivo Kimura 2 parâmetros e 1000 repetições de bootstrap, utilizando o software MEGAX (TAMURA; STECHER; KUMAR, 2021)

Produção micelial de *S. sclerotiorum*

Foram dispostos discos de ágar com micélio do fitopatógeno em frascos de Erlenmeyer de 500ml com 300ml de meio Malt Yest Glucose (MYG) para a indução de seu crescimento micelial. Os frascos de Erlenmeyer foram incubados a 24°C, por 6 dias a 180 rpm. Em seguida, os micélios foram filtrados a vácuo, lavados, secados em estufa a 65°C overnight, macerados e armazenados a -20°C.

Indução da produção de enzimas dos isolados frente ao fitopatógeno *S. sclerotiorum*

Seguindo a metodologia utilizada por Lopes et al. (2012), 107 esporos de isolados foram colocados em Erlenmeyer de 125ml com 10ml de meio TLE previamente esterilizado [Bactopeptona 1,0 g/L, Ureia 0,3g/L, KH₂PO₄ 1,4g/L, (NH₄)₂SO₄ 1,4g/L, MgSO₄ 0,3g/L, CaCl₂ 0,2 g/L, glicose 0,5g/L, solução de elementos-traço 1 mL/L] com 0,5% de micélio macerado do

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

fitopatígeno *S. sclerotiorum*. Os recipientes foram conservados em agitação com velocidade constante de 150 rpm por 48 h à 28°C. Em seguida, a solução passou por uma filtragem a vácuo para a extração dos sobrenadantes.

Dosagem de proteínas totais

O ensaio de Bradford (1976), foi realizado utilizando a albumina de soro bovino (BSA) como padrão para a produção do reagente de Bradford. Para a dosagem foram adicionados 100 uL da amostra em tubos de ensaio juntamente com 1 mL do reagente de Bradford. As soluções tiveram um tempo de reação de 15 minutos e em seguida foram submetidas à leitura em espectrofotômetro a 595 nm.

Dosagem do potencial enzimático de β -1,3-glicanase

Para o ensaio de β -1,3-glicanase, usou-se o procedimento delineado por Bara, Lima e Ulhoa (2003). Foram adicionados 50 uL da amostra e 100 uL do substrato - laminaria 0,25% em solução tampão de acetato de sódio 50 mM pH 5,0. A combinação foi aquecida em banho maria a 40°C por 30 minutos. Em seguida, foi adicionado 1 mL de ácido 3,5-dinitrosalicílico (ADNS). A combinação foi fervida por 5 minutos e logo após, realizada a leitura em espectrofotômetro a 540nm. Uma unidade enzimática (U) foi estabelecida como quantia básica para gerar 1 μ mol de açúcar redutor por minuto. Os dados foram comparados por análise de variância e Teste Tukey ($\alpha = 0,05$) no programa estatístico Sisvar®.

Dosagem do potencial enzimático de Quitinase

A quitina coloidal foi preparada seguindo a metodologia descrita por

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

Liu et al. (2014), com adaptações. Foram adicionados 1,7g de quitina a 17 mL de ácido clorídrico a 37% (v/v). A solução foi mantida em agitação por 50 minutos a 350 rpm. Em seguida, adicionou-se 1 L de água destilada gelada, seguido por centrifugação por 20 minutos a 10.000 rpm para separação da quitina purificada. O precipitado foi lavado até alcançar pH 5,0. Ao final, foi realizada uma solução de quitina coloidal (1%) em solução tampão de acetato de sódio 50 mM pH 5,5.

Para o ensaio de quitinase, usou-se o procedimento delineado por Wirth e Wolf (1992). Foi utilizado quitina coloidal 1% como substrato em solução tampão de acetato de sódio 50 mM pH 5,5. Foram adicionados 50 μ L da amostra e 150 μ L de quitina coloidal (1%) seguidos de aquecimento em banho maria a 35°C por 120 minutos. Em seguida, foi adicionado 1 mL de ácido 3,5-dinitrosalicílico (ADNS). A combinação foi fervida por 5 minutos e logo após, realizada a leitura em espectrofotômetro a 540nm. Uma unidade enzimática (U) foi estabelecida como quantia básica para gerar 1 μ mol de açúcar redutor por minuto. Os dados foram comparados por análise de variância e Teste Tukey ($\alpha = 0,05$) no programa estatístico Sisvar®.

Dosagem do potencial enzimático de Protease

A atividade da enzima protease foi determinada seguindo a metodologia descrita por Cabral et al. (2004), com modificações. Inicialmente, foram adicionados 200 μ L da amostra a 500 μ L de azocaseína 0,25% em solução tampão Tris-HCl 50 mM (pH 8,5). As amostras foram incubadas em banho-maria a 37°C por 15 minutos. Após a incubação, foram adicionados 700 μ L de ácido tricloroacético (TCA) 20% e a mistura foi centrifugada a 12.000 rpm por 15 minutos. Em seguida, 1 mL do sobrenadante foi transferido para tubos de ensaio e adicionado a 200 μ L de solução de NaOH 3M. A absorbância foi aferida em

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

espectrofotômetro a 440 nm. Uma unidade enzimática (U) foi definida como a quantidade de enzima necessária para aumentar a absorbância em 1 unidade por minuto. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e pelo Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) utilizando o programa estatístico Sisvar®.

DADOS E DISCUSSÃO

Identificação molecular e análise filogenética

A identificação molecular dos isolados de *Trichoderma* spp. foi realizada por meio dos marcadores ITS e *tef-1 α* (Tabela 1). No sequenciamento da região ITS, entre os oito isolados analisados, os isolados TSPP2 e TSPP3 não amplificaram. No sequenciamento da região *tef-1 α* , observou-se que apenas os isolados TSPP1, TSPP6, TSPP7 e TSPP8 amplificaram com sucesso. A não amplificação dos marcadores moleculares em alguns dos isolados estudados, se deve, possivelmente, à inespecificidade dos primers nos organismos, o que influenciou na eficiência do processo, assim sendo necessário um desenho de primers mais específicos para eles e/ou modificação dos parâmetros na etapa de amplificação por PCR.

Tabela 1- Identificação molecular de isolados do Cerrado tocantinense com base em análises da região ITS e do gene *tef-1 α* . A comparação foi realizada por meio da ferramenta BLASTn seguindo os parâmetros padrões. N.A - Isolados que não obtiveram amplificação em PCR. Em negrito estão as identificações confirmadas por análise filogenética.

	IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR	
	REGIAO	GENE <i>tef-1α</i>

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

ISOLADO S	ITS	
TSPP1	Trichoderma virens	Trichoderma virens
TSPP2	N.A	N.A
TSPP3	N.A	N.A
TSPP4	Trichoderma harzianum	N.A
TSPP5	Trichoderma harzianum	N.A
TSPP6	Talaromyces pinophilus	Talaromyces sp.
TSPP7	Trichoderma harzianum	Trichoderma harzianum
TSPP8	Trichoderma harzianum	Trichoderma harzianum

Fonte: Autora

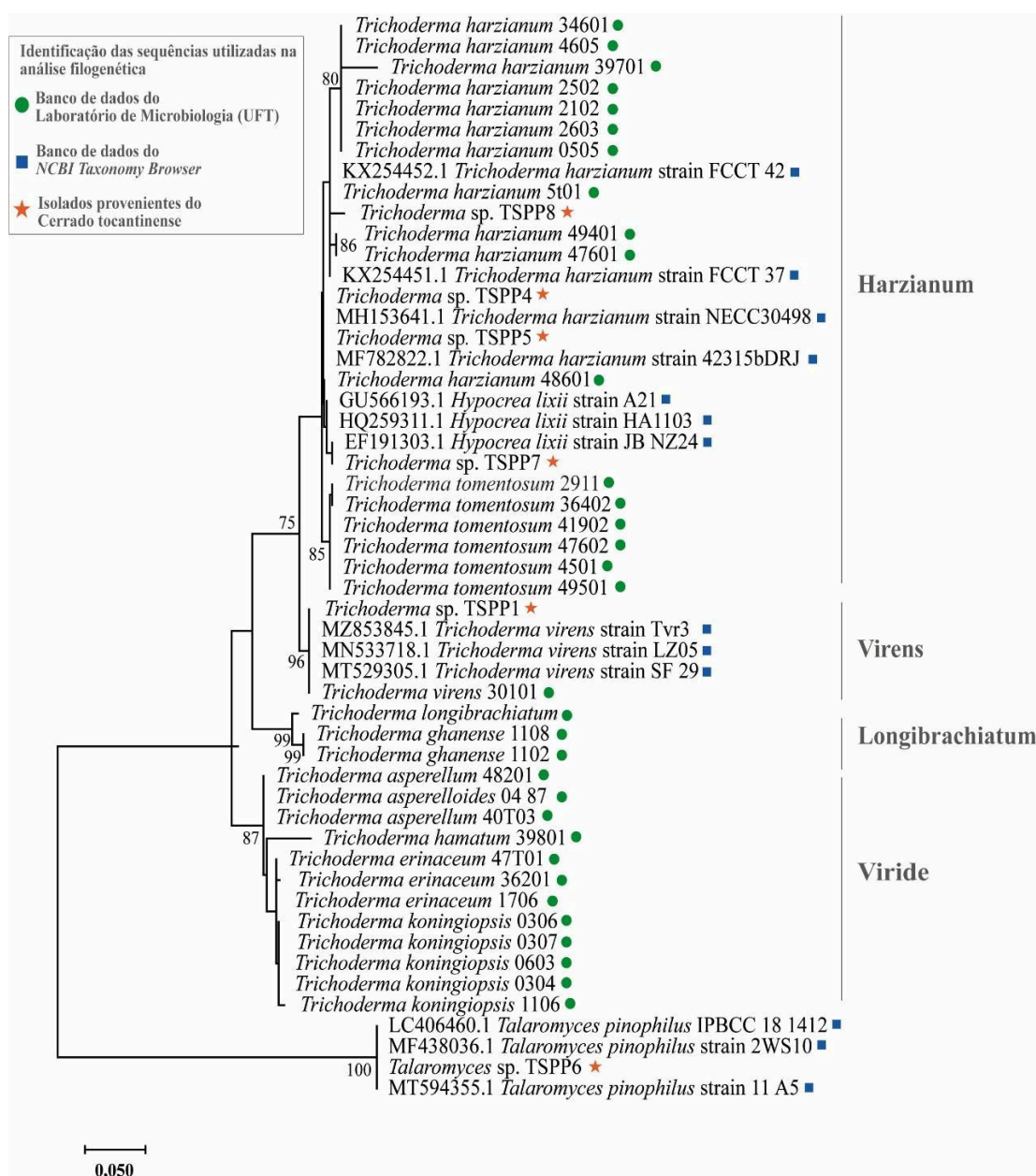
Na construção da árvore filogenética com base na região ITS (Figura 3), observou-se que os isolados TSPP8, TSPP4, TSPP5 e TSPP7 foram agrupados no clado do complexo de *Trichoderma harzianum*, o que confirma uma alta similaridade genética entre esses isolados e indica sua identidade dentro dessa espécie, visto que para esta espécie este marcador molecular é mais importante no processo de identificação. O isolado TSPP1 foi agrupado no clado de *Trichoderma virens*, enquanto TSPP6 foi diferenciado em um clado distinto, agrupando-se com o gênero *Talaromyces*, também amplamente estudado para aplicações de biocontrole (ABBAS et al., 2021; ZHANG et al., 2024; ZAPATA; LÓPEZ; SALDARRIAGA, 2024). De acordo com este marcador e a árvore filogenética, este isolado foi identificado como *Talaromyces pinophilus*.

A árvore filogenética baseada no gene *tef-1α* (Figura 4) reforçou esses resultados. Os isolados TSPP7 e TSPP8 confirmaram sua posição dentro

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

do complexo *T. harzianum*, enquanto TSPP1 foi, novamente, agrupado no clado de *T. virens*. O isolado TSPP6 também foi confirmado como pertencente ao gênero *Talaromyces*. No entanto, não foi possível uma identificação deste isolado a nível de espécie, possivelmente devido à ausência de dados suficientes nos bancos de sequências disponíveis de *Talaromyces pinophilus*, o que aponta para a necessidade de maior estudo sobre essa espécie ou da ampliação das bases de dados genômicos para *Talaromyces*.

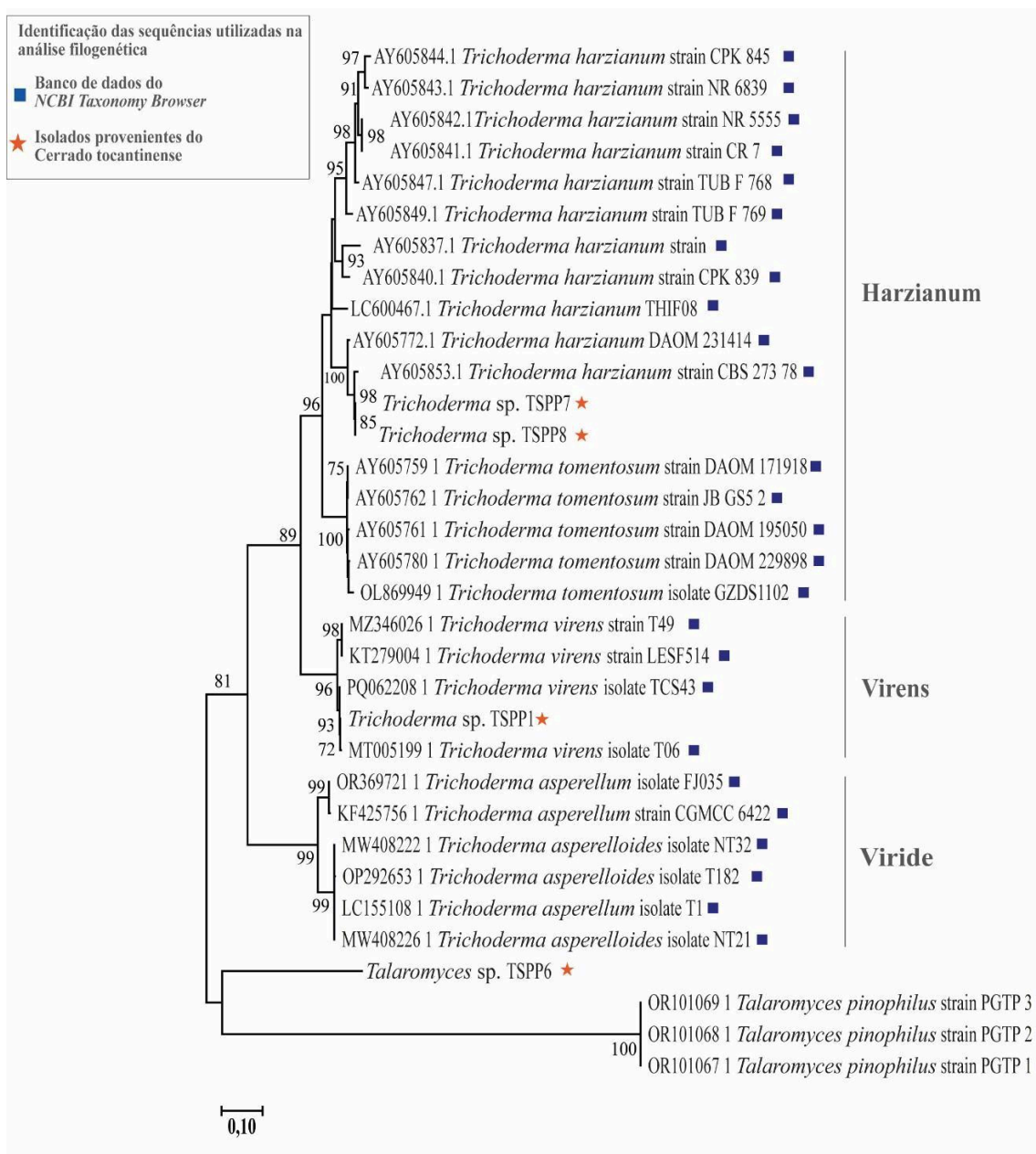
Figura 3 - Árvore filogenética (ML) baseada na amplificação da região ITS, com seis isolados provenientes do Cerrado Tocantinense. Os cladogramas estão indicados pelas linhas verticais à direita, representando os agrupamentos evolutivos dos isolados analisados.



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

Fonte: Autora

Figura 4 - Árvore filogenética de máxima verossimilhança baseada na amplificação do gene *tef-1α*, com quatro isolados provenientes do Cerrado Tocantinense. Os clados estão indicados pelas linhas verticais à direita, representando os agrupamentos evolutivos dos isolados analisados.

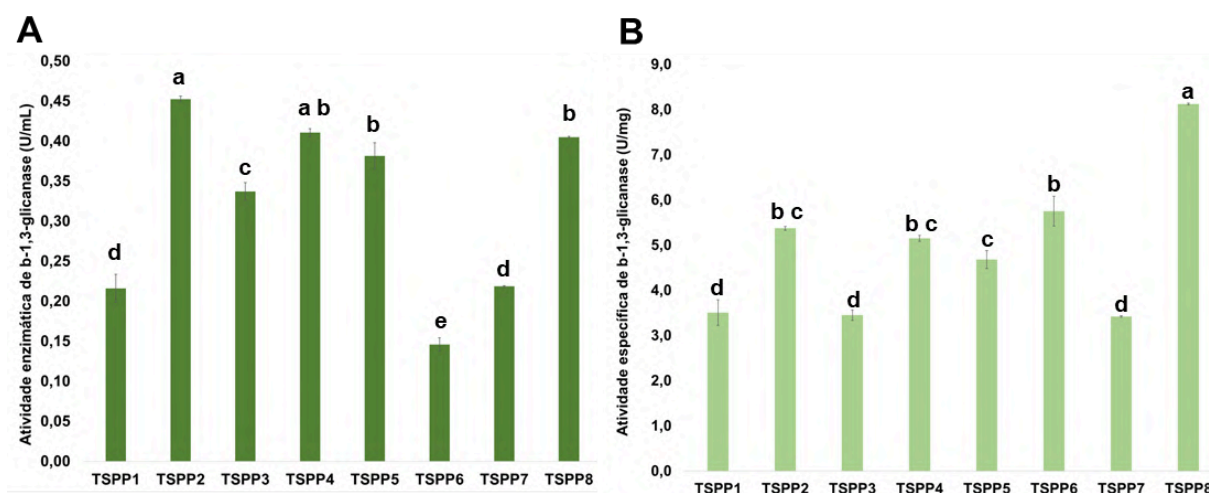


Enzimas hidrolíticas B-1-3-glicanase

Todos os isolados avaliados demonstraram atividade enzimática, com exceção de *T. pinophilus* TSPP6 (Figura 5A). Apesar da ausência de atividade total detectável, TSPP6 apresentou uma das maiores atividades específicas (Figura 5B). Esse resultado demonstra que, mesmo que a produção total de proteínas seja limitada, uma quantidade significativa das proteínas sintetizadas por este isolado consiste em enzimas β -1,3-glicanases, ou seja, possui uma alta eficiência catalítica por parte dessas enzimas. Além disso, *T. harzianum* TSPP8 apresentou a maior atividade enzimática total e específica entre todos os isolados testados, o que indica tanto uma produção enzimática elevada quanto uma alta eficiência das enzimas.

Figura 5- Análise do potencial de produção de β -1,3-glicanase de isolados provenientes do Cerrado tocantinense frente ao fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum*. A comparação dos resultados foi realizada por ANOVA seguida pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) utilizando o software estatístico Sisvar® A: Atividade enzimática de β -1,3-glicanase (U/mL).

B: Atividade específica de β -1,3-glicanase (U/mg).

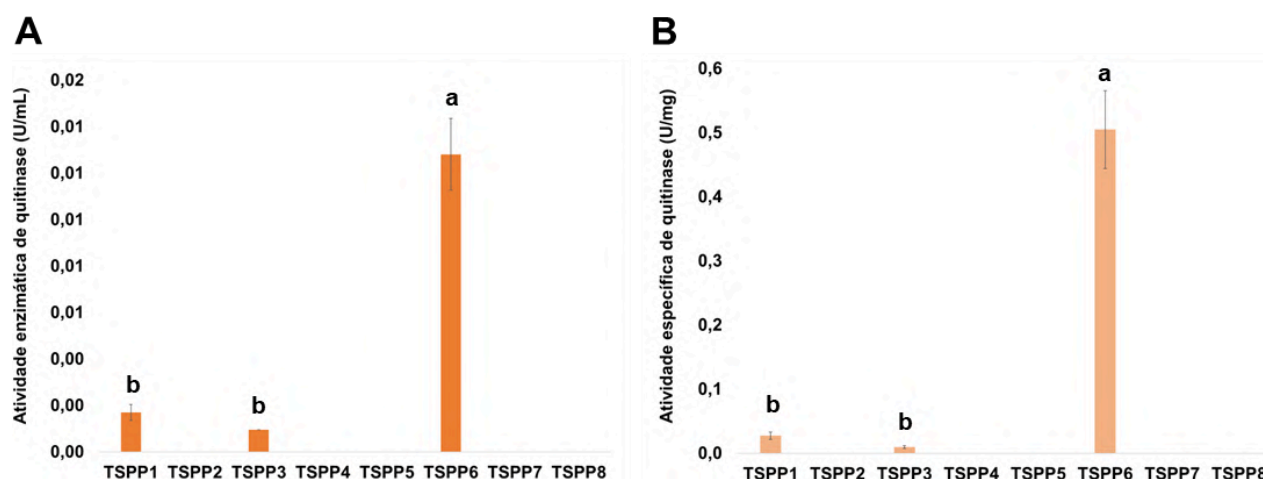


Fonte: Autora

Quitinase

Os dados indicam que, dentre os organismos testados, *T. virens* TSPP1 e *T. pinophilus* TSPP6 têm uma maior capacidade em produzir quitinase. Em particular, *T. pinophilus* TSPP6 se destaca como o isolado com a maior atividade enzimática e específica dessa enzima, o que sugere um bom potencial no controle biológico de fitopatógenos como o *S. sclerotiorum* (Figura 6). A maioria dos isolados não apresentou resultados detectáveis de quitinase, sugerindo uma capacidade limitada ou ausência de produção de quitinase por parte desses isolados frente ao mofo-branco.

Figura 6- Análise do potencial de produção de quitinase de isolados provenientes do Cerrado tocantinense frente ao fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum*. A comparação dos resultados foi realizada por ANOVA seguida pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) utilizando o software estatístico Sisvar® A: Atividade enzimática de quitinase (U/mL). B: Atividade específica de quitinase (U/mg).



Fonte: Autora

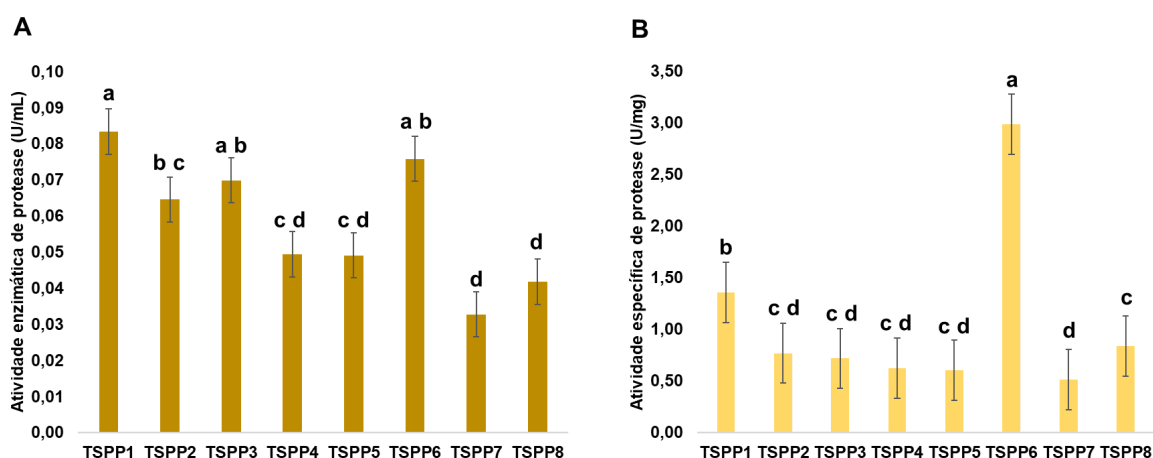
Protease

T. virens TSPP1 se destacou ao apresentar a maior atividade

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

enzimática. Os isolados TSPP2, TSPP3 e *T. pinophilus* TSPP6 também demonstraram uma atividade relevante, enquanto *T. harzianum* TSPP4, *T. harzianum* TSPP7, *T. harzianum* TSPP8 e TSPP5 apresentaram atividades menores (Figura 7A). *T. pinophilus* TSPP6 apresentou os melhores resultados em atividade específica de protease (Figura 7B), com uma atividade específica significativamente maior que a dos demais, sugerindo que a maior parte das proteínas produzidas corresponde a proteases, evidenciando uma alta eficiência na produção dessas enzimas. TSPP1, apesar de apresentar alta atividade total (Figura 7A), demonstrou atividade específica baixa, indicando que, embora produza mais proteínas no geral, uma proporção significativa dessas proteínas não corresponde a proteases.

Figura 7- Análise do potencial de produção de protease de isolados provenientes do Cerrado tocantinense frente ao fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum*. A comparação dos resultados foi realizada por ANOVA seguida pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) utilizando o software estatístico Sisvar® A: Atividade enzimática de protease (U/mL). B: Atividade específica de protease (U/mg).



Fonte: Autora

CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

As análises realizadas contribuíram para a identificação molecular de parte dos isolados com morfologia semelhante a *Trichoderma* spp. utilizados neste estudo. Além de favorecer a compreensão de suas capacidades enzimáticas, com implicações relevantes para o controle biológico de fitopatógenos. A utilização dos marcadores ITS e *tef-1 α* foi eficaz para a identificação de gêneros e espécies, com a árvore filogenética confirmando a presença de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma virens* e *T. pinophilus*.

A atividade enzimática dos isolados testados, com destaque para as enzimas β -1,3-glicanases, quitinases e proteases, também foi esclarecedora. Os isolados de *T. harzianum*, especialmente TSPP8, demonstraram alta capacidade de produção e eficiência enzimática, enquanto *T. pinophilus* TSPP6 revelou um comportamento interessante, com alta atividade específica de várias enzimas, apesar de sua baixa produção total, o que tem um potencial biotecnológico, pois poderia ser uma forma de obtenção das enzimas analisadas de forma mais fácil, sem a etapa de purificação. Esses resultados reforçam a relevância do gênero *Trichoderma* no controle biológico, além de oferecer dados acerca do comportamento enzimático de *Talaromyces* sp. frente ao mofo-branco.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, A. et al. Isolation and evaluation of the biocontrol potential of *Talaromyces* spp. against rice sheath blight guided by soil microbiome. *Environmental Microbiology*, v. 23, n. 10, p. 5946- 5961, 2021.
- BARA, M. T. F.; LIMA, A. L.; ULHOA, C. J. Purification and characterization of an exo- β -1, 3- glucanase produced by *Trichoderma asperellum*. *FEMS Microbiology Letters*, v. 219, n. 1, p. 81- 85, 2003.
- BENÍTEZ, T. et al. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International microbiology*, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004.
- BETTIOL, W. et al. Uso atual e perspectivas do *Trichoderma* no Brasil.

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

- MEYER, MC; MAZARO, SM; SILVA, JC Trichoderma: uso na agricultura. Brasília: Embrapa, p. 21-43, 2019.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry, v. 72, n. 1-2, p. 248- 254, 1976.
- CAI, F. et al. The current state of Trichoderma taxonomy and species identification. In: Advances in Trichoderma biology for agricultural applications. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 3-35.
- CAI, F.; DRUZHININA, I. S. In honor of John Bissett: authoritative guidelines on molecular identification of Trichoderma. Fungal Diversity, v. 107, n. 1, p. 1-69, 2021.
- CARBONE, I.; KOHN, L. M. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. Mycologia, v. 91, n. 3, p. 553-556, 1999.
- DE ABREU, L. M.; PFENNING, L. H. O gênero Trchoderma. Trichoderma, p. 163, [s.d.].
- HOSSAIN, M. M. et al. Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary: Insights into the Pathogenomic Features of a Global Pathogen. Cells, v. 12, n. 7, p. 1063, 2023.
- LIU, C.-L. et al. Production of hexaoligochitin from colloidal chitin using a chitinase from Aeromonas schubertii. International Journal of Biological Macromolecules, v. 69, p. 59-63, 2014.
- LOPES, F. A. C. et al. Biochemical and metabolic profiles of Trichoderma strains isolated from common bean crops in the Brazilian Cerrado, and potential antagonism against Sclerotinia sclerotiorum. Fungal Biology, v. 116, n. 7, p. 815-824, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa divulga lista com hierarquização de pragas de maior risco fitossanitário. Distrito Federal, DF, 2022 Disponível em:

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

- <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-divulga-lis-ta-com-hierarquizacao-de-pragas-de-maior-risco-fitossanitario>>. Acesso em: 6 mar. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Histórico De Perdas Na Agricultura Brasileira 2000-2021. Distrito Federal, DF, 2022.
- NAOUM, S. Análise da dinâmica do glicoproteoma de *Trichoderma asperelloides* durante o micoparasitismo. 2022. 110 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2022.
- RAEDER, U.; BRODA, P. Rapid preparation of DNA from filamentous fungi. *Letters in Applied Microbiology*, v. 1, n. 1, p. 17-20, 1985.
- SAMUELS, Gary J. et al. *Trichoderma* species associated with the green mold epidemic of commercially grown *Agaricus bisporus*. *Mycologia*, v. 94, n. 1, p. 146-170, 2002.
- SILVA, L. G. et al. Dual functionality of *Trichoderma*: Biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* and biostimulant of cotton plants. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, p. 983127, 2022.
- TAMURA, K.; STECHER, G.; KUMAR, S. MEGA 11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *MolBiolEvol*<https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>, v. 4, p. 21-28, 2021.
- Socioeconomia - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia>>. Acesso em: 14 maio. 2023.
- WIRTH, S. J.; WOLF, G. A. Micro-plate colourimetric assay for endo-acting cellulase, xylanase, chitinase, 1, 3- β -glucanase and amylase extracted from forest soil horizons. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 24, n. 6, p. 511-519, 1992.
- WHITE, T. J. et al. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. *PCR protocols: a guide to methods and applications*, v. 18, n. 1, p. 315-322, 1990.

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

ZAPATA, Daniela; LÓPEZ, Julián E.; SILDARRIAGA, Juan F. Plant Growth-Promoting and Biocontrol Potential of *Aspergillus tubingensis* and *Talaromyces islandicus*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, p. 1-17, 2024.

ZHANG, L. et al. Biocontrol potential and growth-promoting effect of endophytic fungus *Talaromyces muroii* SD1-4 against potato leaf spot disease caused by *Alternaria alternata*. *BMC microbiology*, v. 24, n. 1, p. 255, 2024.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 4

ESTUDO TAXONÔMICO DO GÊNERO ANCISTRUS KNER 1854 (SILURIFORMES, LORICARIIDAE) DOS TRECHOS ALTO E MÉDIO RIO TOCANTINS

Lourrany Ferreira Azevedo¹
Carine Cavalcante Chamon²

RESUMO

O gênero *Ancistrus* Kner, pertencente à família Loricariidae, é conhecido por possuir cerca de 1/3 do focinho desprovido de placas ósseas, com tentáculos desenvolvidos nos machos durante o período reprodutivo. Há 76 espécies válidas de *Ancistrus* na região Neotropical, sendo nove encontradas na bacia do Tocantins-Araguaia, com cinco delas restritas aos trechos alto/médio do rio Tocantins. Um estudo taxonômico das espécies foi realizado por meio do exame de material da Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia Sistemática da Universidade Federal do Tocantins (UNT). Comparativos de espécies sem material disponível para empréstimo foram obtidos a partir de descrições originais e fotografias de espécimes-tipos. Para delimitar as espécies, foram analisados dados de coloração, características morfométricas, merísticos e osteológicas. Foram examinados cerca de 70 exemplares, revelando a possível existência de três espécies não descritas. *Ancistrus* sp. 1 se destaca por apresentar um corpo marrom escuro a preto com pontos brancos, diferenciando-se das congêneres principalmente pela coloração abdominal. *Ancistrus* sp. 2 distingue-se das outras espécies pelo padrão de colorido do corpo com manchas geométricas claras semelhantes a uma colmeia. *Ancistrus* sp. 3 se diferencia das demais pela coloração uniforme do corpo em cinza, com uma faixa cinza escura na lateral do corpo. A complexidade taxonômica de *Ancistrus* torna esses estudos regionais cruciais para a delimitação geográfica das espécies e a criação de diagnósticos e descrições precisas das mesmas dentro desse gênero.

Palavras-chave: Cascudos; Biodiversidade; Ictiofauna.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas Bacharelado, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins (UFT), lourrany.azevedo@mail.uft.edu.br.

² Doutora em Ciências (Zoologia) pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), Professora no Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins (UFT), chamoncarine@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Os peixes da ordem Siluriformes são popularmente conhecidos como bagres ou cascudos, e incluem uma grande diversidade de táxons que constituem mais de 30% da ictiofauna Neotropical (MALABARBA & MALABARBA, 2020). Dentre os Siluriformes, Loricariidae é a família que possui a maior riqueza absoluta de espécies e inclui mais de 1062 espécies válidas (FRICKE et al., 2024).

Os loricarídeos possuem características peculiares e são facilmente reconhecidos por apresentar o corpo coberto por fileiras de placas dérmicas e a presença de boca ventral em forma de ventosa (SCHAEFER, 1987; ARMBRUSTER, 2004), além de dentes adaptados para uma dieta iliófaga, ou seja, são animais bentônicos que se alimentam raspando algas do substrato (DE PINNA, 1998). Loricariidae possui ampla distribuição na região Neotropical, desde o nordeste da Argentina até sul da Costa Rica, além disso, habitam uma ampla variedade de ambientes de água doce, como rios, riachos e córregos, ocupando ambientes lóticos e lênticos, como lagos e lagoas (Reis, Kullander e Ferraris, 2003; Malabarba e Malabarba, 2020).

Atualmente, Loricariidae é dividida em seis subfamílias, sendo elas: Lithogeninae (3 spp.), Delturinae (8 spp.), Rhinelepininae (9 spp.), Loricariinae (274 spp.), Hypoptopomatinae (263 spp.) e Hypostominae (608 spp.) (FRICKE et al., 2024). Dentre as subfamílias, Hypostominae possuiu diversas reorganizações taxonômicas ao longo do tempo e foi considerada como parafilética por alguns autores (Isbrücker, 1980; Schaefer, 1989). Posteriormente, Armbruster (2004) propôs a inclusão de Ancistrinae (considerada uma subfamília) como uma tribo dentro de Hypostominae (Ancistini Kner) e alocou grande parte dos táxons.

O gênero *Ancistrus* possui 81 espécies válidas (Fricke et al., 2024;

Neuhaus et al., 2022) e pode ser reconhecido dentre os loricarídeos,

principalmente, devido apresentar o focinho desprovido de placas e com a presença de tentáculos, que nos machos maduros são bastante desenvolvidos. A presença de focinho sem placas pode ser observada também em *Chaetostoma* Tschudi, 1846, entretanto, a diferença entre os dois é que *Chaetostoma* não possui tentáculos e possui cinco fileiras de placas no pedúnculo caudal, enquanto *Ancistrus* possui três (Neuhaus et al., 2022). Embora *Ancistrus* seja facilmente reconhecido dentro da família, suas espécies são mais difíceis de se diagnosticar, devido sua ampla distribuição, muitas descrições antigas e pouco informativas e a ausência de uma revisão taxonômica do gênero.

As espécies de *Ancistrus* se distribuem em diversos sistemas de água doce da região Neotropical. A bacia do rio Tocantins-Araguaia abriga uma grande riqueza de espécies de peixes (mais de 750 spp.). Em toda a bacia são conhecidas nove espécies do gênero: *A. aguaboensis*, *A. cryptophthalmus*, *A. hoplogenyis*, *A. jataiensis*, *A. karajás*, *A. minutus*, *A. ranunculus*, *A. reisi* e *A. stigmaticus*; sendo que cinco destas são restritas ao alto/médio trecho do rio Tocantins e duas são consideradas em perigo de extinção (EN) (Chamon et al., 2022). Coletas recentes e exame de material depositado na Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia Sistemática (UNT), revelaram morfótipos distintos das espécies já descritas, havendo a necessidade de uma investigação mais acurada para a confirmação de possíveis nova(s) espécie(s).

Portanto, o estudo taxonômico do gênero *Ancistrus* do alto e médio rio Tocantins é de grande importância para contribuir com a delimitação taxonômica das espécies do gênero, além de trazer uma análise do gênero para a bacia de acordo com a revisão mais recente de Neuhaus. E por se tratar de uma região que vem sofrendo inúmeros impactos e modificações ambientais (em especial a construção de barragens e a expansão da

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

fronteira agrícola), estudos como o proposto neste projeto são notavelmente importantes para melhor compreender a diversidade da ictiofauna da bacia e para a proposição de medidas de conservação, visto que só podemos conservar aquilo que conhecemos.

MÉTODO E MATERIAIS

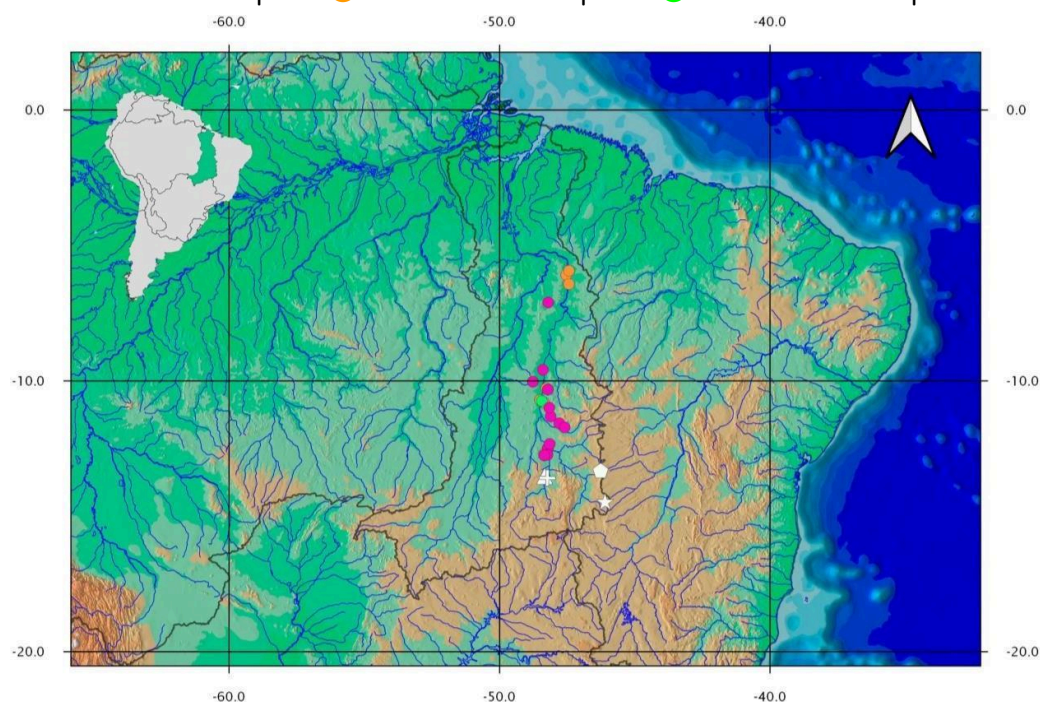
Área de estudo.

As espécies examinadas são provenientes da bacia do rio Tocantins-Araguaia, ocorrendo nos trechos alto e médio do rio Tocantins (Figura 1).

Figura 1. Mapa com os pontos de distribuição geográfica das três possíveis novas espécies de

Ancistrus que foram analisadas neste estudo.

● Ancistrus sp.1. ● Ancistrus sp.2. ● Ancistrus sp.3. + Ancistrus



aguaboensis (H)

Ancistrus cryptophthalmus (H) △ Ancistrus minutus (H) ☆ Ancistrus reisi (H). H = holótipo.

A bacia do Tocantins-Araguaia é formada pelos rios Tocantins e Araguaia, sendo assim a maior bacia exclusiva do território brasileiro, abrangendo cerca de 918,273 km², percorre os estados de Goiás, GO (26.8%), Tocantins, TO (34.2%), Pará, PA (20.8%), Maranhão (3.8%), Mato Grosso, MT (14.3%), e o Federal District, DF (0.1%). (MMA 2006; ANA 2020).

Foram examinados espécimes do rio Tocantins que é formado pelos rios das Almas e do Maranhão (MMA 2006; ANA 2020). O rio Tocantins pode ser dividido nos trechos alto, médio e baixo. O trecho do alto rio Tocantins, se estende desde suas nascentes até a cachoeira do lajeado, percorrendo cerca de 1060 km e com desnível de 915 m; o trecho médio se estende desde a cachoeira do Lajeado até São João do Araguaia, com cerca de 980 km de desnível de 149 m; já o trecho o baixo se estende desde São João do Araguaia até sua foz, com 260 km e uma variação de altitude de 26 m (Paiva 1982; Agostinho et al. 2009; ANA 2020). Como pode ser observado ao longo da descrição da bacia, pelo fato de o rio Tocantins possuir diversos ambientes com corredeiras e cachoeiras, tornou-se um alvo do setor hidrelétrico que implantou vários projetos nesse local (Chamon et al. 2022).

1.2. Material.

O material que foi estudado pertence, em sua maioria, ao acervo da Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia Sistemática (UNT). Além disso, caso seja necessário serão solicitados empréstimos de exemplares das seguintes instituições: Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ) e Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Dados comparativos de espécies raras e que não tenham material disponível para empréstimo, foram obtidos a partir das descrições originais e de fotografias dos espécimes-tipos disponíveis em Morris et al. (2006).

1.3. Análise do material.

Para a comparação e delimitação das espécies, foram levantados dados morfológicos com base em características externas, de coloração, padrões morfométricos, merísticos e osteológicos. A metodologia de medidas e contagens foi realizada de acordo com Neuhaus et al. (2022). As medidas foram obtidas com o auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. Medidas e as contagens foram realizadas apenas no lado esquerdo do corpo do exemplar, exceto quando a estrutura estiver danificada. Os dados morfométricos obtidos foram apresentados como porcentagens do comprimento padrão, exceto para as subunidades da cabeça que são apresentadas como porcentagens do comprimento da cabeça. A nomenclatura osteológica e a terminologia das placas seguiram Schaefer (1987; 1997), respectivamente, com exceção da placa pré-frontal usada para nomear a placa que forma a margem póstero-lateral da narina e margem ântero dorsal da órbita (Schaefer, 1997), e pterótico composto usado em vez de pterótico-supracleitro (Aquino & Schaefer, 2002). A terminologia para áreas do focinho e dos tentáculos seguiu o proposto por Sabaj et al. (1999). Para a análise da osteologia, alguns exemplares foram diafanizados e corados (d&c) de acordo com o protocolo de Taylor & Van Dyke (1985), dissecados e foram realizadas as análises osteológicas para a diferenciação de espécies.

1.4. Lista de materiais examinados e comparativos.

Ancistrus sp.1. foram selecionados 25 exemplares para estudo que constam na coleção de peixes UNT: 1. UNT006160; 2. UNT006160; 3. UNT014881; 4. UNT019825; 5. UNT015159; 6. UNT014854; 7. UNT015539; 8. UNT1001; 9. UNT000995; 10. UNT001001; 11. UNT01539; 12. UNT01539; 13. UNT01539; 14. UNT014854; 15. UNT014887; 16. UNT001796. 17. UNT014773; 18;

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

UNT001796; 19. UNT1796; 20. UNT001796; 21. UNT016628; 22. UNT006214; 23. UNT013991; 24. UNT0013991; 25. UNT001036.

Ancistrus sp.2. também foram selecionados 11 exemplares da coleção de peixes UNT: 1. UNT008134; 2. UNT008134; 3. UNT001078; 4. UNT001078; 5. UNT001078; 6. UNT001078; 7.

UNT001416; 8. UNT001416; 9. UNT001416; 10. UNT001414.

Ancistrus sp.3. foram selecionados 22 exemplares da coleção de peixes da UNT: 1.

UNT016252; 2. UNT002021; 3. UNT008184; 4. UNT016337; 5. UNT016588; 6. UNT022004.

Ancistrus minutus foi doado à coleção da UNT, UNT021298 (2).

Ancistrus aguaboensis também foram selecionados 6 exemplares da coleção de peixes UNT:

1. UNT001828; 2. UNT016693 (2); e foi doado à coleção, mas não estão catalogados (5).

Ancistrus reisi foi doado à coleção da UNT, mas não estão catalogados (4).

DADOS E DISCUSSÃO

Ancistrus sp.1.

Diagnose. Ancistrus sp.1. pode ser diferenciado dos seus congêneres, (exceto A. minutus Fisch-Müller, Mazzoni & Weber, 2001 e A. aguaboensis Fisch-Müller, Mazzoni & Weber, 2001 e A. jataiensis Fisch-Müller, Cardoso, Silva & Bertaco, 2005), pelo padrão de coloração de fundo preto ou marrom escuro com pontos pequenos e mais claros, quase brancos distribuídos ao longo das regiões dorsal e ventral do corpo, tendo o focinho desprovido de pontos (vs corpo sem pontos e de cor pálida, desprovida de pigmentação em A. cryptophthalmus Reis, 1987; região dorsal do corpo com colorido uniforme e sem pontos em A. reisi, Fisch-Müller, Cardoso, Silva &

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

Bertaco, 2005, e *Ancistrus* sp.3.). Diferencia-se ainda de *A. aguaboensis* e *A.*

minutus pela presença de pontos na região abdominal do corpo (vs. pontos na região abdominal ausentes) e de *A. jataiensis* pela presença de nadadeira adiposa bem desenvolvida (vs. nadadeira adiposa inconspícua ou ausente), o comprimento da pré-dorsal é mais alongado que *A. jataiensis* (33,45-62,91 vs. 47,5-49,3 mm) e a largura do corpo na origem da nadadeira dorsal também é maior e mais alongada (18,51-42,12 vs. 27,5-30,5 mm). *Ancistrus* sp.1. ainda pode ser diferenciado de seus congêneres pela combinação de caracteres osteológicos: pterotico supracleito mais alongado (vs. estreito), supraoccipital arredondado e alongado na porção posterior (retangular e estreito na posterior).

Tabela 1. Dados morfométricos e merísticos de *Ancistrus* sp.1.

N= número de Exemplares examinados; DP= desvio padrão.

Número de exemplares examinados; DP= desvio padrão.

Fonte: Elaboração própria

Caráter	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
CP (mm)	25	41,1	115,2	74,1	-
Porcentagem do CP					
Comprimento pré-dorsal	25	33,45	62,91	40,62	7,43
Comp. da cabeça (CC)	25	21,7	41,65	29,78	5,93
Comp. da espinha dorsal	25	-	31,02	18,84	9,56
Comp. do raio não ramificado da nadadeira anal	25	7,43	12,18	9,37	1,42
Comp. da espinha peitoral	25	18,13	46,38	26,03	6,85
Comp. do raio não ramificado da espinha pélvica	25	11,55	27,12	20,03	3,96
Comp. da espinha adiposa	25	-	11,61	7,57	3,12
Comp. do raio não ramificado da nadadeira caudal superior	25	-	29,08	16,71	8,5
Comp. do raio não ramificado da nadadeira caudal inferior	25	-	40,61	24,83	9,53
Largura cleitral	25	20,62	36,17	26,86	4,59

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

Larg. do corpo na origem da nadadeira dorsal	25	18,51	42,12	23,85	5,77
Comp. do pedúnculo caudal	25	-	27,3	20,48	5,71
Profundidade do pedúnculo caudal	25	8,73	15,23	11,53	1,79
Comp. nadadeira dorsal	25	13,17	30,75	18,83	5,22
Distância dorsal-adiposa	25	-	16,76	11,53	4,12
Distância interorbital	25	12,51	21,5	16,32	2,6
Comp. torácico	25	15,68	20,39	30,25	3,5
Comp. abdominal	25	20,34	22,39	19,2	2,2
Porcentagem do CC					
Compr. do focinho	25	43,57	68,06	53,06	6,18
Diâmetro da órbita	25	12,84	27,93	20,02	4,37
Largura interorbital	25	42,18	59,7	48,87	3,69
Largura internarinal	25	22,67	37,97	29,42	4,93
Distância narina-orbital	25	9,39	22,8	15,22	3,38
Profundidade occipital	25	43,25	58,1	47,83	3,25
Largura da boca	25	33,96	67,1	51,77	7,52
Comprimento cabeça-boca	25	40,37	65,81	49,93	8,1
Comprimento da boca	25	26,44	46,78	35,98	5,13
Compr. do pré-maxilar	25	12,12	25,74	17,52	3,44
Merísticos				Moda	
Série de placas dorsais	25	20	20	20	-
Série de placas médio dorsais	25	16	20	16	-
Série de placas medianas	25	22	22	22	-
Série de placas médio ventrais	25	16	23	16	-
Série de placas ventrais	25	12	24	16	-
Placas da base da caudal	25	5	25	7	-
Dentes pré-maxilares	25	59	56	56	-
Dentes do dentário	25	64	64	64	-

Fonte: Elaboração própria

Ancistrus sp.2.

Diagnose. Ancistrus sp.2. pode ser diferenciado de todos os seus

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

congêneres, pela presença de corpo marrom escuro, com manchas

geométricas semelhantes a favos de mel por toda a região dorsal; e região ventral do corpo com colorido marrom claro recoberto com pontos brancos e grandes (vs. região dorsal do corpo com pontos brancos diminutos e ausentes na região ventral em *A. minutus* e *A. aguaboensis*; com manchas brancas grande na região da cabeça e abdome em *A. jataiensis* e padrão de colorido uniforme e sem manchas em *A. cryptophthalmus* e *Ancistrus* sp.3.). A cabeça é mais estreita que *A. jataiensis* (30,19-30,99 vs. 36,2-40,2 mm) e também seu focinho é mais achatado e estreito (48,65-54,84 vs. 57,7-61,6 mm).

Tabela 2. Dados morfométricos e merísticos de *Ancistrus* sp.2. N= número de Exemplares examinados; DP= desvio padrão.

Número de exemplares examinados; DP= desvio padrão.

Fonte: Elaboração própria

Caráter	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
CP (mm)	10	51,43	123,53	73,66	-
Porcentagem do CP					
Comprimento pré-dorsal	10	38,14	39,76	37,16	1,82
Comp. da cabeça (CC)	10	30,19	30,99	27,31	2,20
Comp. da espinha dorsal	10	20,55	24,60	19,52	7,05
Comp. do raio não ramificado da nadadeira anal	10	10,05	10,05	8,19	1,1
Comp. da espinha peitoral	10	27,37	27,37	24,23	2,66
Comp. do raio não ramificado da espinha pélvica	10	23,07	23,37	20,23	1,42
Comp. da espinha adiposa	10	9,27	9,79	8,37	0,98
Comp. do raio não ramificado da nadadeira caudal superior	10	20,15	20,15	10,87	9,42
Comp. do raio não ramificado da nadadeira caudal inferior	10	25,81	29,38	15,31	13,35
Largura cleitral	10	24,50	27,36	25,28	2,14
Larg. do corpo na origem da nadadeira dorsal	10	25,19	25,23	22,24	2,26
Comp. do pedúnculo caudal	10	20,14	25,04	19,34	2,79
Profundidade do pedúnculo caudal	10	10,11	14,49	11,10	1,39
Comp. nadadeira dorsal	10	16,85	19,27	16,64	1,84
Distância dorsal-adiposa	10	12,27	13,46	10,27	2,14

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

Distância interorbital	10	15,09	16,84	15,32	1
Comp. torácico	10	22,42	22,42	18,70	1,98
Comp. abdominal	10	18,48	20,98	15,23	3,10
Porcentagem do CC					
Compr. do focinho	10	48,65	54,84	50,45	2,43
Diâmetro da órbita	10	13,49	23,22	19,42	2,86
Largura interorbital	10	48,19	54,91	49,16	2,77
Largura internarinal	10	26,55	34,59	28,68	4,41
Distância narina-orbital	10	11,55	18,93	13,93	2,45
Profundidade occipital	10	48,65	58,17	49,91	4,88
Largura da boca	10	58,65	63,52	56,56	4,47
Comprimento cabeça-boca	10	50,31	62,63	52,95	4,57
Comprimento da boca	10	31,27	40,43	35,05	3,34
Compr. do pré-maxilar	10	16,57	23,30	19,10	2,89
Compr. do dentário	10	15,63	23,88	19,69	3,46
Merísticos				Moda	
Série de placas dorsais	10	19	23	22	-
Série de placas médio dorsais	10	16	20	18	-
Série de placas medianas	10	21	23	23	-
Série de placas médio ventrais	10	19	22	21	-
Série de placas ventrais	10	14	16	15	-
Placas da base da caudal	10	5	7	6	-
Dentes pré-maxilares	10	42	46	42	-
Dentes do dentário	10	53	56	55	-

Ancistrus sp.3.

Diagnose. Ancistrus sp.3. pode ser diferenciado dos seus congêneres, exceto A. reisi e A. jataiensis pelo padrão de coloração de fundo cinza com uma faixa mais escura longitudinal ao longo da lateral do corpo, (vs. corpo de cor pálida, desprovida de pigmentação em A. cryptophthalmus; corpo de coloração marrom escuro e com pontos brancos em A. minutus e em A.

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

aguaboensis). Se diferencia ainda de *A. jataiensis* pela cabeça mais estreita (26,29-31,67 mm vs. 36,2-40,2 mm); largura cleitral mais estreita (22,93-25,94 mm vs 33,6-35,6 mm) e maior distância interorbital (43,16- 51,37 mm vs. 36,2-43,3 mm). *Ancistrus* sp.3. ainda pode ser diferenciado de seus congêneres pela combinação de caracteres osteológicos: pterotico supracleitro com leve contato com a órbita (vs. retangular e estreito), nasal mais alongado com a porção anterior arredondada (vs. nasal alongado e com a parte anterior retangular).

Tabela 3. Dados morfométricos e merísticos de *Ancistrus* sp.3. N= número de Exemplares examinados; DP= desvio padrão.

Número de exemplares examinados; DP= desvio padrão.

Fonte: Elaboração própria

Caráter	N	Mínimo	Máximo	Média	DP
CP (mm)	10	45,34	144,92	81,92	-
Porcentagem do CP					
Comprimento pré-dorsal	10	34,15	37,36	35,63	0,99
Comp. da cabeça (CC)	10	26,29	31,67	28,11	1,26
Comp. da espinha dorsal	10	-	24,34	16,28	9,06
Comp. do raio não ramificado da nadadeira anal	10	7,43	11,16	8,57	0,97
Comp. da espinha peitoral	10	20,62	27,93	24,31	2,24
Comp. do raio não ramificado da espinha pélvica	10	16,23	21,62	19,44	1,28
Comp. da espinha adiposa	10	6,21	9,48	7,48	0,93
Comp. do raio não ramificado da nadadeira caudal superior	10	14,38	20,23	17,06	2,17
Comp. do raio não ramificado da nadadeira caudal inferior	10	-	27,58	22,57	6,7
Largura cleitral	10	22,93	25,97	24,27	1,06
Larg. do corpo na origem da nadadeira dorsal	10	17,97	23,02	20,41	1,57
Comp. do pedúnculo caudal	10	10,15	22,94	16,56	3,12
Profundidade do pedúnculo caudal	10	9,81	13,40	11,30	1,17
Comp. nadadeira dorsal	10	8,43	18,70	15,48	2,83
Distância dorsal-adiposa	10	7,5	15,82	10,14	2,08
Distância interorbital	10	10,91	16,96	13,74	1,73

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

Comp. torácico	10	15,39	20,26	17,10	1,54
Comp. abdominal	10	11,59	16,71	14,63	1,55
Porcentagem do CC					
Compr. do focinho	10	43,59	55,96	48,14	3,5
Diâmetro da órbita	10	15,63	27,10	19,46	3,47
Largura interorbital	10	43,16	51,37	47,16	2,36
Largura internarinal	10	24,05	34,31	29,01	2,96
Distância narina-orbital	10	10,02	17,05	13,49	1,96
Profundidade occipital	10	44,33	55,52	50	3,57
Largura da boca	10	41,71	52,50	48,25	3,11
Comprimento cabeça-boca	10	34,77	48,83	43,51	3,55
Comprimento da boca	10	30	39,43	33,77	2,59
Compr. do pré-maxilar	10	11,61	19,28	15,25	2,38
Compr. do dentário	10	11,68	19,71	16,52	2,57
Merísticos				Moda	
Série de placas dorsais	10	19	23	22	-
Série de placas médio dorsais	10	6	8	7	-
Série de placas medianas	10	23	26	25	-
Série de placas médio ventrais	10	16	18	18	-
Série de placas ventrais	10	15	17	16	-
Placas da base da caudal	10	4	6	5	-
Dentes pré-maxilares	10	19	44	43	-
Dentes do dentário	10	27	45	42	-

Fonte: Elaboração própria

Ancistrus minutus.

Ancistrus minutus e *A. aguaboensis* foram descritos por Fisch-Muller, possuindo uma diagnose antiga, onde os caracteres morfológicos que foram levados em consideração os faziam parecer sinônimos e foram classificadas distintas por conta de análises moleculares, que sem uma pesquisa mais acurada dessa parte era difícil de diferenciá-las em coletas.

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

No entanto, ao observar características morfológicas de ambas as espécies em laboratório foi possível concluir que é possível distingui-las com padrões morfológicos de coloração.

Diagnose. *A. minutus* pode ser diferenciada dos seus demais congêneres exceto *A. aguaboensis* e *A. sp.1.* pelo tamanho pequeno do corpo, de coloração marrom a cinza escuro e pela presença de pontos pequenos e arredondados claros por todo dorso. Assim, com análises mais acuradas do exemplar doado, foi possível perceber que ainda se difere de *A. aguaboensis* pela presença de um padrão diferente de coloração, pois tem um padrão de coloração do corpo que varia de marrom a cinza claro, além de *A. minutus* possuir pontos no pedúnculo caudal mais claros que a coloração amarelada em seu ventre (vs. ausente em *A. aguaboensis* e por toda região abdominal de

A. sp.1.) e seu corpo possui pontos bem definidos e distribuídos de forma uniforme pelo dorso (vs. *A. aguaboensis* com pontos mais escuros e menos visíveis e pontos maiores em *A. sp.1.*). *Ancistrus minutus* ainda pode ser diferenciado de seus congêneres pela combinação de caracteres osteológicos: região anterior do supraoccipital com pontas menores entre as três pontas em forma de coroa (vs. três pontas em forma de coroa), pterotico supracleito com formato arredondado e maior (vs. retangular e estreito).

Ancistrus aguaboensis

Ao analisar a osteologia de *A. aguaboensis* foi possível observar que ele se diferencia das demais espécies por apresentar região anterior do supraoccipital com uma ponta conspícua (vs. com três pontas em forma de coroa), porção posterior com uma ponta arredondada (vs. retangular), nasal com a porção posterior com duas pontas e mais alongado (vs. alongado e com a parte anterior retangular) e pterotico supracleito sem contato à órbita (vs. pterotico supracleito com contato à órbita).

Ancistrus reisi

Ao analisar a osteologia de *A. reisi* foi possível observar que ele se diferencia das demais espécies por apresentar região anterior do supraoccipital com uma ponta conspícua e alongada (vs. com três pontas em forma de coroa), esfenótico alongado (vs. estreito) e pterotico supracleito sem contato à órbita (vs. pterotico supracleito com contato à órbita).

Osteologia

Ao analisar a osteologia do gênero foi possível encontrar alguns ossos com padrão característicos desse gênero, como nasal alongado e com a parte anterior retangular, pterotico supracleito com contato à órbita com formato retangular e estreito e supraoccipital com três pontas em forma de coroa na porção anterior e retangular na posterior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O seguinte trabalho apresenta a descrição das espécies do gênero *Ancistrus* que ocorrem nos trechos alto e médio do rio Tocantins. Com isso, foram obtidos dados morfológicos, osteológicos e de coloração, visando a elaboração de diagnósticos precisos para as espécies. Para melhor entender a distribuição dos táxons na área de estudo, foram plotadas as coordenadas de cada lote examinado no Google Earth para a elaboração de um mapa

Cada uma das etapas propostas foi concluída no fim do trabalho, trazendo como contribuição final o aumento do conhecimento acerca da diversidade do gênero, vista a sua complexidade taxonômica. Nesse contexto, o presente trabalho é de suma importância para o entendimento

da diversidade do gênero e dos peixes da bacia hidrográfica do Tocantins

como um todo, além da proposição de uma chave taxonômica para as espécies de *Ancistrus* da bacia.

Embora os dados morfométricos e merísticos sejam bastante sobrepostos na maioria das espécies de *Ancistrus*, alguns deles foram úteis para a composição das diagnoses. Além disso, a análise desses dados permitiu entender melhor a anatomia externa dos espécimes. Os dados de coloração são historicamente utilizados para a diferenciação das espécies de peixes, e mesmo podendo apresentar algumas variações, foram de grande valia para a separação das espécies deste estudo. Para a complementação das diagnoses e elaboração das descrições formais das espécies, também foram utilizados dados de osteologia comparada. Portanto, é de grande importância a realização de estudos taxonômicos locais como esse para entender a delimitação de táxons muito ricos e amplamente distribuídos, como *Ancistrus*. Diante disso, é fundamental mais investimento em pesquisas para realização de coletas em regiões pouco exploradas da bacia, visando melhor conhecer a ictiofauna. Ademais, a geração de conhecimento sobre a diversidade de peixes da bacia pode contribuir com órgãos ambientais na proposição de políticas voltadas à conservação e/ou manejo de espécies, visto que só preservamos aquilo que conhecemos.

REFERÊNCIAS

- AQUINO A.E. & SCHAEFER S.A. 2002. The temporal region of the cranium of loricarioid catfishes (Teleostei: Siluriformes): morphological diversity and phylogenetic significance. *Zool Anz*; 241(3):223-44.
<https://doi.org/10.1078/0044-5231-00071>
- ARMBRUSTER JW. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth

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

- armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. Zool J Linn Soc; 141(1):1– 80. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2004.00109.x>
- CHAMON, C.C.; SERRA, J., CAMELIER, P.A.C., ZANATA, A. M., FICHBERG, I & MARINHO, M. M. 2022. Building knowledge to save species: 20 years of ichthyological studies in the Tocantins- Araguaia River basin. Biota Neotropica, 22(2). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1296>
- DE PINNA, M. C. C. 1998. Phylogenetic relationships of neotropical Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi): historical overview and synthesis of hypotheses. Pp. 279-330. In: Malabarba et al. 1998.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N. & Van der Laan, R. (eds) 2023. ESCHMEYER'S CATALOG OF FISHES: GENERA, SPECIES, REFERENCES. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed dd mmm 2023.
- MALABARBA, L.R. & MALABARBA, M.C. 2020. Phylogeny and classification of Neotropical fish. In: Baldisserotto, B., Urbinati, E., Cyrino, J. (Ed.). Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish. Academic Press, p.1-19.
- MORRIS P.J., YAGER H.M. & SABAJ PÉREZ M.H. 2006. ACSImagebase: A digital archive of catfish images compiled by participants in the All Catfish Species Inventory. <http://acsi.acnatsci.org/base>
- NEUHAUS, E.B., BRITTO, M.R., BIRINDELLI, J.L.O. & SOUSA L.M. A new species of Ancistrus (Siluriformes: Loricariidae) from Tapajós and Xingu basins, Brazil. Neotrop Ichthyol. 2022; 20(1):e210129. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2021-0129>
- REIS, R. E, KULLANDER, S. & FERRARIS, 2003. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. 729p.
- REIS, R.E., ALBERT, J.S., DI DARIO, F., MINCARONE, M.M., PETRY, P. & ROCHA, L.A. 2016.
- Fish biodiversity and conservation in South America. JourFish Biol. 89:12-47 <https://doi.org/10.1111/jfb.13016>

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

SABAJ M.H, ARMBRUSTER J.W. & PAGE L.M. Spawning in *Ancistrus* with comments on the evolution of snout tentacles as a novel reproductive strategy: larval mimicry. *Ichthyol Explor Freshw.* 1999; 10(3):217-29.

SCHAEFER, S. A. 1987. Osteology of *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus), with a filogenetic analysis of the loricariid subfamilies (Pisces, Siluroidei). *Cont. Sci. Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co.*, 394: 1-31.

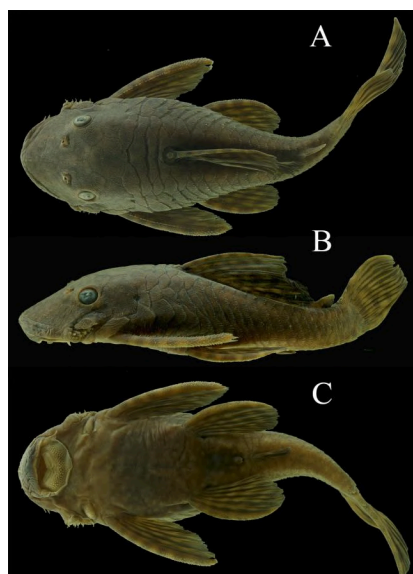
SCHAEFER, S. A. 1997. The Neotropical cascudinhos: systematics and biogeography of the *Otocinclus* catfishes (Siluriformes; Loricariidae). *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 148:1-120 TAYLOR, W. R. & VAN DYKE, G. C. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone cartilage. *Cybium* 9:107-119.

FINANCIAMENTO

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

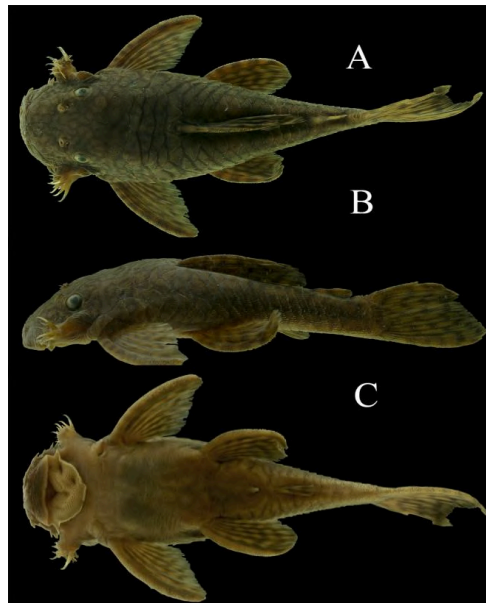
ANEXOS

Figura 2. Visão dorsal (A), lateral (B) e ventral de *Ancistrus* sp.1. UNT006160, SL: 80,59 mm



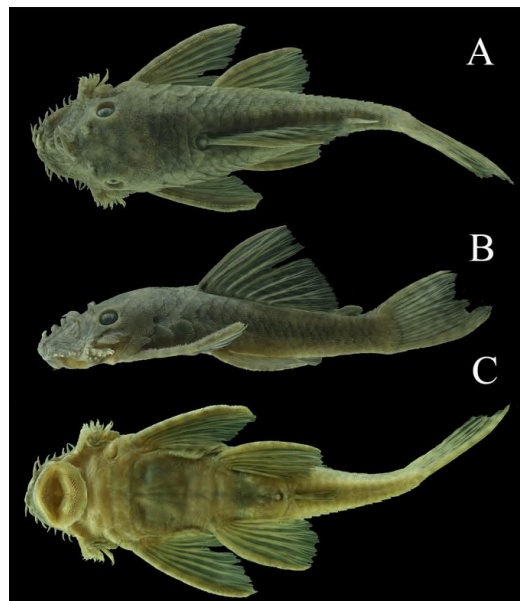
Fonte: acervo pessoal

Figura 3. Visão dorsal (A), lateral (B) e ventral de
Ancistrus sp.2. UNT008134, SL: 94,03 mm



Fonte: acervo pessoal

Figura 3. Visão dorsal (A), lateral (B) e ventral de
Ancistrus sp.3. UNT016252, SL: 114,92 mm



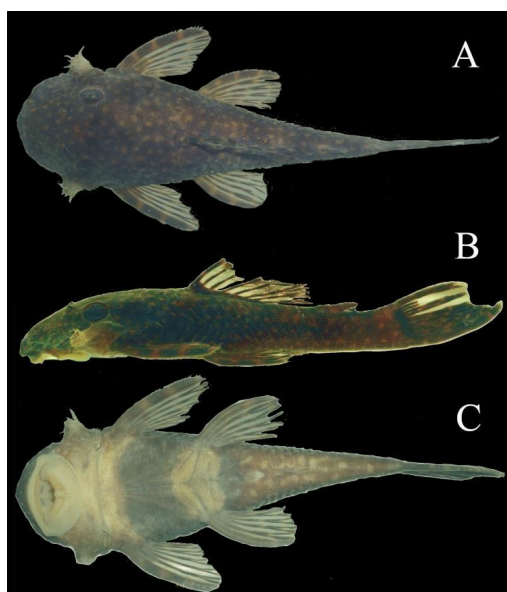
Fonte: acervo pessoal

Figura 4. Visão dorsal (A), lateral (B) e ventral de *Ancistrus aguaboensis*. UNT016693, SL: 44,32 mm



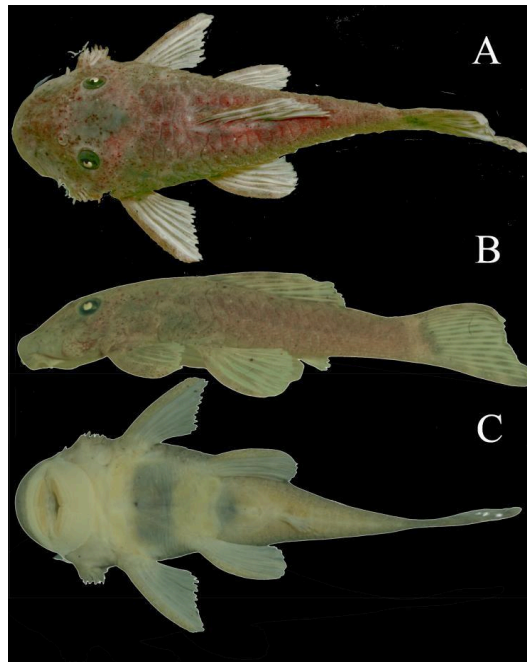
Fonte: acervo pessoal

Figura 5. Visão dorsal (A), lateral (B) e ventral de *Ancistrus minutus*. UNT021298, SL: 37,55 mm



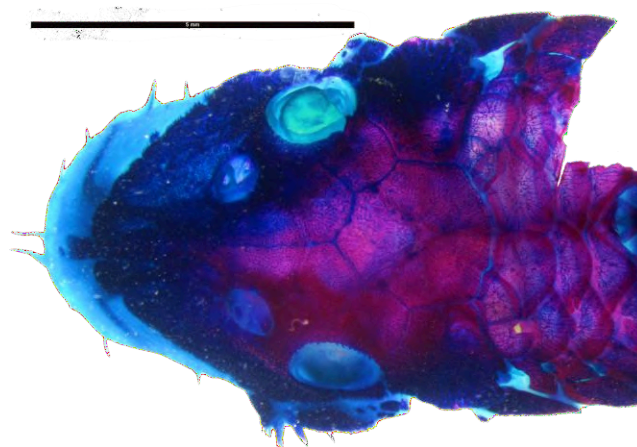
Fonte: acervo pessoal

Figura 6. Visão dorsal (A), lateral (B) e ventral de *Ancistrus reisi*. Não catalogado, SL: 33,55 mm



Fonte: acervo pessoal

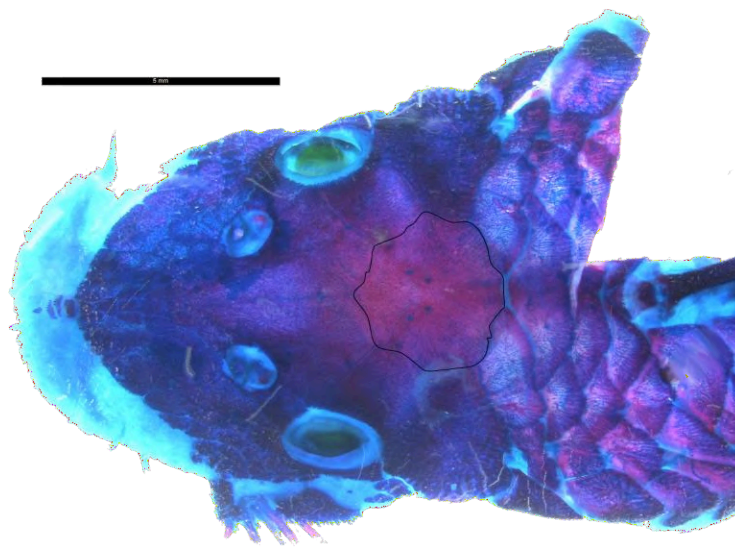
Figura 7. Vista dorsal do neurocrânio de *Ancistrus* sp.1.
UNT001796, SL: 65,74 mm



Fonte: acervo pessoal

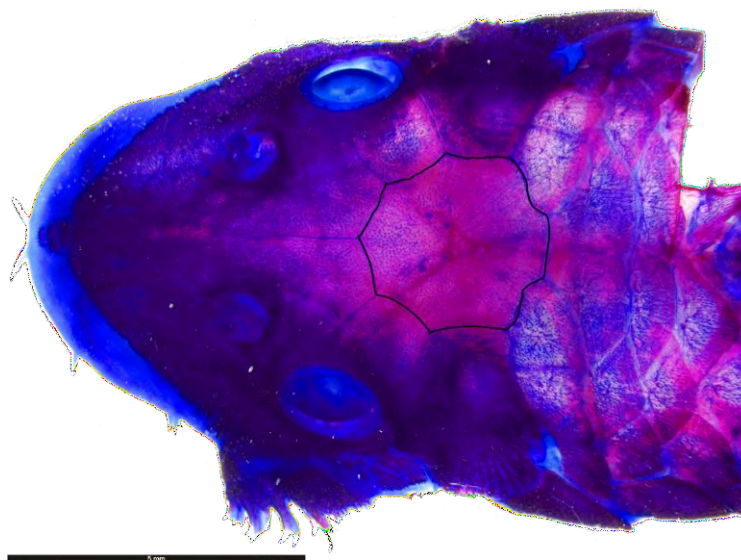
Figura 8. Vista dorsal do neurocrânio de *Ancistrus*
sp.2.

UNT001078, SL: 88,32 mm



Fonte: acervo pessoal

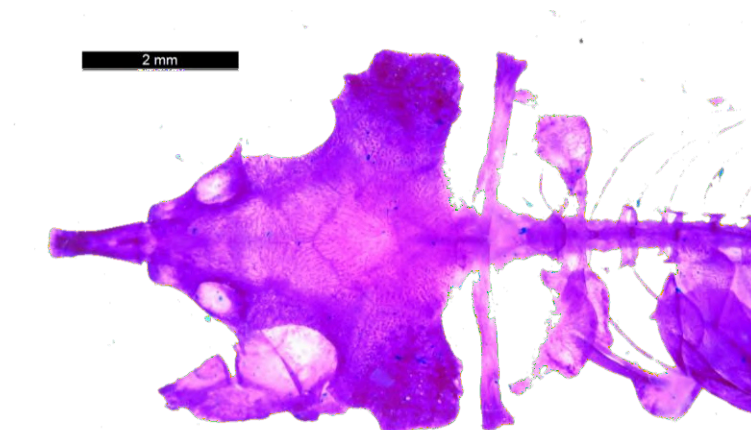
Figura 9. Vista dorsal do neurocrânio de *Ancistrus*
sp.3. UNT016252, SL: 45,34 mm



Fonte: acervo pessoal

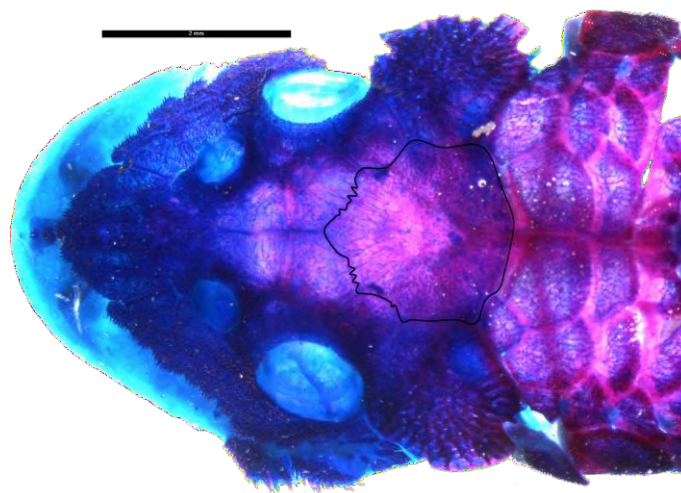
Figura 10. Vista dorsal do neurocrânio de *Ancistrus aguaboensis*.

Não catalogado, SL: 45,83 mm



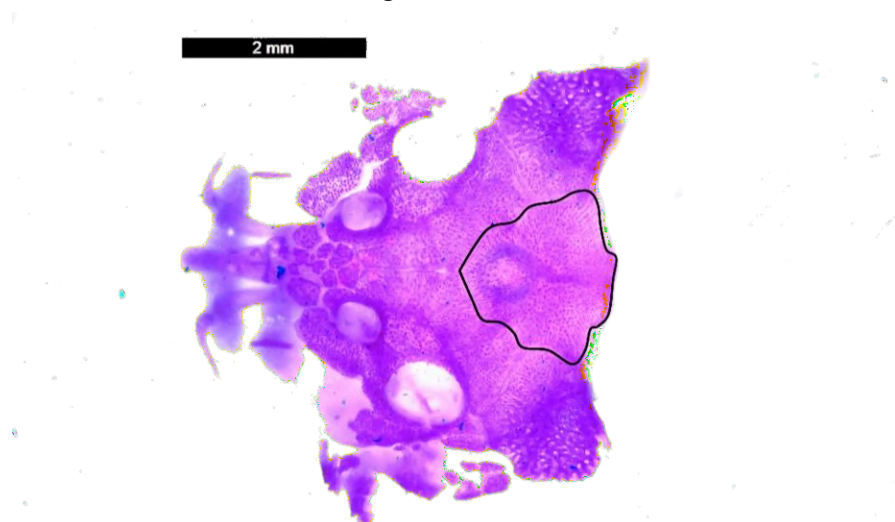
Fonte: acervo pessoal

Figura 11. Vista dorsal do neurocrânio de *Ancistrus minutus*. UNT0021298



Fonte: acervo pessoal

Figura 10. Vista dorsal do neurocrânio de *Ancistrus aguaboensis*. Não catalogado, SL: 44,53 mm



Fonte: acervo pessoal

Capítulo 5

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA OBTIDAS A PARTIR DE EXTRATOS DE *Dipteryx alata* (BARU)

Leticia Hevelly Souza de Oliveira,¹
Elton Carvalho de Lima²

RESUMO

O presente artigo aborda a síntese e caracterização físico-química de nanopartículas de prata (AgNPs) obtidas a partir de extratos de *Dipteryx alata*, uma planta conhecida por suas propriedades antioxidantes e potencial biotecnológico. A síntese das nanopartículas foi realizada por meio de um processo verde, utilizando o extrato aquoso obtido a partir da folha da planta como agente redutor. A formação das AgNPs foi monitorada por espectroscopia UV-Vis. As análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise por energia dispersiva foram empregadas para caracterizar a morfologia e a composição química das nanopartículas. Este estudo destaca a viabilidade do uso de extratos naturais na síntese de nanopartículas, contribuindo para o desenvolvimento de métodos sustentáveis e inovadores na nanobiotecnologia.

Palavras-chave: nanobiotecnologia, extratos de plantas, síntese verde, nanopartículas.

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

² Doutor em Ciência dos Materiais, Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, eltonlima@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

A nanotecnologia tem emergido como uma área de pesquisa inovadora e promissora, oferecendo avanços significativos em diversas disciplinas científicas. No contexto da síntese de nanopartículas, a prata tem sido objeto de intensa investigação devido às suas propriedades excepcionais e sua aplicabilidade em diversas áreas. Em uma abordagem, feita por Mittal et. al (2013) e por Durán et. al (2019), a obtenção de nanopartículas pode ocorrer por meio de diversas abordagens, sendo elas; físicas, químicas e biogênicas. Os métodos químicos fundamentam-se na redução de sais do metal desejado na presença de um agente redutor apropriado, resultando na formação de uma dispersão coloidal de nanopartículas metálicas. As rotas físicas são reconhecidas por sua morosidade, alto custo e riscos associados. Por outro lado, a abordagem biogênica é considerada uma alternativa vantajosa em termos de custo, amigável ao meio ambiente, conduzida em condições de temperatura e pressão ambiente, preferencialmente em meio aquoso, e isenta de resíduos químicos tóxicos.

Conhecido também como síntese verde para a obtenção de nanopartículas de prata, o método biogênico tem atraído muita atenção em pesquisas por ser um mecanismo economicamente interessante e com várias aplicações, pois utiliza produtos naturais com potencial para reduzir, formar e estabilizar as nanopartículas, como microrganismos, extratos de plantas e macromoléculas naturais, entre outros.

Neste contexto, o presente trabalho se propõe a realizar a síntese e caracterização físico- química de nanopartículas de prata, explorando uma abordagem inovadora ao utilizar extratos provenientes de *Dipteryx alata*, popularmente conhecido como "baru", uma árvore nativa da região do Cerrado brasileiro, conhecida por sua rica composição fitoquímica e outros

compostos bioativos. A utilização de extratos vegetais na síntese de nanopartículas oferece uma alternativa sustentável e ambientalmente amigável, além de explorar as propriedades intrínsecas das plantas, que podem conferir características únicas às nanopartículas obtidas.

Este estudo visa, assim, contribuir para a compreensão dos processos envolvidos na síntese de nanopartículas de prata utilizando extratos de *Dipteryx alata* (baru), conforme taxonomia e nomenclatura detalhadas por Carvalho (2003), bem como para a caracterização físico-química dessas nanopartículas. A análise minuciosa das propriedades estruturais, morfológicas e químicas das nanopartículas obtidas permitirá não apenas avaliar sua eficácia, mas também explorar possíveis aplicações inovadoras do conhecimento científico.

MÉTODO E MATERIAIS

A obtenção do extrato de *Dipteryx alata* foi realizada mediante a coleta de folhas na Universidade Federal do Tocantins, no Campus de Porto Nacional. A Figura 1 ilustra a imagem da planta *Dipteryx alata*, utilizada para a realização dos experimentos deste trabalho, e das folhas coletadas para os experimentos no período de chuvas local.

Posteriormente, as folhas foram submetidas à lavagem em água corrente, seguida de água destilada, e o processo foi finalizado com a secagem natural. Utilizando uma balança de precisão, uma quantidade de 10g de folhas foi pesada, e posteriormente, fervida com 100 ml de água destilada a 70°C por 10 minutos em uma chapa térmica. A solução com o extrato de folhas foi filtrada, usando um filtro de celulose com poros de abertura de 200µm, por gravidade e armazenada em um balão volumétrico para o preparo com a solução contendo o nitrato de prata.

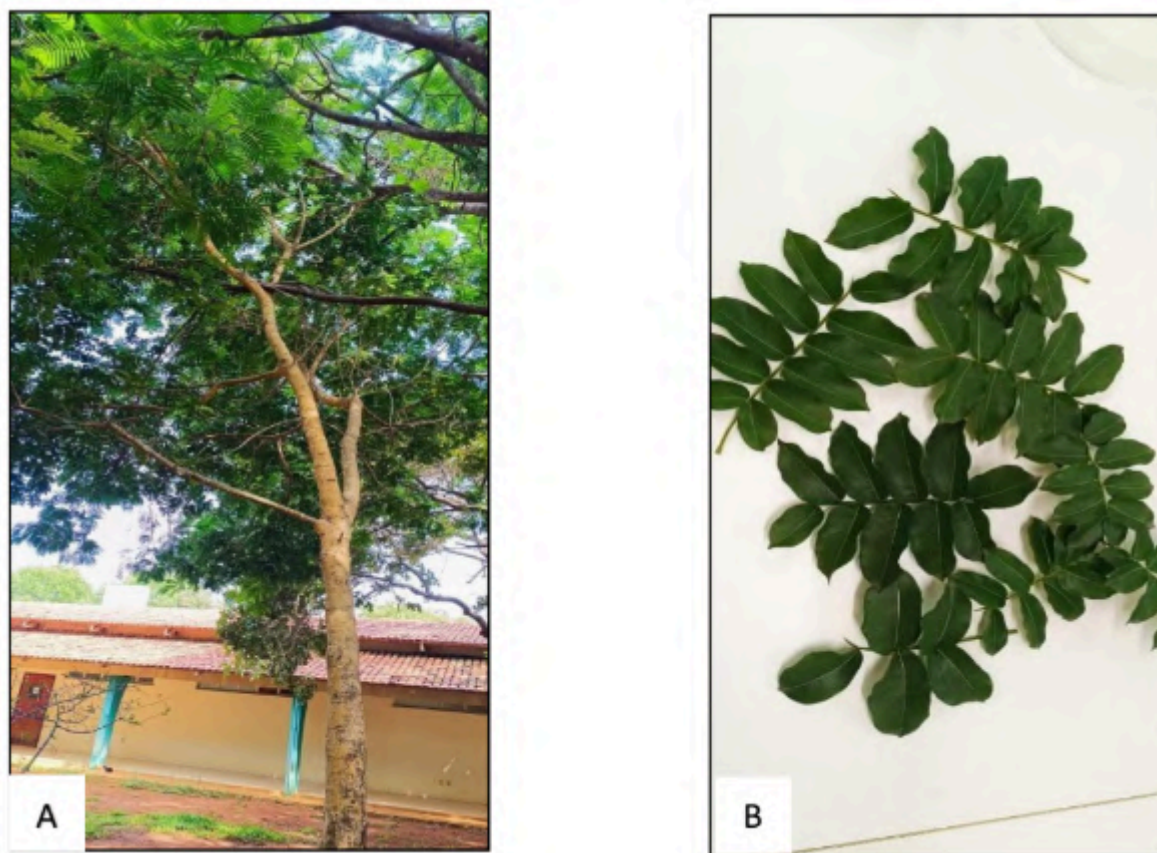


Figura 1: Foto da planta *Dipteryx alata* (A) utilizada para a realização dos experimentos deste trabalho, (B) imagem das folhas coletadas para os experimentos. Fonte: a própria autora.

Para a solução de nitrato de prata foi utilizada a concentração de 1mM de AgNO_3 dissolvido em 100ml de água destilada. A síntese das nanopartículas em solução foi realizada a partir da mistura de uma cota da solução do extrato das folhas verdes, e uma cota da solução de nitrato de prata, em concentrações pré-estabelecidas. Após a mistura das soluções, o volume foi mantido sob a proteção da luz, no escuro, para manter o tempo de incubação. Neste trabalho foram consideradas as proporções de 90/10, 80/20 e 70/30, em volume de acordo com a solução de nitrato de prata e a solução do extrato das folhas. Posteriormente para as

caracterizações físicas e químicas foram utilizados Espectroscopia UV-Vis

no intervalo entre 400 e 700nm, e com o Microscópio Eletrônico de Varredura por emissão de Campo (MEV-FEG), com tensão de aceleração de elétrons de 30kV no modo de detecção de elétrons transmitidos em campo escuro. As análises composicionais foram realizadas pela técnica de espectroscopia por dispersão de energia (EDS), com um detector de raios-X Oxford Instruments XMax-n 100 acoplado ao microscópio. As amostras enviadas para microscopia foram submetidas à centrifugação por 4000 r.p.m. para a separação e decantação das nanopartículas por suspensão.

Todos os procedimentos de preparação das soluções foram realizados no laboratório de física, e as caracterizações com a microscopia eletrônica foram realizadas em laboratórios multiusuários do Centro Regional para o Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (CRTI), que pertence à UFG.

DADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente três amostras testes foram elaboradas para avaliar o efeito da concentração sobre as soluções. Foram preparadas soluções com concentrações diferentes e monitoradas com a espectroscopia de UV-Vis. Com a técnica foi possível determinar o momento de formação das nanopartículas. Para o estudo as seguintes soluções foram obtidas: (i) uma solução 90/10, contendo 90mL de nitrato de prata e 10ml de extrato, (ii) uma solução 80/20, preparada com 80ml de nitrato e 20ml de extrato, e (iii) uma solução 70/30, com 70ml de nitrato e 30ml de extrato.

A Figura 2 ilustra os espectros de UV-vis para o primeiro teste com a razão em volume de 90/10, medido no intervalo de 400 a 700nm. Observa-se que a solução controle, contendo somente o extrato de folhas, apresenta uma absorção acentuada para um comprimento de onda menor que 400 nm. Neste mesmo teste, a solução de nanopartículas com a razão de 90/10,

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

foi avaliada para diferentes tempos de incubação no escuro. Observa-se que para um período entre 0 e 60 min, as curvas obtidas com a

espectroscopia para a solução 90/10 não apresenta nenhum pico característico entre 400 e 700nm. Com a solução obtida, somente após 8 dias o extrato apresentou uma curva característica, com um pico em torno de 450nm, que é atribuída a presença das nanopartículas na solução.

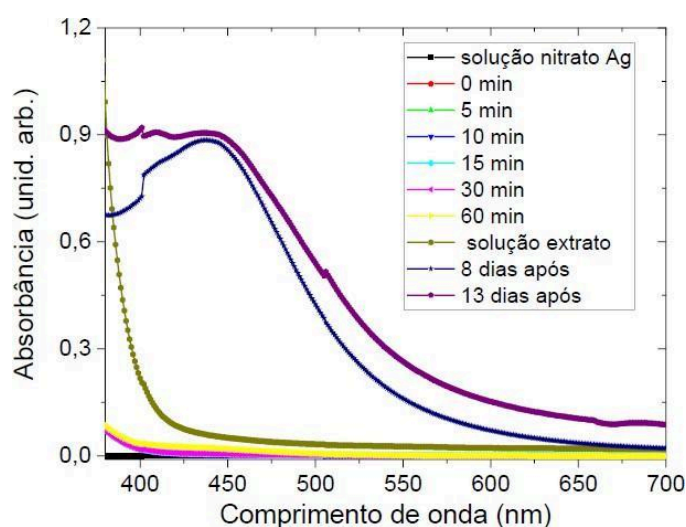


Figura 2: Absorbância em função do comprimento de onda para o extrato, e para a concentração 90/10 medidos em diferentes tempos de incubação.

Diante desse cenário e levando em consideração que, em um curto período de apenas 8 dias, a curva apresentada por espectroscopia sofreu alterações significativas, foram realizados novos testes com intervalos de 12 horas consecutivas, ao longo de cinco dias do período de incubação. Essa abordagem buscou entender a formação das nanopartículas, aproveitando as variações temporais anteriormente observadas.

No segundo teste, utilizando a concentração 90/10, a análise de espectroscopia foi realizada com o período de até 84 horas do período de incubação. A Figura 3 ilustra as curvas de espectroscopia para este teste. A partir deste resultado é possível verificar que a solução não apresentou

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

alterações significativas nas 24 primeiras horas do experimento, para a região de interesse em torno do comprimento de onda de 450nm. Contudo, na análise realizada após 36 horas de incubação, observou-se o pico

característico em torno de 450nm, indicando que é nesse intervalo de tempo que ocorre a formação das nanopartículas (Figura 3).

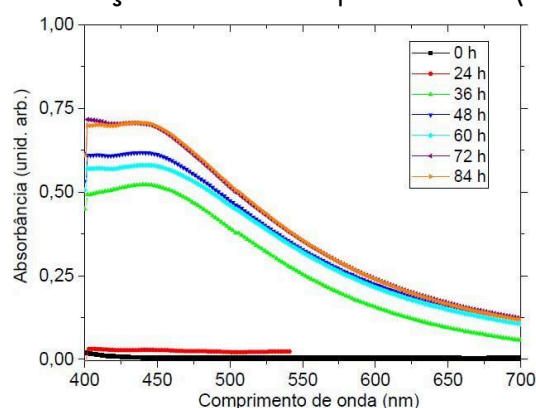


Figura 3: Absorbância em função do comprimento de onda para a concentração 90/10 medidos em diferentes tempos de incubação mais prolongados.

A Figura 4 apresenta os resultados de espectroscopia com a solução com razão de 80/20 com o período entre 0 e 120h de incubação. Neste teste, as curvas de espectroscopia obtidas até 24 horas de incubação, não apresentaram mudanças significativas na região de interesse. A curva obtida após 36 horas de incubação, a absorbância cresce ligeiramente, apresentando um pequeno ombro em torno de 450nm. Este resultado sugere o início da formação das nanopartículas que ocorre a partir deste período. O mesmo comportamento também pode ser verificado até as curvas para 84 horas. Embora somente com as curvas de 96, 108 e 120 horas é possível concluir que há um pico característico em torno de 450nm.

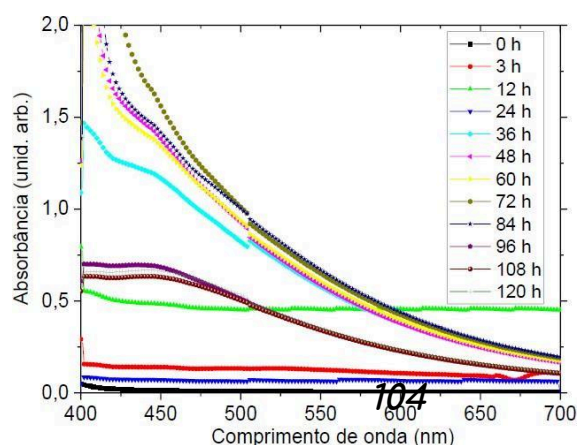


Figura 4: Absorbância em função do comprimento de onda para a concentração 80/20 medidos em diferentes tempos de incubação mais prolongados.

A Figura 5 ilustra os resultados de espectroscopia com a solução 70/30 com o período entre 0 e 120h de incubação. A partir dos resultados apresentados para solução, é possível verificar que não há mudanças significativas para as curvas apresentadas com o período de incubação entre 0 e 24 horas. A espectroscopia mostrou que para as curvas entre 36 e 84 horas, existe uma tendência acentuada do aumento da absorção na região próxima a 460nm, e por este motivo, não é possível verificar a formação de nanopartículas para esta solução. Somente para as soluções com tempo de 96 a 120 horas um pequeno ombro se forma na região de 450nm, que leva a interpretação de que nessas condições as partículas podem estar iniciando o processo de formação.

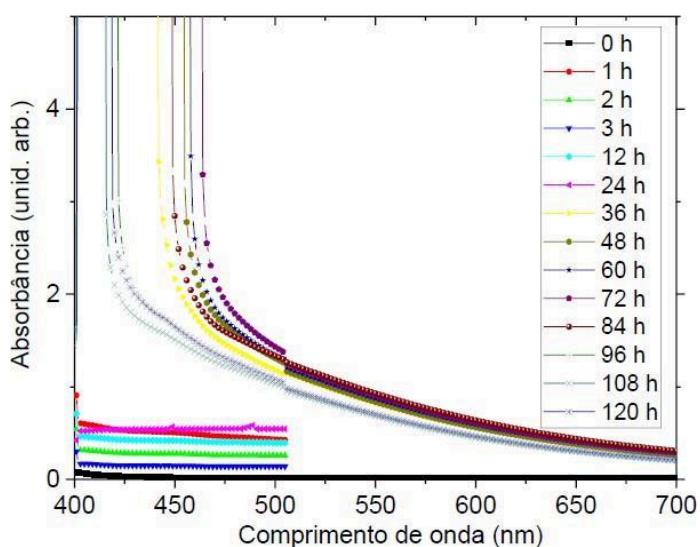


Figura 5: Absorbância em função do comprimento de onda para a concentração 70/30 medidos em diferentes tempos de incubação mais prolongados.

Com base nesses resultados foi possível delinear o tempo para a ocorrência da formação das nanopartículas em soluções obtidas a partir

de folhas frescas de *Dipteryx alata*. A partir dos testes realizados observou-se que os resultados com a solução contendo a concentração de 90/10 revelou um comportamento mais próximo do esperado, em decorrência da absorção das soluções apresentadas com os testes apresentados. Embora a razão mais adequada tenha sido a 90/10, o tempo de 24h observado neste trabalho, não é compatível com a literatura, mesmo que tenha sido obtida em outras espécies de plantas, como reportado por Krishnaraj e colaboradores. Nesse teste a solução nitrato foi preparada com reagente previamente disponível no laboratório, e ao momento de uso constatou-se que o produto não estava devidamente adequado por estar fora do prazo de validade. Com isso, os próximos preparos foram realizados com um novo produto da marca Aldrich dentro da validade e com alto grau de pureza 99,9%, e foi explorado se esse problema interferiu nos resultados da pesquisa.

A Figura 6 apresenta os espectros UV-vis com a solução de AgNO_3 obtida a partir do novo reagente químico de alta pureza, com os extratos de *Dipteryx alata*, e concentração de 90/10 (90 ml de extrato e 10ml de nitrato). Neste teste observou-se a formação de um pico característico com a formação de nanopartículas em torno de 450nm para as curvas a partir de 5min de incubação.

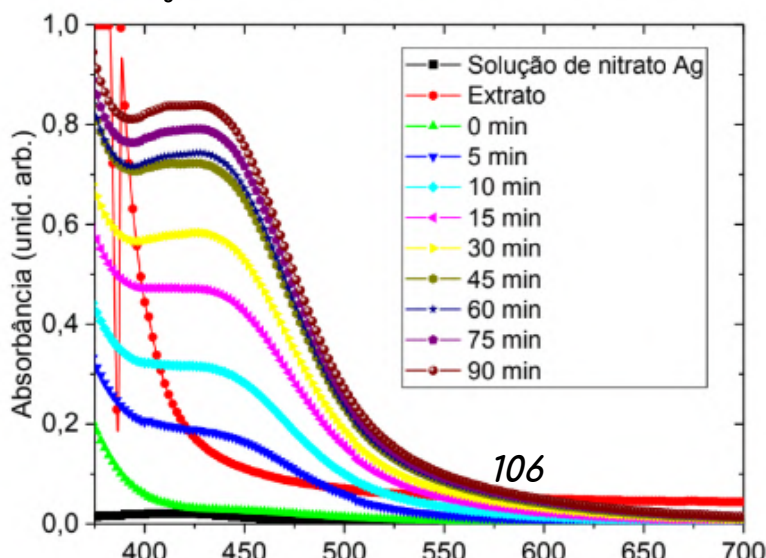


Figura 6: Absorbância em função do comprimento de onda para a concentração 90/10 medidos em diferentes tempos de incubação.

As curvas obtidas apresentaram resultados diferentes em relação ao primeiro teste, exibindo um crescimento mais uniforme ao longo do tempo, conforme esperado. Com a utilização do novo reagente, os resultados foram mais consistentes e positivos, indicando que os dados anteriores sofreram interferências pelo uso do reagente químico utilizado. Assim, a partir desses novos resultados, foi possível determinar com precisão o início da formação das nanopartículas, que ocorre aproximadamente 5 minutos após o período de incubação, já apresentando um crescimento significativo. Essa formação tende a se estabilizar entre 60 e 90 minutos após o início da incubação. As nanopartículas foram submetidas a um processo de separação utilizando uma centrífuga.

As amostras foram centrifugadas a 4000 rpm por 40 minutos, repetindo o processo por três vezes, com o objetivo de obter uma distribuição uniforme e remover impurezas e partículas agredadas. Este procedimento garantiu que as nanopartículas analisadas estivessem bem separadas, facilitando a análise subsequente de suas propriedades. As caracterizações físicas e químicas foram realizadas com o intuito de avaliar suas propriedades morfológicas e dimensionais e sua composição elementar.

A Figura 7 ilustra a microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo. De acordo com a resolução instrumental do equipamento, foi possível observar a formação de estruturas quase esféricas, com tamanho

médio de 40nm.

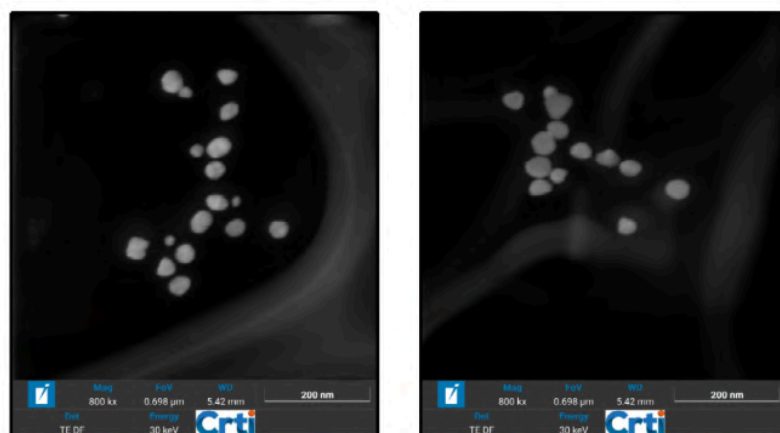
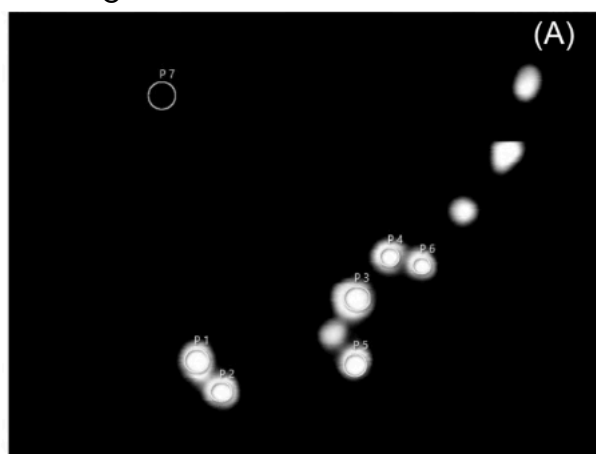


Figura 7: Microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo das nanopartículas de prata, obtida a partir da solução com razão 90/10, em diferentes regiões.

As análises composicionais foram realizadas pela técnica de espectroscopia por dispersão de energia (EDS), acoplado ao microscópio. Foi possível realizar o espectro pontual e qualitativo dos elementos presentes na amostra em diferentes regiões. Os resultados desta técnica são apresentados na Figura 8.



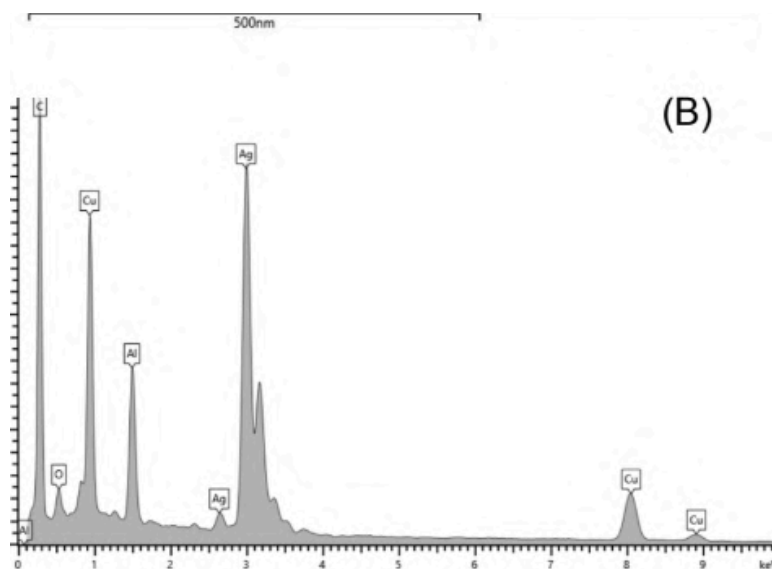


Figura 8: (A) Imagem por SEM-FEG obtida a partir de diferentes nanopartículas. (B) Média do espectro por dispersão de energia dos elementos presentes em diferentes pontos na amostra.

Os resultados com o EDS revelaram que as nanopartículas são compostas predominantemente pelo elemento prata (Ag). A presença de cobre e alumínio é atribuída a presença do porta amostras constituído destes elementos. A presença do carbono é relativa à deposição de um filme condutor para análise, procedimento que faz parte da análise do equipamento. Desta forma, destaca-se o sucesso na obtenção das nanopartículas por meio do processo proposto. A próxima etapa do trabalho será avaliar a atividade biológica, a partir de colônias isoladas de *Escherichia coli*. A atividade antibacteriana das nanopartículas de prata será avaliada seguindo a técnica padrão de difusão em ágar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou com êxito a síntese e caracterização físico-química de nanopartículas de prata (Ag) utilizando extratos de *Dipteryx alata*. A abordagem verde adotada não apenas promoveu a utilização sustentável de recursos naturais, mas também evidenciou a eficácia dos compostos bioativos presentes no extrato na formação e estabilização das nanopartículas.

Os resultados obtidos revelaram que as nanopartículas possuem uma morfologia predominantemente esférica com algumas irregularidades, com tamanhos em torno de 40nm, conforme evidenciado pela caracterização física. A análise química confirmou a presença predominante de prata, corroborando a integração eficaz do material biológico na síntese.

A importância desses achados reside na demonstração de que métodos sustentáveis podem ser utilizados para a produção de

nanopartículas com características desejáveis para diversas aplicações tecnológicas. Adicionalmente, o estudo abre caminhos para futuras pesquisas que poderão explorar a aplicação das nanopartículas em diferentes contextos e avaliar sua funcionalidade em condições variadas. A utilização de extratos naturais como agentes redutores e estabilizantes representa uma abordagem promissora e ecologicamente responsável na nanotecnologia.

REFERÊNCIAS

- ALI, H., et al. (2018). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts: A Review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(3), 3706-3722.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. In: Baru: *Dipteryx alata*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas,

2003. v. 1, p. 197-204.

DURÁN, N.; ROLIM, W. R.; Durán, M.; Fávaro, W.J.; Seabra, A.B. Nanotoxicologia de nanopartículas de prata: toxicidade em animais e humanos. *Química Nova*, vol. 42, No. 2, p. 206- 213, 2019.

KRISHNARAJ, C.; JAGAN, E. G.; RAJASEKAR, S.; SELVAKUMAR, P.; KALAICHELVAN,

P. T.; MOHAN N. Synthesis of silver nanoparticles using *Acalypha indica* leaf extracts and its antibacterial activity against water borne pathogens. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 76, p. 50-56, 2010.

MITTAL, A. K.; CHISTI, Y.; BANERJEE, U. C. Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts. *Biotechnology Advances*, vol. 31, Issue 2, p. 346-356, 2013.

SHARMA, V. K.; YNGARD, R. A.; LIN, Y. Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 145, p. 83 – 96, 2009.

SILVEIRA, V. C. F., Bolina, C. O., & Peres Filho, M. J. (s.d.). Caracterização físico-química de óleo de baru proveniente do Cerrado Sul Goiano. Universidade Estadual de Goiás, Campus Itumbiara.

TAKEMOTO, E.; Okada, I. A.; Garbelotti, M. L.; Tavares, M.; Aued-Pimentel, S. Composição química Da Semente E Do óleo De Baru (*Dipteryx Alata* Vog.) Nativo Do Município De Pirenópolis, Estado De Goiás1. *Rev Inst Adolfo Lutz* 2001, 60, 113-117.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 6

ANÁLISE TEMPORAL DAS CAPTURAS DO TUCUNARÉ AZUL *Cichla piquiti* NO RESERVATÓRIO DA UHE LAJEADO, RIO TOCANTINS

João Lucas Santos Freitas¹
Fernando Mayer Pelicice²

RESUMO

No Brasil, há uma grande diversidade de peixes distribuídos em suas bacias hidrográficas. Porém essa diversidade tem sido impactada pela construção de usinas hidrelétricas e a formação de reservatórios, afetando o recurso pesqueiro e a dinâmica da pesca local. A proliferação de *Cichla piquiti* no reservatório da UHE de Lajeado, médio Tocantins, incentivou a pesca voltada à sua captura. Neste cenário, a pesca experimental (científica) é uma alternativa para gerar dados sobre os recursos pesqueiros. O presente projeto investiga a dinâmica temporal de longo prazo (2009 a 2023) nas capturas do tucunaré azul *Cichla piquiti* no trecho superior do reservatório da UHE Lajeado, no intuito de compreender variações temporais e fornecer informações para caracterizar seu potencial para pesca. Para isso foram calculadas as $CPUE_{cp}$ (capturas), $CPUE_{at}$ (ataques) e $CPUE_{tot}$ (capturas + ataques) e o percentual de “troféus” (comprimento padrão > 50 cm) ao longo dos anos. O estudo detectou variação em nas medidas de CPUE, mas a $CPUE_{tot}$, apresentou uma tendência de diminuição ao longo do tempo, podendo ser promovida por fatores como a pesca e mudanças nas condições ambientais (recurso e transparência da água). Além disso, pode-se inferir que os primeiros anos permitiam mais capturas de troféus, embora tenha variado bastante. Logo, é necessário melhores informações sobre a intensidade e a forma como os estoques pesqueiros são explorados no reservatório da UHE de Lajeado. Dessa forma, o acompanhamento dessa população é necessário para entender sua dinâmica em um prazo maior, para permitir uma política de manejo, caso seja necessário. Palavras-chave: CPUE; Pesca; Variação.

¹ Graduando em Ciências biológicas, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, joao.freitas1@mail.uft.edu.br ² Doutor em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Curso de Ciências biológicas, Universidade Federal do Tocantins, fmpelicice@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

No Brasil, há uma grande diversidade de peixes distribuídos em suas bacias hidrográficas, com um número elevado de espécies já descritas, característica marcante da região Neotropical (ALBERT et al., 2020). Porém essa diversidade tem sido afetada pela expansão das atividades humanas, especialmente pela construção de usinas hidrelétricas e a formação de reservatórios (AGOSTINHO et al., 2007). O represamento de rios causa fortes alterações no ambiente, com reflexo sobre as populações de peixes, resultando no declínio das grandes espécies migradoras e proliferação das espécies oportunistas de menor porte. Essas mudanças afetam o recurso pesqueiro e a dinâmica da pesca local (PETRERE JR., 1996).

Um dos peixes que se adaptam bem aos reservatórios de hidrelétricas é o tucunaré, gênero *Cichla*, cujo comportamento e ciclo de vida são ajustados para a vida em ambientes lênticos. Sua proliferação tem favorecido a atividade pesqueira, desde a pesca esportiva até a artesanal e profissional. É um peixe de carne nobre, com alto valor comercial e com atrativos para a recreação (LUBICH et al., 2021; PRYSTHON et al., 2022). Na bacia do rio Tocantins existem duas espécies, *Cichla kelberi* Kullander & Ferreira, 2006 (tucunaré amarelo) e *Cichla piquiti* Kullander & Ferreira, 2006 (tucunaré azul), as quais colonizaram com sucesso os reservatórios da região (ANDRADE; PELICICE, 2022). Estes peixes se tornaram muito relevantes para a atividade pesqueira (MÉRONA et al., 2010), ou mesmo estimularam a organização de torneios de pesca esportiva (ex.: Torneio de Pesca ao Tucunaré em Porto Nacional, TO). O tucunaré azul, em particular, é muito cobiçado, pois pode atingir grande tamanho corporal (ANDRADE; PELICICE, 2022).

A pesca, em todas as modalidades, deve ser conduzida de forma a explorar uma pequena parcela do estoque natural (NETTO; MATEUS, 2009),

como meio de manter as populações e o recrutamento. Neste sentido, informações sobre o tamanho dos estoques ou variações nas taxas de captura são fundamentais para orientar a gestão da pesca, visto que a desestabilização dos recursos pesqueiros pode acarretar dificuldades para a perpetuação da própria atividade. Vale ressaltar que a atividade da pesca tem relevância social e econômica no Brasil, pois engloba costumes e tradições importantes para a cultura tradicional das comunidades praticantes (MIRANDA et al., 2017), além de gerar recursos econômicos, renda e emprego (AGOSTINHO et al., 2007).

A proliferação de *Cichla piquiti* (Figura 1) no reservatório da UHE de Lajeado, médio Tocantins, incentivou o desenvolvimento da pesca voltada à sua captura, especialmente a artesanal e a esportiva. No entanto, não existe conhecimento sobre o tamanho dos estoques, bem como variações temporais nas taxas de captura. Para assegurar a sustentabilidade da pesca neste reservatório, é fundamental o monitoramento da captura desses indivíduos, como meio de se entender variações nas taxas de captura, produtividade da pesca, ou mesmo a incidência de exemplares cobiçados (troféus, peixes de maior porte). O monitoramento regular dos desembarques pesqueiros poderia gerar esse tipo de informação, no entanto, esta ação não tem sido conduzida. Neste cenário, a pesca experimental (científica) se apresenta como alternativa para gerar dados sobre os recursos pesqueiros, com grande significado para orientar o manejo, legislação e gestão da pesca na região.

Dessa forma, o presente projeto tem como objetivo investigar a dinâmica temporal nas capturas do tucunaré azul *Cichla piquiti* no trecho superior do reservatório da UHE Lajeado, rio Tocantins, no intuito de compreender variações temporais e fornecer informações para caracterizar seu potencial para pesca, avaliando variações na Captura por Unidade de Esforço (CPUE) de *C. piquiti* ao longo dos anos, e a frequência

de “troféus” ao longo dos anos.



Figura 1 – Cichla piquiti capturado no reservatório da UHE de Lajeado. Fonte: FREITAS, J. L. S., 2024.

MÉTODO E MATERIAIS

Esse trabalho de iniciação científica está inserido no projeto “BIOLOGIA DO TUCUNARÉ (CICHLA SPP.) NO RESERVATÓRIO DE LAJEADO (UHE LUIS EDUARDO MAGALHÃES), RIO TOCANTINS”, cadastro 1912 no GPU, sob coordenação do Prof. Fernando Mayer Pelicice. O projeto é de longa duração, teve início em 2009, e se encontra em andamento.

A pesca experimental (científica) foi realizada no trecho superior do reservatório da UHE Lajeado, nas proximidades dos municípios de Porto Nacional e Brejinho de Nazaré (TO). Os locais de coleta ($n = 12$) estão distribuídos em uma extensão de aproximadamente 20 km do reservatório.

Este plano de trabalho utilizou o banco de dados do projeto, incluindo as amostras coletadas entre 2009 e 2023. A pesca experimental teve início em 2009 e segue até o presente momento, com frequência variada (mensal, bimestral ou esporádica). Nos períodos novembro/2010 a outubro/2011, março/2015 a março/2016, abril/2019 a março/2020, setembro/2022 a maio/2023 foram realizadas amostragens com frequência mensal; não houve coleta nos anos de 2013, 2018 e 2021. Ao todo, foram realizadas

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

amostragens em 12 anos, com 336 amostras e uma média de 2,32 pescadores por amostra, totalizando 344,05 horas de esforço (Tabela 1).

Tabela 1 – Anos de amostragem, quantidades de amostras e tempo de esforço.

ANO	AMOSTRAS	MEDIA DE PESCADORES	ESFORÇO (/h)
2009	9	2,78	11,47
2010	41	2,59	38,98
2011	49	2,27	62,35
2012	9	3,00	7,50
2014	44	2,36	43,45
2015	59	1,89	62,42
2016	32	2,28	31,90
2017	11	2,45	10,53
2019	45	1,87	43,95
2020	11	2,00	10,58
2022	13	2,54	11,25
2023	13	2,00	9,67
TOTAL	336	2,32	344,05

Como o tucunaré é dificilmente capturado com metodologias convencionais (ex.: redes de emalhar, arrastos, pesca elétrica), optou-se por amostrar os peixes utilizando barco motorizado, caniço e carretilha, com o emprego de iscas artificiais (ex.: plugs e colheres). Em cada ponto de coleta, o esforço de pesca é padronizado pelo número de pescadores e tempo, percorrendo com o barco (sem propulsão motor) os diferentes ambientes marginais do ponto, onde a pesca incide. Em campo, registra-se as capturas (peixes embarcados e manuseados) e os ataques (peixes que atacam a isca, podendo ser fisdados ou não, mas que não são embarcados). As informações sobre ataques são importantes para a estimativa da abundância total, sendo também relevantes no contexto da

pesca esportiva e recreativa, em que os pescadores valorizam tanto as capturas quanto os ataques. Para este Plano de Trabalho se considerou apenas as capturas e ataques de *Cichla piquiti*.

Alguns exemplares foram capturados, medidos e soltos em campo. A maioria, entretanto, foi conduzida ao laboratório do Núcleo de Estudos Ambientais (Neamb), ou ao laboratório de Ecologia e Triagem (Bloco IX), ambos situados na Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus universitário de Porto Nacional, para identificação, tomada de dados biométricos e evisceração. Os estômagos são retirados, pesados e guardados para análise da dieta. As gônadas também são pesadas e guardadas, para análise da dinâmica reprodutiva. De cada indivíduo mede-se: comprimento total (TL, cm), comprimento padrão (LS, cm), peso (WT, g), peso da carcaça (Wc, g), peso (We, g) e grau repleção dos estômagos, quantidade de gordura (g), sexo, estágio de maturação e peso das gônadas (Wg, g). Alguns destes dados não foram analisados neste Plano de Trabalho. Após análise laboratorial, alguns peixes foram depositados na Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia Sistemática do campus de Porto Nacional, acondicionados no laboratório de Ecologia e Triagem (Bloco IX), ou doados.

Considerando os registros de *C. piquiti* na pesca experimental, foi calculada a Captura por Unidade de Esforço (CPUE), considerando o número de pescadores e o tempo de pesca. A CPUE foi calculada considerando: capturas (CPUE_{cp}), ataques (CPUE_{at}) e a soma das duas (CPUE_{tot}). As médias de CPUE de cada ano foram plotadas em gráficos com desvio padrão para análise. Tendências e variações temporais na CPUE_{cp}, CPUE_{at} e CPUE_{tot} foram investigadas ao longo dos anos no intervalo entre 2009 e 2023.

As amostras foram divididas em classes de tamanho, 11 classes com intervalos de 4,4 cm, estabelecida pela regra de Sturges. A quantidade de

indivíduos por classe foi plotada em um gráfico de colunas para verificar a estrutura populacional em comprimentos. Por fim, o % de troféus (indivíduos > 50 cm CP) foi calculado nas amostras por ano e no total, apresentados em forma de tabela, e sua frequência investigada ao longo dos anos.

DADOS E DISCUSSÃO

Foram contabilizados, ao total, 1002 capturas e 207 ataques de *Cichla piquiti* ao longo do período de pesca experimental. O estudo detectou variação na $CPUE_{cp}$ apresentando uma tendência de diminuição ao longo do tempo já que a média se apresentou relativamente baixa nos últimos anos, comparado a anos anteriores. Os anos com maiores $CPUE_{cp}$ foram 2011 e 2010, e com menores, 2020 e 2022. A $CPUE_{at}$ variou menos no tempo e não apresentou tendência temporal clara, pois se manteve com a média entre 0 e 0,5. Já a $CPUE_{tot}$ seguiu a tendência da $CPUE_{cp}$, com variação temporal, mas a partir de 2016 se manteve com médias mais baixas do que em anos anteriores (Figura 2).

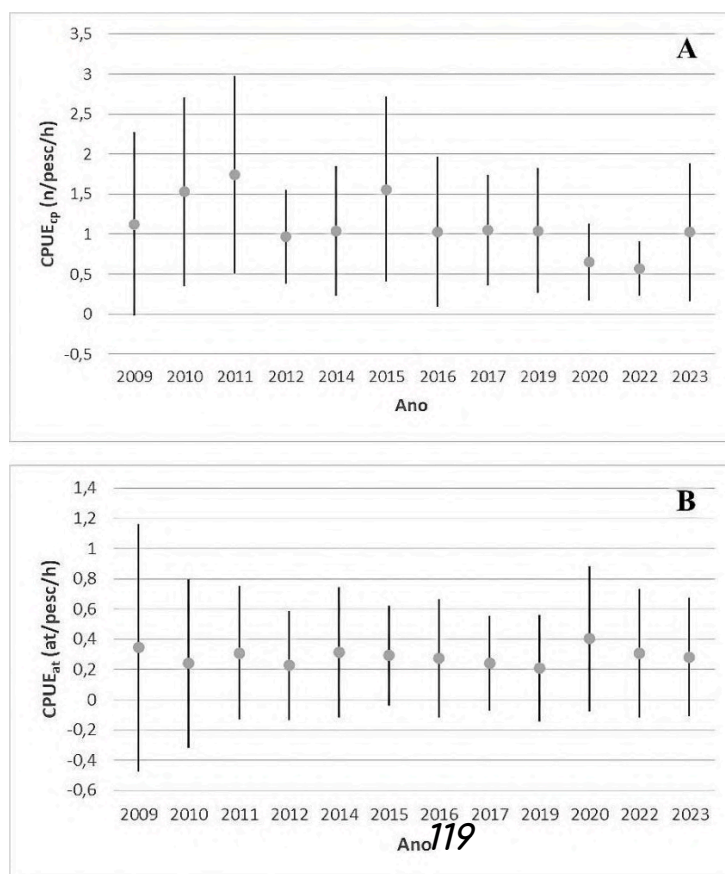
Variações na CPUE podem ser resultado de muitos fatores. A redução nas capturas em alguns anos pode indicar uma redução na abundância do recurso pesqueiro, podendo ser promovida por uma possível sobrepesca ou mudanças nas condições do ambiente, mas a escassez de informações sobre a pesca exercida na área do reservatório não permite concluir concretamente.

A pesca do tucunaré se torna comum após represamentos, tanto em locais onde é nativo (BOTELHO, 2008) quanto naqueles onde foi introduzido (NOVAES et al., 2015; GOMEIRO et al., 2009), o que ocorreu também no reservatório da UHE de Lajeado, onde a população de *Cichla piquiti* é explorada pela pesca artesanal e recreativa. Como o período de defeso

não cobre a época reprodutiva de *C. piquiti* em Lajeado (MARTO et al., 2015), é possível que a exploração intensiva prejudique a renovação da população, o que resulta, gradualmente, no declínio desse recurso. Além disso, a falta de fiscalização permite que ações de pesca predatória aconteçam.

Mudanças nas condições ambientais do represamento também podem afetar a abundância dos tucunarés. Em reservatórios, logo após o represamento, espécies das guildas herbívora, insetívora e piscívora sofrem maiores variações (PELICICE et al., 2009), como os tucunarés (*Cichla* spp.). Isso se deve ao aumento abrupto de matéria orgânica no período inicial do represamento, porém, com o passar do tempo, a disponibilidade desse recurso declina e, como consequência, as populações decaem sua abundância (AGOSTINHO et al., 2007; SANTOS; OLIVEIRA, 1999).

Além disso, a transparência da água no reservatório foi menor a partir de 2020 (dados não apresentados), o que coincide com as menores $CPUE_{tot}$. Os tucunarés são predadores visuais, portanto, são dependentes de uma boa visibilidade na água para se alimentar, e como a transparência diminuiu, é possível que a alimentação deles tenha sido afetada.



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

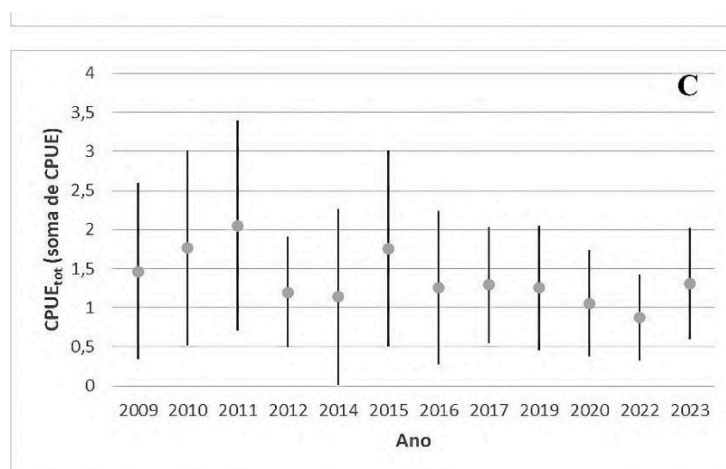
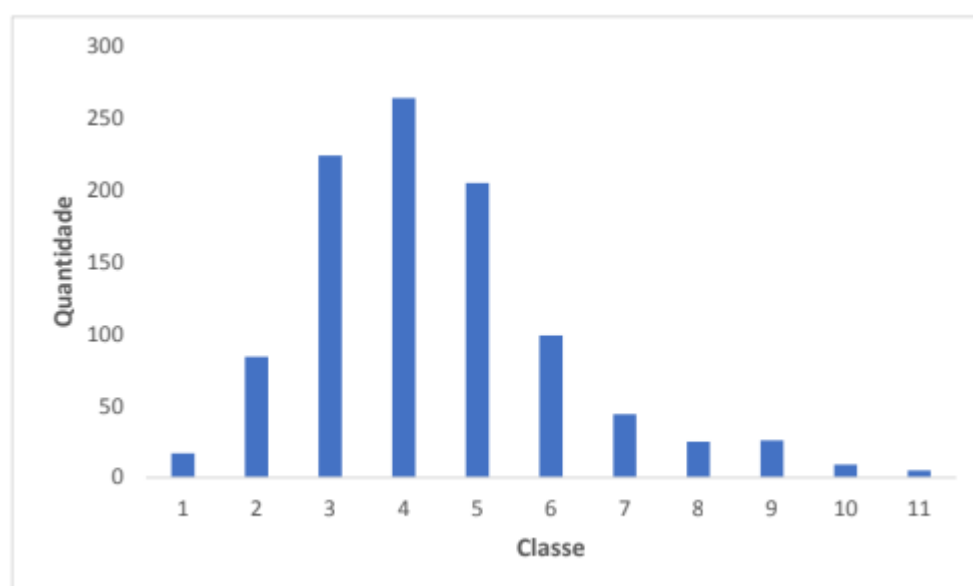


Figura 2 – Variação temporal nas médias de CPUE com desvio padrão. A- $CPUE_{cp}$. B- $CPUE_{at}$. C- $CPUE_{tot}$.

Dos 1002 indivíduos capturados de *C. piquiti*, o exemplar de menor comprimento padrão apresentou 14 e o maior 62 cm. Os indivíduos foram separados em 11 classes de tamanhos em intervalos de 4,4 cm (Figura 3). Os “troféus” fazem parte das classes 9, 10 e 11, somando 40 indivíduos e representando, aproximadamente, 4% do total de capturas. As classes que apresentaram a maior quantidade de exemplares foram a 3, 4 e 5, com tamanhos intermediários (entre 23 e 36,4 cm). Indivíduos pequenos (classes 1 e 2) foram provavelmente subamostrados pelo método de captura utilizado.



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

Figura 3 –Quantidade de indivíduos por classes de comprimento. Classe 1 (14-18,4 cm); Classe 2 (18,5-22,9 cm); Classe 3 (23-27,4 cm); Classe 4 (27,5-31,9 cm); Classe 5 (32-36,4 cm); Classe 6 (36,5-40,9 cm); Classe 7 (41-45,4 cm); Classe 8 (45,5-49,9 cm); Classe 9 (50-54,4 cm); Classe 10 (54,5-58,9 cm); Classe 11 (59-63,4 cm).

Ao longo dos anos o percentual de “troféus” em relação ao total de capturas no ano variou, porém apresentou valores mais altos nos dois primeiros (2009 e 2010) e no último ano de amostragem (2023), tendo um número consideravelmente maior em comparação aos outros. Os demais nove anos apresentaram percentuais menores que 5% e, desses, quatro anos não registraram troféus (Tabela 2). Com relação ao alto percentual no último ano, podemos considerar como uma exceção, já que em uma mesma amostra foram coletados dois indivíduos “troféu” simultaneamente, isso resultou em um aumento no percentual que não ocorre com frequência nas amostragens.

Tabela 2 – Anos de amostragem, quantidade de capturas, quantidade de “troféus” (CP > 50 cm) e percentual de “troféus” por ano.

ANO	CAPTURA	TROFÉU	PERCENTUAL
2009	29	3	10,34
2010	154	15	9,74
2011	237	8	3,38
2012	23	0	0,00
2014	132	4	3,03
2015	191	1	0,52
2016	77	1	1,30
2017	27	0	0,00
2019	82	4	4,88

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

2020	14	0	0,00
2022	15	0	0,00
2023	21	4	19,05
TOTAL:	1002	40	3,99

A baixa abundância de peixes de maior porte é comum nas populações naturais, especialmente devido à mortalidade acumulada ao longo do crescimento. No entanto, segundo FURTADO (2020), em um trecho do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil, o tamanho médio máximo dos tucunarés “troféus” tende a diminuir à medida que aumenta a intensidade da pesca sobre esse recurso, mostrando uma relação negativa entre o tamanho dos indivíduos com o número de pescadores. Esse mecanismo pode explicar a baixa ocorrência no reservatório da UHE de Lajeado, mas estudos futuros são necessários para avaliar as variações no esforço de pesca no reservatório.

Logo, é necessário melhores informações sobre a intensidade e a forma como os estoques pesqueiros são explorados no reservatório da UHE de Lajeado para que possa concluir de forma mais embasada o que interfere significativamente na variação temporal de CPUE e de frequência de “troféus” de *Cichla piquiti* na região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo foi possível constatar que as capturas de *Cichla piquiti* apresentaram uma diminuição dos primeiros para os últimos anos de amostragem, demonstrando, desse modo, que a abundância dessa espécie pode ter diminuído, já que, para o mesmo esforço aplicado, o número de capturas diminuiu. Isso pode afetar diretamente o potencial de pesca no reservatório, que pode ser limitado pela abundância de peixes,

mas também pela captura de indivíduos de tamanhos intermediários, já

que o percentual de troféus ao longo dos anos foi baixo, com exceção de anos esporádicos. A falta de troféus afeta negativamente a atratividade da atividade, visto que pescadores, especialmente os amadores, buscam troféus. Essa questão precisa de mais atenção, especialmente entender se o esforço de pesca (artesanal, comercial e recreativa) no reservatório da UHE de Lajeado é alto.

A falta de monitoramento da pesca torna difícil saber o quanto e como o recurso pesqueiro é explorado, dificultando a elaboração de políticas de intervenção e manejo, dessa forma, o acompanhamento da pesca e dessa população se faz necessária para entender a dinâmica do recurso pesqueiro em um prazo maior, para permitir uma política de manejo, caso seja necessário.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: EDUEM, 2007. 501 p.
- ALBERT, J. S.; TAGLIACOLLO, V. A.; DAGOSTA, F. Diversification of Neotropical freshwater fishes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 51, p. 27-53, 2020.
- ANDRADE, G. S.; PELICICE, F. M. Coexistence of endemic peacock basses (*Cichla*) in a Neotropical reservoir (Cichlidae: Cichliformes). *Neotropical Ichthyology*, v. 20, p. e220039, 2022.
- BOTELHO, M. C. A pesca comercial dos tucunarés *Cichla* spp. (Perciformes, Cichlidae) no reservatório da UHE-Tucuruí, rio Tocantins, PA. 2007. 124f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

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

FURTADO, C. L. C. Efeito da pesca comercial e esportiva sobre os “troféus” de tucunaré-açu (*Cichla temensis*, HUMBOLDT, 1821) em um trecho do médio rio Negro, Barcelos-Amazonas. 2020. 86 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2020.

GOMEIRO, L. M.; VILLARES-JÚNIOR, G. A.; NAOUS, F. Pesca experimental do (*Cichla kelberi* KULLANDER & FERREIRA, 2006) introduzido em um lago artificial no sudeste brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v. 4, n. 2, p. 11-19, 2009.

LUBICH, C. et al. Effects of Fishing on the Population of Speckled Pavon *Cichla temensis* in the Middle Negro River (Amazonas State, Brazil): A Decrease in the Size of the Trophy Fish? Transactions of the American Fisheries Society, v. 150, p. 667-668, 2021.

MARTO, V. C. O.; AKAMA, A.; PELICICE, F. M. Feeding and reproductive ecology of *Cichla piquiti* Kullander & Ferreira, 2006 within its native range, Lajeado reservoir, rio Tocantins basin. Neotropical Ichthyology, v. 13, n. 03, p. 625-636, 2015.

MERONA, B. et al. Os peixes e a pesca no baixo Rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí. Brasília: Eletrobrás Eletronorte, 2010. 209 p.

MIRANDA, E. B.; FERREIRA, D. T. A. M.; MARQUES, E. E. Dos conflitos à invisibilização da pesca profissional no Estado do Tocantins. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 6, n. 1, p. 272-298, 2017.

NETTO, S. L.; MATEUS, L. A. F. Comparação entre a pesca profissional-artesanal e pesca amadora no Pantanal de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca, v. 35, n. 3, p. 373-387, 2009.

NOVAES, J. L. C. et al. Diagnóstico da pesca artesanal em um reservatório do semiárido brasileiro. Boletim do Instituto de Pesca, v. 41, n. 1, p. 31-42, 2015.

PELICICE, F. M.; MONTEIRO, A. S.; OLIVEIRA, A. H. M. O efeito da barragem de Peixe Angical sobre a condição corporal dos peixes. In: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. Reservatório de Peixe Angical: bases

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

ecológicas para o manejo da ictiofauna. São Carlos, SP: Rima, 2009. 188 p. Capítulo 10.

PETRERE JR, M. Fisheries in large tropical reservoirs in South America. Lakes & Reservoirs: Research & Management, v. 2, n. 1-2, p. 111-133, 1996.

PRYSTHON, A. et al. A pesca artesanal no rio Araguaia, Tocantins, Brasil: aspectos tecnológicos e socioeconômicos. Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2022. 94 p.

SANTOS, G. M.; OLIVEIRA JR, A. B. A pesca no reservatório da hidrelétrica de Balbina (Amazonas, Brasil). Acta Amazonica, v. 29, n. 1, p. 145-145, 1999.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins. Os dados foram coletados com suporte financeiro do CNPq, a partir de projetos aprovados pelo orientador. O estudante recebeu bolsa PIBIC-UFT.

Capítulo 7

DIVERSIDADE DE PEIXES AO LONGO DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, BACIA DO RIO TOCANTINS

Fernanda Lemos Fontoura¹
Fernando Mayer Pelicice²

RESUMO

O Brasil é um país bastante representativo na questão da diversidade de peixes, com destaque para ambientes de riacho da bacia Tocantins-Araguaia. No entanto, pouco se sabe sobre como a diversidade de peixes responde à variação espacial nas condições ambientais destes ecossistemas. O Ribeirão São João, localizado na cidade de Porto Nacional-TO, inserido na bacia Tocantins-Araguaia, é a principal fonte de abastecimento da cidade, no entanto, esse sistema tem sido afetado por um aumento significativo da degradação ambiental. Este trabalho visa investigar variações espaciais na diversidade de peixes (riqueza, abundância e composição de espécies) ao longo do ribeirão São João, e entender como ela é afetada pelas condições ambientais locais. Para atingir tais objetivos, foram conduzidas quatro coletas de ictiofauna de modo a contemplar a variação ambiental sazonal nos anos de 2021 e 2022. As condições ambientais foram avaliadas no mês de Julho de 2021 que considerou: largura do canal, profundidade, composição do substrato, velocidade da corrente e cobertura de dossel. O estudo detectou que o Ribeirão São João não estabelece um padrão abiótico claro que o distinga entre montante-jusante. Não houve padrão espacial claro na distribuição da riqueza e abundância de peixes, sendo que alguns pontos apresentaram elevada abundância. No entanto, a composição de espécies variou ao longo do ribeirão, indicando padrão longitudinal. Sendo o Ribeirão São João um riacho curto e raso e constantemente exposto a variações físicas naturais e não naturais, faz-se necessário a gestão desta drenagem a fim de preservar seus habitats naturais e diversidade de ictiofauna.

Palavras-chave: Diversidade; Ictiofauna; Riacho.

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

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

INTRODUÇÃO

A América do Sul é detentora da mais rica fauna de peixes de água doce em todo o globo (ALBERT et al., 2000). O Brasil é um país bastante representativo na questão das espécies de peixes de água doce, com pelo menos 3523 espécies descritas (FROESE; PAULY, 2023). A região Norte do Brasil, por abrigar a vasta bacia amazônica, se destaca, contendo milhares de espécies de peixes (ALBERT et al., 2000). No entanto, a compreensão plena dessa rica diversidade é prejudicada pelo conhecimento incompleto sobre sua ecologia, biologia e taxonomia.

A bacia Tocantins-Araguaia, localizada na região norte do Brasil, drena uma área de 770,000 km² (RIBEIRO et al., 1995), e é conhecida por apresentar uma grande diversidade de ambientes e peixes. Para essa região, Dagosta e Pinna (2019) listaram 705 espécies de peixes, ao passo que Chamon et al. (2022) listaram 751 espécies descritas. Uma ampla diversidade morfológica e ecológica pode ser observada nesta fauna, o que é refletido na variedade de nichos ecológicos. Ambientes de riachos da bacia Tocantins-Araguaia apresentam elevada diversidade de peixes (LIMA et al., 2020), porém pouco se sabe sobre como a diversidade de peixes responde à variação espacial nas condições ambientais destes ecossistemas.

É notória, entretanto, a influência das características ambientais sobre a distribuição dos peixes em riachos (ANGERMEIER; KARR, 1983), visto que estes ambientes são espacialmente heterogêneos, além de estarem sujeitos a fortes variações hidrológicas. Os peixes respondem às condições do canal, e há diversas evidências que indicam que os padrões de comunidades também sofrem influência da largura e do tipo de cobertura florestal adjacente (CASATTI et al., 2009). Deve-se considerar também que impactos antrópicos acarretam fortes alterações nestes ambientes, com efeitos sobre os peixes. Atualmente são raros os riachos com condições intocadas ou pouco impactadas, sendo que a maioria está restrita às

Unidades de Conservação (OLIVEIRA et al. 2013). Desmatamentos, ocupação irregular dos corpos hídricos, barramentos e poluição têm sido as principais ameaças aos peixes destes ecossistemas (ROSA; LIMA, 2008).

O Ribeirão São João, localizado na cidade de Porto Nacional-TO, está inserido na bacia Tocantins-Araguaia, ganhando destaque por ser a principal fonte de abastecimento da cidade de Porto Nacional (AGUIAR; BALDUÍNO, 2021). No entanto, esse sistema tem sido afetado por um aumento significativo da degradação ambiental (BORGES; BERTOLIN, 2002). Além da ação antrópica que resultou na construção da hidrelétrica, Leite e Carvalho (2013) observaram um potencial aumento na malha urbana na terra da bacia hidrográfica, de 4,2% em 1980 para 15,4% em 2012. Ainda assim, poucos estudos ambientais foram realizados sobre a bacia do ribeirão São João, sendo que nenhum investigou como o gradiente espacial, incluindo os impactos antrópicos, influencia na diversidade da ictiofauna.

Assim, este trabalho tem por objetivo investigar como a diversidade de peixes do ribeirão São João, localizado em Porto Nacional - TO, é afetada pela variação nas condições ambientais locais ao longo do rio, descrevendo variações na abundância, riqueza e composição de peixes ao longo do Ribeirão São João e relacionando a diversidade com as características ambientais e o gradiente espacial de cada ponto amostrado.

MÉTODO E MATERIAIS

O presente projeto está sendo conduzido na bacia do ribeirão São João, que tem sua nascente na Serra Geral e foz no rio Tocantins (represa de Lajeado), dentro da cidade de Porto Nacional, TO (Fig. 1). A bacia drena área aproximada 50 km², e o curso principal tem cerca de 20 km. O ribeirão é um afluente da margem direita do rio Tocantins; em seu trecho inferior

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

atravessa a cidade de Porto Nacional, sendo o principal manancial de abastecimento desta cidade.

Os dados a serem utilizados nessa proposta se encontram coletados. As campanhas de coleta de dados, conduzidas pela equipe deste plano de trabalho, ocorreram entre maio de 2021 e maio de 2022, constituindo amostragens padronizadas obtidas em seis (06) pontos de coleta (Fig. 2). Os pontos foram demarcados ao longo do rio, cobrindo toda sua extensão longitudinal (15 km), desde a região da nascente até a foz. Os pontos abrangem apenas os trechos lóticos do curso fluvial, sendo três localizados a montante da barragem de abastecimento da cidade, e três a jusante, cada ponto consistindo em um trecho padronizado de 50 m ao longo do canal.



Fig. 1- Bacia do ribeirão São João, indicando os seis pontos fixos de coleta.



Fig. 2- Pontos de coleta ao longo do ribeirão São João, na região de Porto Nacional (TO). Os pontos amostrados estão situados na zona rural [ponto 1 (A), ponto 2 (B), ponto 3 (C), ponto 4 (D), ponto 5 (E)] e na zona urbana (ponto 6 (F)). As imagens foram obtidas no período de seca (julho de 2021).

Para a caracterização ambiental, foram conduzidas avaliações mensais (Julho/21 a Maio/22) das condições hidrológicas, morfológicas e ambientais do sistema, porém, para este projeto, foram utilizadas apenas as avaliações ambientais espaciais do mês de Julho/21. A fim de focar na variação espacial e não temporal, tal mês foi escolhido por representar o período seco. Em cada um dos seis pontos amostrais coletou-se os seguintes dados: largura do canal úmido (m), profundidade (cm), composição do substrato (%), velocidade da corrente (m/s) e cobertura de dossel (%). Para a mensuração das variáveis, cada ponto de coleta (50 m) foi dividido em 5 seções equidistantes (sub- trechos de 10 m), obtendo, em cada seção, os dados hidrológicos, geomorfológicos e ambientais. Em cada ponto, portanto, obteve-se cinco medidas para cada variável.

Foram conduzidas quatro coletas de ictiofauna de modo a contemplar a variação ambiental sazonal: Julho/21 (seca), Outubro/21 (fim da seca), Dezembro/21 (úmido) e Maio/22 (fim do úmido). O esforço de amostragem foi padronizado em 1h de coleta em cada ponto, de modo a contemplar todo o trecho e os habitats presentes. As assembleias de peixes foram amostradas com redes de arrasto operados (10 m) em todo o trecho demarcado. Em campo, os organismos foram sacrificados com uma dose letal do anestésico eugenol (300mg/L), e o material fixado em formol 10%. Em laboratório, os peixes foram preservados em álcool 70%, sendo então triados, identificados e processados (biometria). Todo o material biológico coletado está acondicionado nos laboratórios do BlocoX (PPG em Biodiversidade, Ecologia e Conservação) e na coleção ictiológica da Universidade Federal do Tocantins.

Todos os dados foram digitados em planilha; para investigar as variações espaciais, o comportamento das variáveis foi analisado entre os pontos de coleta, onde os valores médios do mês de julho de 2021 foram plotados em gráficos, enquanto que para a análise da ictiofauna, considerou-se o cálculo da abundância total, riqueza de espécies e composição em cada ponto amostral, combinando os diferentes meses. Além destes, para análise e visualização da composição, foi feito o uso do NMDS (Escalonamento multidimensional não métrico) e, para riqueza, gráfico de curvas de acumulação.

DADOS E DISCUSSÃO

O estudo detectou variação espacial nas condições ambientais do ribeirão São João, havendo variação nos valores de largura do canal, profundidade, velocidade da corrente e dossel (Fig. 3). Os maiores valores de largura do canal caracterizaram os pontos a jusante, enquanto os menores caracterizaram os pontos a montante (Fig. 3B). A profundidade nos trechos do canal variou pouco do ponto 2 ao 6, chamando atenção para o ponto 1, em que demonstrou uma baixa profundidade ao comparada com as demais (Fig. 3C). A velocidade da corrente nos pontos a jusante manteve valores semelhantes, com pouca variação, caracterizando-os como trechos de corrente moderada (Fig. 3A). Em contrapartida, os pontos a montante se diferenciam muito entre si, demonstrando serem ambientes que se diferem muito em relação a correnteza. O dossel e consequentemente a mata ciliar se mostraram mais íntegros nos pontos a jusante (Fig. 3D), e os pontos mais desmatados se concentraram a montante, tendo o ponto 1 e 3 sem atingir nem 70% de cobertura vegetal. O substrato em predominância nos pontos foi composto por material grosso de origem mineral, como pedra, seixo e cascalho (Fig. 4). Porém, todos os pontos com exceção do 3 e 6 tiveram um grande

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

destaque de material fino de origem mineral, como areia e lama, sendo também, registrado em todos os trechos, em menor quantidade a presença de matéria orgânica, como folhigo, plantas e troco.

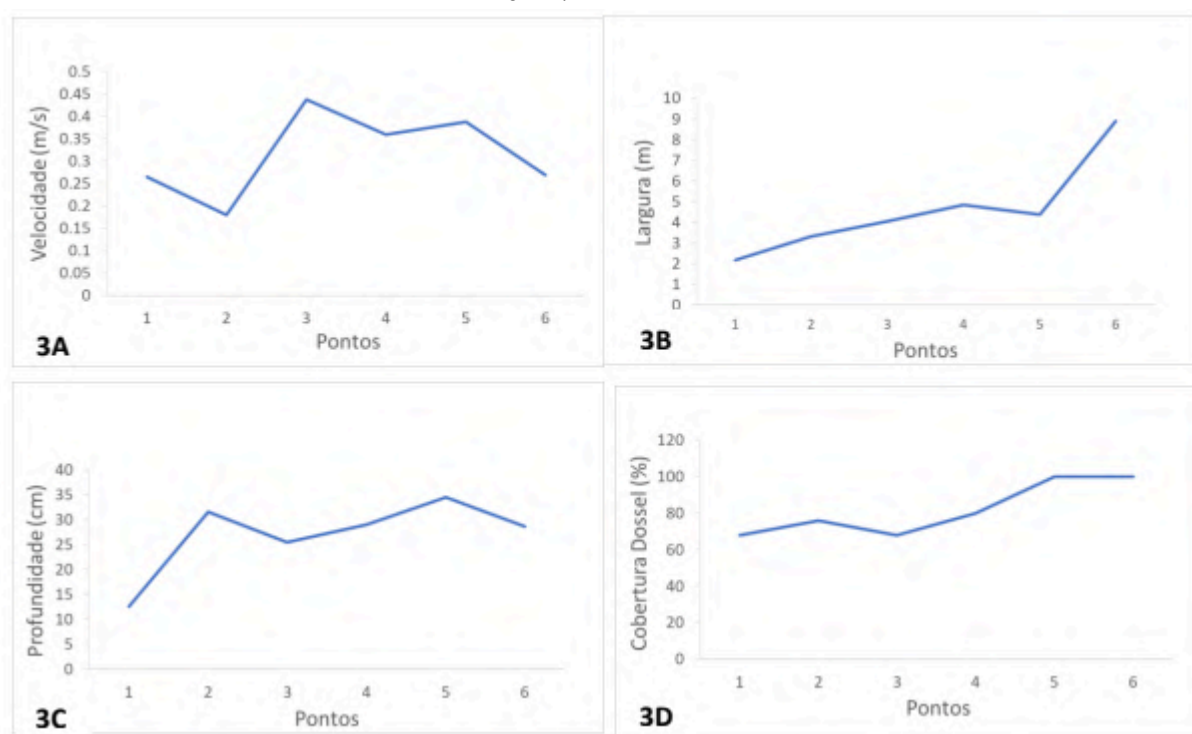


Fig. 3- Médias de Velocidade (3A), Largura (3B), Profundidade (3C) e Dossel (3D) nos pontos do Ribeirão São João no mês de julho de 2021.

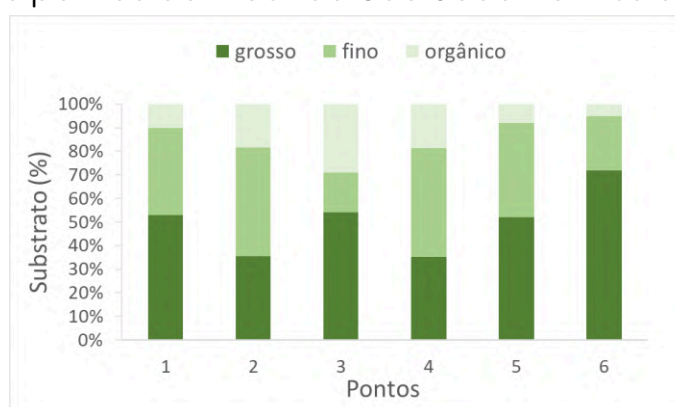


Fig. 4- Composição do substrato (%) nos seis pontos amostrais.
A riqueza de espécies encontrada se aproximou em todos os pontos,

variando entre 14 e 18 espécies por ponto (Fig. 5), nenhuma se aproximando da amostragem total de 29 espécies ao longo dos trechos do Ribeirão São João. Em relação ao número de indivíduos, não houve padrão espacial claro (Fig. 6), no entanto, os pontos 4 e 6 apresentaram uma maior abundância quando comparados com os outros pontos, tendo o ponto 4 representando a maior abundância. Maiores valores de riqueza controlando esforço caracterizaram os pontos de montante, além do 5 (Fig. 7), provável efeito da menor abundância associada em conjunto com valores semelhantes de riqueza em cada ponto. Apesar do trecho 1 ter menor quantidade de indivíduos (Fig. 6), se mostrou como sendo o mais rico em espécies quando se controla o esforço amostral (Fig. 7), isso quando comparado a quantidade mínima de indivíduos coletados. A composição da ictiofauna ao longo do Ribeirão São João foi investigada pela NMDS de duas maneiras distintas. Por presença e ausência, foi possível observar um padrão mais claro de composição, onde o ponto 1 apresentou uma grande variação dos pontos 4 e 5 (quando observado o eixo 1) (Fig. 8A). Por abundância, podemos observar novamente o ponto 1 se afastando, desta vez dos pontos 4 e 6 (quando observado o eixo 1) (Fig. 8B). Dessa maneira, entende-se que a composição de espécies difere ao longo do ribeirão, num sentido longitudinal.

Fig. 5- Riqueza de espécies ao longo dos 6 pontos amostrados do Ribeirão São João.

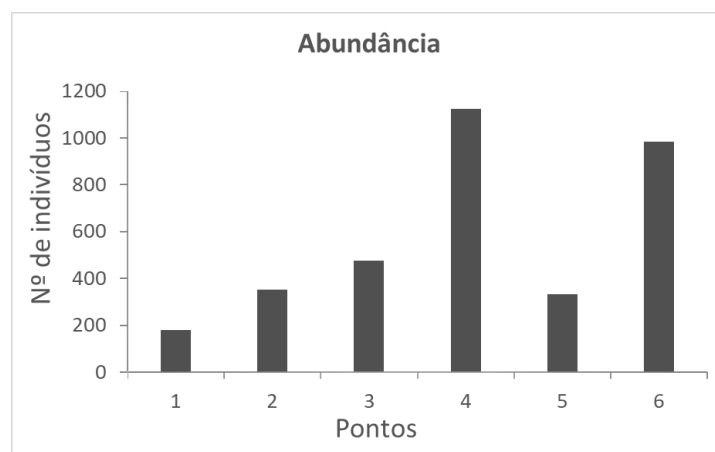


Fig. 6- Abundância de indivíduos ao longo dos 6 pontos amostrados do Ribeirão São João.

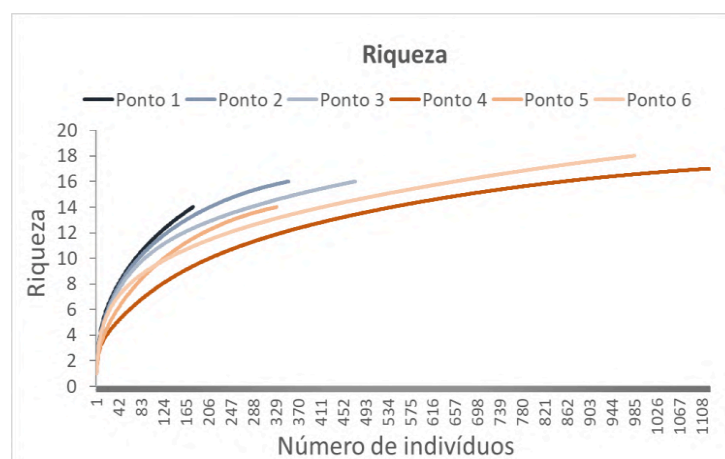


Fig. 7- Valores de riqueza controlando esforço por ponto amostrado do Ribeirão São João.

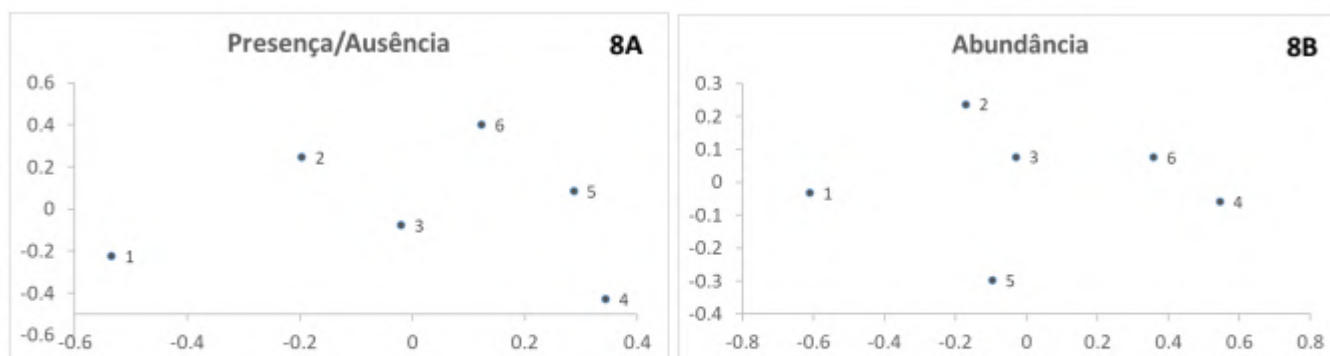


Fig. 8- NMDS utilizada para investigar a composição de espécies por presença e ausência (8A) e por quantidade de indivíduos (8B) ao longo dos 6 pontos amostrados do Ribeirão São João.

Um dos desafios persistentes para o estudo de riachos é compreender os mecanismos e processos que influenciam a estruturação das comunidades de peixes (GIDO; JACKSON, 2010). Poff et al. (1997) propôs que as variáveis hidrológicas desempenham um papel importante ao restringir as distribuições das espécies, resultando em assembleias distintas conforme as características do habitat. Fatores bióticos e abióticos,

portanto, influenciam a distribuição e abundância de peixes tanto em

riachos preservados quanto em ambientes impactados (PAUL; MEYER, 2001).

De acordo com Karr et al. (1986), a ictiofauna é uma excelente indicadora da qualidade do habitat e dos impactos antrópicos de longo prazo em ecossistemas aquáticos, oferecendo uma visão abrangente das condições atuais. Estudos anteriores apontam que a distribuição das espécies de peixes é fortemente influenciada pela profundidade, fluxo da água e tipo de substrato (ANGERMEIER; SCHLOSSER, 1989). Cunico et al. (2012) destaca que, em riachos urbanos, as alterações na paisagem afetam significativamente a distribuição das espécies.

A presença de sedimentos finos no substrato é um indicativo de processos de erosão das margens e assoreamento do leito do rio, com o aumento de sedimentos influenciando diretamente a qualidade da água e alterando a estrutura física dos habitats, o que impacta a composição das comunidades de peixes. A diversidade e a estrutura dos habitats aquáticos e ripários influenciam diretamente a diversidade de invertebrados e vertebrados em riachos (TERESA; CASATTI, 2012). Mudanças na granulometria do substrato no Ribeirão São João, devido ao assoreamento, podem, portanto, afetar a distribuição dos organismos. Conforme Rabeni e Smale (1995), espécies que dependem de substratos rígidos para reprodução tendem a desaparecer em ambientes sujeitos ao acúmulo de sedimentos finos. O Ribeirão São João, sendo um corpo d'água raso, está exposto a diversas variações físicas, como temperatura, além de fatores biológicos como predação, competição e busca por refúgio (GIBSON, 1994; ISLA, 1995), o que gera adaptações específicas na ictiofauna que afetam a distribuição desses organismos (ELLIOT; HEMINGWAY, 2002).

As características ambientais desempenham um papel crucial na heterogeneidade da ictiofauna em locais como o ribeirão, já que a presença de diferentes habitats aumenta com a largura do canal. Nesse

contexto, o estudo de Gilliam et al. (1993) mostrou que a diversidade de

peixes aumenta progressivamente de montante para a jusante em cursos d'água em regiões tropicais. Esse acréscimo de espécies é frequentemente relacionado ao aumento no tamanho e na diversidade dos habitats à jusante, considerando fatores como a largura do riacho, volume de água, vazão, ordem do riacho, área da bacia de drenagem, profundidade, velocidade da corrente e composição do substrato (POFF; ALLAN, 1995).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa, foi possível constatar que o Ribeirão São João não demonstra estabelecer um padrão claro espacial em relação às condições abióticas que o distingue entre montante e jusante. No entanto, características longitudinais específicas de pontos foram capazes de estabelecer uma conexão com a diversidade de peixes, sendo assim possível inferir que a riqueza, abundância e composição das espécies de peixes é refletida pela caracterização ambiental ao longo dos pontos do ribeirão, relacionando-se ao aumento no tamanho e na diversidade dos habitats, comumente à jusante. Além disto, os diferentes níveis de desmatamento e sedimentação das margens do corpo hídrico demonstram colocar em risco a integridade do canal e da ictiofauna presente, já que a mudança na granulometria e no sombreamento do rio podem afetar a distribuição das comunidades de vertebrados, em destaque os peixes.

Assim, sendo o Ribeirão São João um riacho curto e raso, está constantemente exposto a variações físicas naturais e antrópicas. Logo, para que sua integridade seja mantida a fim de preservar seus habitats naturais e diversidade de ictiofauna, faz-se necessário a gestão deste recurso, considerando também sua importância vital para as comunidades do município de Porto Nacional, abastecidas por suas águas. É

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

fundamental que a prefeitura da cidade assuma protagonismo na gestão da bacia.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R.W.S.; BALDUÍNO, A.R. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João no Município de Porto Nacional - TO. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 6, p. 57928-57943, 2021.
- ALBERT, J. S. et al. Diversification of Neotropical freshwater fishes. *Annual Reviews in Ecology, Evolution and Systematics*, v. 51, pp. 27-53, 2020.
- ANGERMEIER, P. L.; SCHLOSSER, I. J. Species-area relationship for stream fishes. *Ecology*, v. 70, p. 1450-1462, 1989.
- ANGERMEIER, P.L.; KARR, J.R. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of Fishes*, v. 9, p. 117-135, 1983.
- BORGES, K.P.; BERTOLIN, A.O. Avaliação microbiológica da qualidade da água do córrego São João, Porto Nacional-TO, Brasil. *Holos Environment*, v. 2, n. 2, p. 174-184, 2002.
- CASATTI, L.; DE PAULA FERREIRA, C.; CARVALHO, F.R.. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia*, v. 632, p. 273-283, 2009.
- CHAMON, C.C.; SERRA, J.P.; CAMELIER, P.; ZANATA, A.M., FICHBERG, I.; MARINHO, M.M.F. Building knowledge to save species: 20 years of ichthyological studies in the Tocantins- Araguaia River basin. *Biota Neotropica*, v. 22, p. e20211296, 2022.
- CUNICO, A. M.; FERREIRA, E. A.; AGOSTINHO, A. A.; BEAUMORD, A. C.; FERNANDES, R. The effects of local and regional environmental factors on the structure of fish assemblages in the Pirapó Basin, Southern Brazil. *Landscape and Urban Planning*, v. 105, p. 336-344, 2012.

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

- DAGOSTA, F.C.P; DE PINNA, M. The fishes of the Amazon: distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. Bulletin of the American Museum of Natural History, v. 2019, n. 431, p. 1-163, 2019.
- ELLIOT, M.; HEMINGWAY, K. L. Fishes in estuaries. v. 2. Oxford: Blackwell Science, 2002. p. 636.
- FROESE, R.; PAULY, D. FishBase. World Wide Web electronic publication. <https://www.fishbase.org>, 2023. Acesso: 15 de maio de 2023.
- GIBSON, R. N. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. Neth. J. Sea Res., v. 32, p. 191-206, 1994.
- GIDO, K. B.; JACKSON, D. A. Community ecology of stream fishes: concepts, approaches, and techniques. Canada. American Fisheries Society Symposium 73, p.684, 2010.
- Gilliam, J. F.; Fraser, D. F.; Alkins-Koo, M. Structure of a tropical stream fish Community: a role for biotic interactions. Ecology, v. 74(6), p.1856-1870, 1993.
- ISLA, F. I. 1995. Coastal Lagoons. In: PERILLO, Organizador (org.). Developments in Sedimentology: Geomorfology and Sedimentology of estuaries. v. 53. Amsterdam: Elsevier Science, 1995. p. 241-272.
- KARR, J.R. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. Illinois Natural History Survey Special Publication no. 05, 1986.
- LEITE, E.F.; CARVALHO, E.M. Mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão São João, Porto Nacional, Tocantins. Geoambiente on-line, n. 20, p. 97-110, 2013.
- LIMA, L.B. et al. Streams fish from Upper Araguaia and Middle Rio da Mortes basin, Brazil: generating subsidies for preservation and conservation of this critical natural resource. Biota Neotropica, v, 21, n. 4, pp. e20211205, 2021.
- OLIVEIRA, A. K. et al. Fish assemblage structure of the Ipanema River, a small lotic environment partially protected by a Conservation Unit in southeastern Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 73, p. 259-270, 2013.
- PAUL, M. J.; MEYER, J. L. Streams in the urban landscape. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 32, p. 333-365, 2001.

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

- POFF, N. L., ALLAN, J. D., BAIN, M. B., KARR, J. R., PRESTEGAARD, K. L., RICHTER, B. D., SPARKS, R. E. & STROMBERG, J. C. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience*, v. 47, p. 769-784, 1997.
- POFF, N. L.; ALLAN, J. D. Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. *Ecology*, v. 76, p. 606-627, 1995.
- RABENI, C.F.; SMALE, M.A. Effects on siltation on stream fishes and the potential mitigating role of the buffering riparian zone. *Hydrobiologia*, v. 303, p. 211-219, 1995.
- RIBEIRO, M.C.L.B.; PETRERE, M.; JURAS, A.A. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia—Tocantins River Basin, Brazil. *Regulated Rivers: Research & Management*, n. 11, p. 325-350, 1995.
- TERESA, F. B.; CASATTI, L. Influence of forest cover and mesohabitat types on functional and taxonomic diversity of fish communities in Neotropical lowland streams. *Ecology of Freshwater Fish*, v. 21, n. 3, p. 433-442, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.2012.00562.x>. Acesso em: 08 nov. de 2023.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil além de ser financiado pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), por intermédio do Edital Universal de Pesquisa (Edital Propesq 30/2020).

Capítulo 8

OS EFEITOS DA COBERTURA AMOSTRAL NA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE PEIXES EM RIACHOS

Ana Luiza Barbosa Parente Ferreira
Fernando Mayer Pelicice

RESUMO

A região Neotropical é conhecida por sua rica biodiversidade de peixes, com mais de 6.000 espécies catalogadas. No entanto, a amostragem dessa diversidade em ambientes como os riachos da bacia Tocantins-Araguaia enfrenta desafios devido a restrições temporais e espaciais. O presente projeto tem como objetivo investigar como variações espaciais e temporais na cobertura amostral afetam a avaliação da composição de peixes em riachos, considerando um sistema como modelo de estudo (Ribeirão São João, bacia do rio Tocantins). Entre julho de 2021 e maio de 2022, foram conduzidas coletas que resultaram na captura de 3.446 peixes de 32 espécies distintas. Os resultados destacam a importância de um esforço amostral adequado para representar a diversidade de peixes. Amostras limitadas no esforço mostram baixa similaridade com o pool de espécies total. A similaridade varia com a abordagem espacial e temporal: trechos individuais apresentaram pouca diferença, mas a combinação dos trechos meio e montante revelou maior similaridade, possivelmente devido a espécies raras. O mês de outubro (fim da seca) mostrou a maior similaridade com o pool de espécies, mostrando a importância das coletas nesse período. Para uma visão mais completa da diversidade, é recomendável combinar amostras de diferentes períodos do ano. Essas relações podem variar em outros riachos, especialmente em áreas com maior degradação ambiental, como desmatamento ou agricultura intensiva, que podem alterar a composição das espécies.

Palavras-chave: amostragem, assembleias, diversidade, ictiofauna, rio Tocantins.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, PIBIC/UFT, Universidade Federal do Tocantins, anacronico@uft.edu.br

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

INTRODUÇÃO

A região Neotropical abriga a maior diversidade de peixes do planeta, com mais de 6000 espécies descritas (Albert et al., 2020). Grande parte dessa diversidade está distribuída em riachos, sendo canais de baixa ordem fluvial presentes em todas as bacias hidrográficas brasileiras, caracterizados como ambientes de alta heterogeneidade e variabilidade ambiental. A fauna nesses ambientes é composta por peixes de pequeno porte com algum grau de especialização ecológica, e elevados padrões de diversidade taxonômica, filogenética e funcional, além de endemismo (Albert et al., 2020; Castro & Polaz, 2020).

Os riachos são ambientes rasos e estreitos, os quais usualmente facilitam a condução de amostragens de peixes. Os métodos de coleta de peixes em riachos incluem uma diversidade de abordagens e petrechos, como arrastão, peneiras, pesca elétrica, coleta ativa, dentre outros, dependendo dos objetivos do estudo, dos táxon-alvo, das dimensões do local, ou mesmo da localização dos pontos de coleta (Uieda & Castro, 1999; Alves et al., 2021). Esses métodos têm como objetivo levantar dados sobre a diversidade local, incluindo abundância, biomassa, riqueza e composição das assembleias, que são essenciais para caracterizar a estrutura da comunidade e padrões de diversidade. De maneira geral, essas abordagens apresentam sucesso na caracterização da ictiofauna, embora sejam afetadas pelas estratégias escolhidas, como esforço de coleta e métodos.

Nesse tocante, é comum que os estudos em riachos tenham limitações importantes tanto temporais quanto espaciais. Um exemplo disso é o fato das coletas se restringirem a poucos pontos amostrais dentro de um mesmo sistema, por vezes um único trecho do rio é amostrado uma única vez (ex.: Castro et al., 2003; Teresa & Casatti, 2010). Além disso, as coletas

costumam ser conduzidas apenas no período de seca (ex.: Casatti et al.,

2015; Borba et al., 2020), momento em que o nível dá se encontra mais baixo e menos variável, aumentando a eficiência de captura. No entanto, a existência de variação na ocorrência espacial e temporal das espécies deve afetar as estimativas de riqueza e composição quando a estratégia amostral se concentra em poucos pontos e períodos, levantando questões sobre a suficiência de tais abordagens na caracterização da diversidade de peixes. Neste contexto, é fundamental investigar como variações na cobertura amostral afetam a mensuração da diversidade de peixes em riachos.

Esse questionamento é ainda mais importante para bacias hidrográficas que apresentam elevada diversidade, como os riachos tropicais que correm pelo Domínio Cerrado, caso da bacia Tocantins-Araguaia. Esta bacia conta com mais de 750 espécies de peixes descritas (Chamon et al., 2022), e um estudo recente nessa bacia apontou elevada riqueza de espécies em riachos (137 espécies; Lima et al., 2021), embora o estudo tenha se restringido a coletar uma amostra por riacho no período da seca. Portanto, para aperfeiçoar a caracterização da diversidade nesses riachos altamente diversos, é fundamental que se investigue como variações na cobertura amostral afetam as estimativas de diversidade.

No Plano de Trabalho aprovado no Edital PIBIC 2022, intitulado “Os efeitos da cobertura amostral na avaliação da diversidade de peixes em riachos”, foi feita a avaliação dos efeitos do esforço amostral sobre a riqueza de espécies (i.e., número de espécies) do Ribeirão São João, localizado na cidade de Porto Nacional – TO, utilizando curvas de rarefação como método de análise dos dados. Dando continuidade a este estudo, esse trabalho tem como objetivo investigar efeitos do esforço amostral sobre outro atributo da diversidade de peixes, no caso, a

composição de espécies (i.e., identidade das espécies). Assim, o presente

projeto tem como objetivo investigar como variações espaciais e temporais na cobertura amostral afetam a avaliação da composição de peixes em riachos, considerando um sistema como modelo de estudo (ribeirão São João, bacia do rio Tocantins).

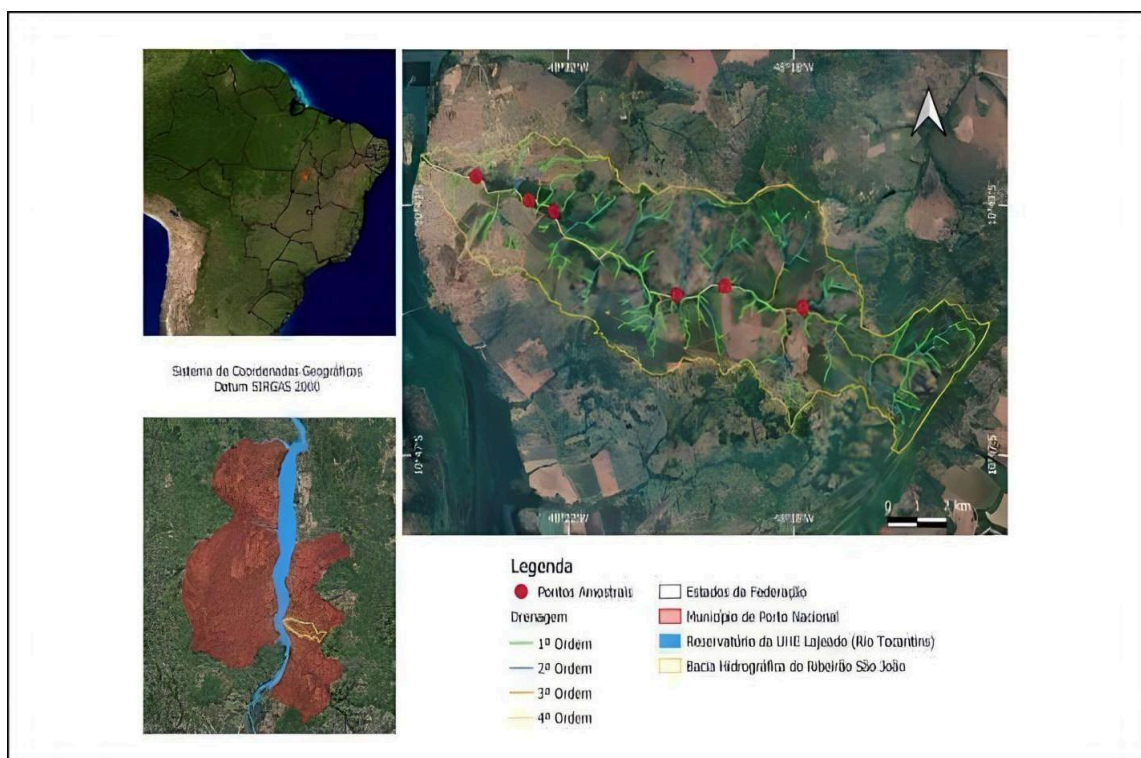
MÉTODO E MATERIAIS

O projeto foi conduzido na bacia do ribeirão São João, que tem sua nascente na Serra Geral e foz no rio Tocantins (represa de Lajeado), dentro da cidade de Porto Nacional, TO. A bacia drena área aproximada de 50 km², e o curso principal tem cerca de 20 km. O ribeirão é um afluente da margem direita do rio Tocantins; em seu trecho inferior atravessa a cidade de Porto Nacional, sendo o principal manancial de abastecimento desta cidade e zona rural do entorno.

As campanhas de coleta de dados, conduzidas pela equipe do projeto de pesquisa do orientador, ocorreram entre julho de 2021 e maio de 2022, constituindo amostragens padronizadas obtidas em seis (06) pontos de coleta. Os pontos foram demarcados ao longo do rio, cobrindo toda sua extensão longitudinal (15 km), desde a região da nascente até a foz (FIG 1). Os pontos abrangem apenas os trechos lóticos do curso fluvial, sendo três localizados a montante da barragem de abastecimento da cidade, e três a jusante, cada ponto consistindo em um trecho padronizado de 50 m ao longo do canal.

Figura 1. Mapa do Ribeirão São João, município de Porto Nacional, sinalizando os pontos de coleta.

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



Foram conduzidas cinco coletas no período de estudo, de modo a contemplar a variação ambiental sazonal em um ciclo anual: julho/21 (seca), outubro/21 (fim da seca), dezembro/21 (úmido) e maio/22 (fim do úmido). O esforço de amostragem foi padronizado em 1h de coleta em cada ponto, de modo a contemplar todo o trecho e os habitats presentes. As assembleias de peixes foram amostradas com redes de arrasto operadas em todo do trecho demarcado, após a instalação de redes de bloqueio a jusante. Em campo, os peixes capturados foram eutanasiados com uma dose letal do anestésico eugenol (300mg/L), e o material fixado em formol 10%. Todo o material biológico coletado foi acondicionado nos laboratórios do Bloco X (PPG em Biodiversidade, Ecologia e Conservação). Em laboratório, os peixes foram preservados em álcool 70%, sendo então triados, identificados e processados (biometria). O material será depositado na Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia Sistemática (UNT) da UFT, campus de Porto Nacional.

Os dados coletados foram digitados em uma planilha e organizados utilizando uma Tabela Dinâmica no Excel. Os efeitos da cobertura amostral foram avaliados considerando diferentes combinações das amostras de acordo com três fatores: esforço, espaço e sazonalidade. Para o esforço, se considerou o número de amostras (1 a 6). Para o espaço, se considerou a posição longitudinal ao longo da bacia: (i) jusante, (ii) meio, (iii) montante. Para avaliar os efeitos da sazonalidade na cobertura amostral, foram considerados diferentes combinações das amostras de acordo com as estações do ano: (i) seca, (ii) fim da seca, (iii) úmido, e (iv) fim do úmido.

Para investigar o efeito do esforço, as combinações das amostras foram determinadas de maneira aleatória, utilizando o software Excel (Tabela 1). Foram sorteadas 5 combinações para cada nível de esforço: duplas, trios, quartetos e quintetos. Para a análise temporal, foram realizadas combinações entre os períodos úmido e seco, enquanto na análise espacial, foram consideradas combinações entre as regiões de jusante, meio e montante.

A análise considerou uma abordagem de similaridade de composição de espécies, comparando conjuntos de amostras (Tabela 1) com o pool de espécies da bacia (todas as espécies registradas considerando todas as amostras). Esta abordagem se baseia nos conceitos de diversidade Gama (total), Alfa (local) e Beta (similaridade). Para avaliar a similaridade entre os conjuntos de amostras, o índice de Jaccard, baseado na incidência das espécies, foi calculado com o uso do programa Past v. 1.75 (Hammer et al., 2001). Os dados foram extraídos e as figuras geradas via Excel.

Tabela 1: Combinações dos pontos de coleta e períodos amostrais, incluindo esforço amostral, analisando tanto os períodos úmido e seco quanto as regiões de jusante, meio e montante.

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

FATORES	PONTOS COMBINADOS
Esforço	
1	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	(4+5), (2+6), (6+1), (4,3) e (4,3)
3	(5+6+2), (3+2+6), (5+3+2), (1+6+4), (3+5+2)
4	(4+3+5+2), (6+2+3+4), (1+4+2+5), (4+6+5+2), (4+1+5+3)
5	(3+5+1+2+4), (5+1+6+3+2), (6+2+3+4+1), (1+5+2+4+6), (3+6+1+5+4)
6	Total
Tempo	
Seco	Jul, Out
Umido	Dez, Mai
Seco e/ou Umido	(Jul + Dez), (Jul + Mai), (Jul + Out), (Dez + Maio), (Jul, Out e Dez)
Espaço	
Jus	5,6
Meio	3,4
Mont	1,2
Jus + Meio	5+3
Meio + Mont	4+2
Jus + Mon	5+2
Jus + Meio + Mont	5+3+2

DADOS E DISCUSSÃO

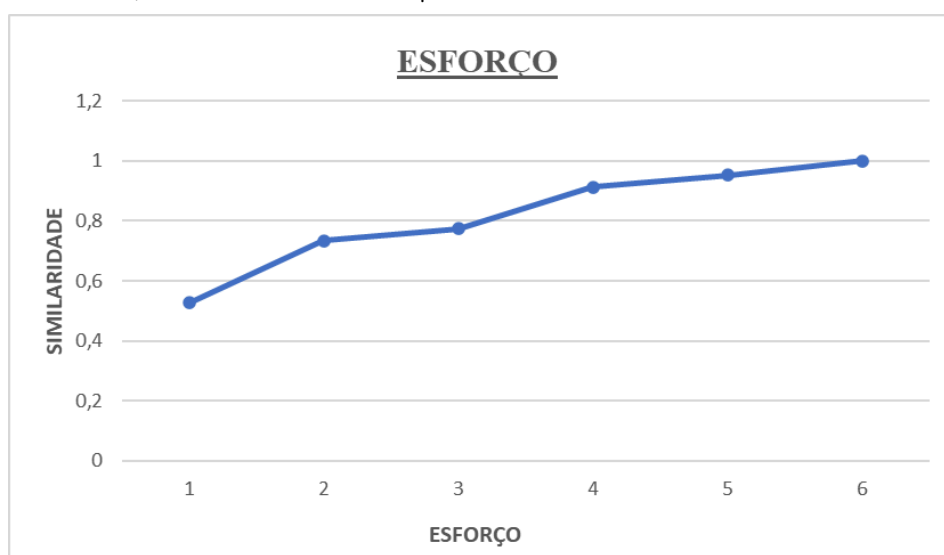
Esse estudo, executado no ribeirão São João, localizado em Porto Nacional, TO, apresenta uma proposta para compreender como o esforço de coleta afeta estimativas de composição de espécies de peixes de riachos. Durante o período da pesquisa, foram capturados 3.446 indivíduos pertencentes a 32 espécies distintas.

A Figura 2 apresenta uma análise da similaridade entre os níveis de esforço e o pool de espécies, ilustrando como a diversidade pode variar de

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

acordo com o esforço amostral. À medida que o esforço de amostragem aumenta, a similaridade com o pool de espécies também cresce. Isso significa que, com um número pequeno de amostras, a similaridade observada é baixa, por volta de 50%. No entanto, à medida que mais amostras são coletadas, o valor da similaridade aumenta gradualmente, aproximando-se de 1 com quatro amostras, o que indica uma correspondência muito próxima à diversidade total.

Figura 2: Similaridade na composição entre o pool de espécies e diferentes níveis de esforço amostral, em assembleias de peixes no Ribeirão São João.



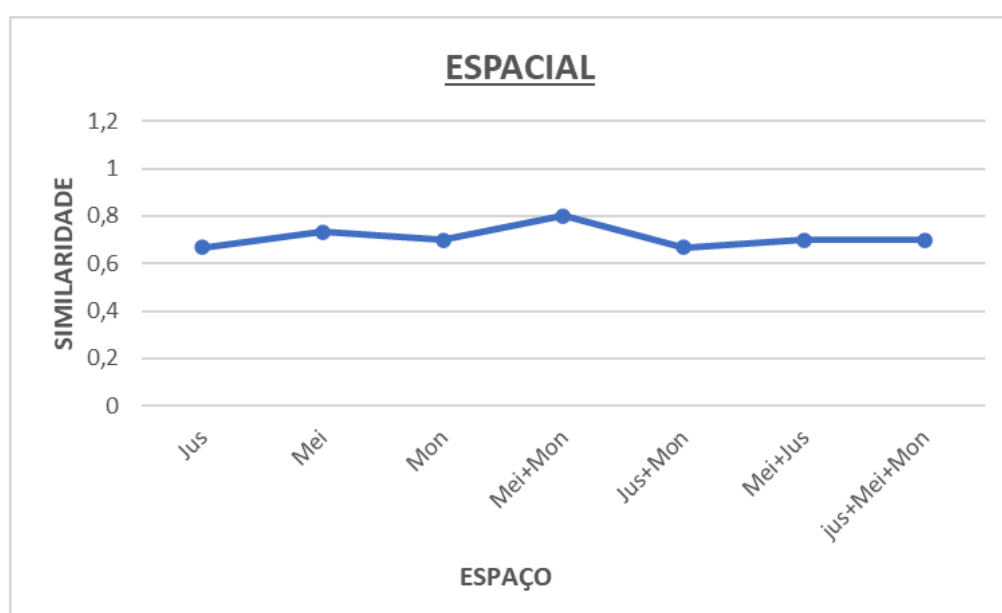
A Figura 3 apresenta a análise da similaridade da composição entre o pool de espécies e diferentes trechos do ribeirão São João, categorizados como jusante (jus), meio (mei) e montante (mon). Além disso, a figura considera combinações de trechos em pares e trios, como Jusante + Meio, Meio + Montante, Jusante + Montante, e Jusante + Meio + Montante. Assim, é possível avaliar como a diversidade e a composição das assembleias de peixes variam ao longo do gradiente longitudinal do ribeirão. Ao analisar os trechos separadamente (jus, mei, mon), é possível identificar que não houve muita variação na similaridade de composição entre os conjuntos e

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

o total. No entanto, quando os dados dos trechos meio e montante são

combinados, houve um aumento na similaridade, o que pode estar relacionado à presença de espécies raras nesses pontos.

Figura 3: Similaridade na composição entre o pool de espécies de assembleias de peixes e diferentes combinações de trechos no Ribeirão São João.



O nível de esforço empregado na amostragem desempenha um papel significativo na determinação da diversidade observadas (Alves, 2021). A escolha de pontos que abranjam toda a extensão de um riacho, com o propósito de representar a composição de espécies de peixes, é uma decisão de extrema importância, caracterizada por várias complexidades e implicações. Nos estudos espaciais, é comum enfrentar uma limitação que restringe as coletas a um único ponto para o levantamento dessa biodiversidade (ex.: Castro et al., 2003; Teresa; Casatti, 2010).

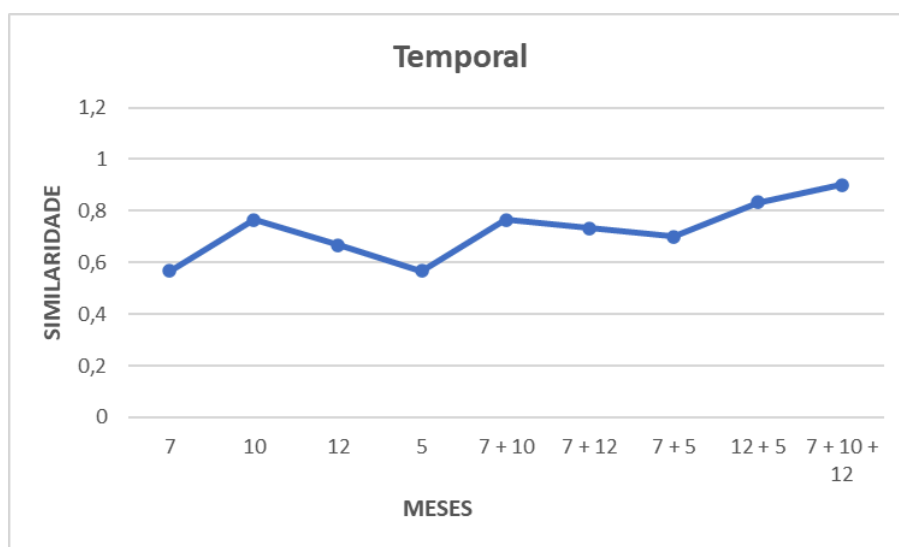
A Figura 4 apresenta a similaridade da composição entre o pool de espécies e diferentes meses do ano, categorizados conforme as estações seca e úmida. Os meses representados na figura incluem julho/21 (seca),

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

outubro/21 (fim da seca), dezembro/21 (úmido) e maio/22 (fim do úmido).

Além de mostrar os dados para cada mês individualmente, a figura também inclui combinações de meses em pares e em trios. Observando os meses individualmente, o mês de outubro, que corresponde ao fim da seca, demonstra a maior similaridade com a composição total das espécies de peixes. No entanto, ao analisar as combinações de duplas e trios de meses, podemos observar um aumento, mesmo que sutil, se comparado aos meses individuais. Em estudos temporais tradicionais, é comum realizar as coletas durante a seca devido o acesso facilitado pelos baixos níveis de água, (Ex. Casatti et al., 2015 e Borba et al., 2020). No Ribeirão São João, o final do período seco revelou-se o mais representativo em termos de diversidade observada, possivelmente devido à concentração das espécies em volumes reduzidos de água.

Figura 4: Similaridade na composição entre o pool de espécies de assembleias de peixes e diferentes meses do ano no Ribeirão São João.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do monitoramento no Ribeirão São João enfatizam a

importância de um esforço amostral adequado para representar com

precisão a diversidade de peixes. Amostras limitadas no esforço resultam em baixa similaridade com a população total. A similaridade observada varia com a abordagem espacial e temporal: enquanto os trechos individuais (jusante, meio e montante) apresentaram pouca diferença, a combinação dos trechos meio e montante revelou maior similaridade, possivelmente devido à presença de espécies raras. Na análise temporal, o mês de outubro (fim da seca) apresentou a maior similaridade com o pool de espécies, destacando a importância das coletas realizadas nesse período para capturar a diversidade do ribeirão. No entanto, para obter uma visão mais completa da diversidade, é recomendável combinar amostras de diferentes períodos do ano.

Essas relações entre esforço amostral e similaridade entre comunidades de peixes podem variar significativamente em outros riachos, especialmente devido à extensão da bacia hidrográfica e às variações nos usos da terra na região. Riachos localizados em áreas com maior degradação ambiental, como desmatamento ou agricultura intensiva, podem apresentar uma composição de espécies muito diferente de riachos em áreas mais preservadas.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, J.S; TAGLIACOLLO, V.A; DAGOSTA, F. Diversification of Neotropical freshwater fishes. *Annual Reviews in Ecology, Evolution and Systematics*, v. 51, pp. 27-53, 09 jun. 2020.
- ALVES C.B.M; POMPEU, P.S; MAZZONI, R; BRITO, M.F.G. Avanços em métodos de coleta de peixes e caracterização de habitat de riachos tropicais. *Oecologia Australis*, v. 25, n. 2, pp. 246-265, 2021.
- BORBA G.C; COSTA, F.R.C; ESPÍRITO-SANTO, H.M.V; LEITÃO, R.P; DIAS, M.S;

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

- ZUANON, J. Temporal changes in rainfall affect taxonomic and functional composition of stream fish assemblages in central Amazonia. *Freshwater Biology*. v. 66, pp. 753-764, 20 dez. 2020.
- CASATTI, L; TERESA, F.B; ZENI, J.O; RIBEIRO, M.D; BREJÃO, G.L; BASTOS, M.C. More of the same: high functional redundancy in stream fish assemblages from tropical agroecosystems. *Environmental Management*. v. 55, pp. 1300-1314, 31 mar. 2015.
- CASTRO, R.M.C; CASATTI, L; SANTOS, H.F; FERREIRA, K.M; RIBEIRO, A.C; BENINE, R.C; DARDIS, G.Z.P; MELO, A.L.A; STOPIGLIA, R; ABREU, T.X; BOCKMANN, F.A; CARVALHO, M; GIBRAN, F.Z; LIMA, F.C.T. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. *Biota Neotropica*. v. 3, n. 1, pp. 1-31, 11 abr. 2003.
- CASTRO, R.M.C; POLAZ, C.N.M. Small-sized fish: the largest and most threatened portion of the megadiverse neotropical freshwater fish fauna. *Biota Neotropica*. v. 20, n.1, pp. e20180683, jan. 2020.
- CHAMON, C.C; SERRA, J.P; CAMELIER, P; ZANATA, A.M; FICHBERG, I; MARINHO, M.M.F. Building knowledge to save species: 20 years of ichthyological studies in the Tocantins- Araguaia River basin. *Biota Neotropica*. v. 22, n. 2, p. e20211296, 2022.
- HAMMER, O; HARPER, D.A.T; RYAN, P.D. Past: Paleontologia Statistics software package for education and data analysis. *Paleontol Electronica*. v. 4, n. 1, p. 1-9. 13 maio 2001.
- LIMA, L. B; OLIVEIRA, F. J. M; BORGES, F. V; CORREA, F; LIMA-JUNIOR, D. P. Streams fish from Upper Araguaia and Middle Rio da Mortes basin, Brazil: generating subsidies for preservation and conservation of this critical natural resource. *Biota Neotropica*. v. 21, n. 4, pp. e20211205, 01 jan. 2021.
- UIEDA, V.S; CASTRO, R.M. Coleta e fixação de peixes de riachos. *Ecologia de peixes de riachos*. *Oecologia Brasiliensis*. v. 6, pp. 01-22. 1999.
- TERESA F.B; CASATTI, L. Importância da vegetação ripária em região

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

intensamente desmatada no sudeste do Brasil: um estudo com peixes de riacho. Pan-American Journal of Aquatic Sciences. v.5, n.3, pp.444-453. 01 jan. 2010

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do TO (Fapto). O projeto foi conduzido com apoio financeiro da Propesq/UFT.

Capítulo 9

DIGITALIZAÇÃO E INFORMATIZAÇÃO DA FAMÍLIA LEGUMINOSAE DEPOSITADAS NO HERBÁRIO DO TOCANTINS

Tiago da Silva Ribeiro¹
Rodney Haulien Oliveira Viana²

RESUMO

O projeto teve como objetivo informatizar e digitalizar as espécies da família Leguminosae (Fabaceae) depositadas no Herbário do Tocantins (HTO), localizado na Universidade Federal do Tocantins. Além disso, buscou-se contribuir com projetos de relevância nacional, como o Re flora/CNPq e o Herbário Virtual da Flora e dos Fungos. A informatização consistiu na inserção dos dados das exsiccatas em planilhas, verificando informações taxonômicas por meio do programa Re flora. A digitalização, por sua vez, incluiu a captura de imagens em alta resolução das exsiccatas. O trabalho envolveu ainda a coleta de espécimes botânicos em estágio reprodutivo no campus universitário, sendo transportados para o herbário, onde passaram pelo processo de herborização. Os resultados foram muito satisfatórios, o trabalho foi concluído, 1.398 exsiccatas da família Leguminosae foram digitalizadas e informatizadas, sendo 1.052 identificadas em nível de espécie, 265 a nível de gênero e 81 exemplares apenas em nível de família. Foram coletadas no Campus 75 espécies distribuídas em 30 famílias, sendo a família Leguminosae a mais abundante chegando a 23 espécies. A digitalização e informatização são ferramentas importantes para a preservação do conhecimento botânico, facilitando o acesso às informações e promovendo a colaboração entre diferentes instituições científicas. Com esses resultados, o projeto conseguiu ampliar o acervo digital do HTO, contribuindo de forma significativa para a conservação da biodiversidade e o avanço das pesquisas botânicas. A digitalização dos acervos do herbário fortalece a disseminação do conhecimento e acelera o intercâmbio de informações entre cientistas e instituições.

Palavras-chave: Cerrado; Botânica; Coleção.

1 (Tiago da Silva Ribeiro. Graduando em ciências biológicas, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, ribeiro.tiago@mail.uft.edu.br)

2 (Rodney Haulien Oliveira Viana. Doutor em Botânica, Curso de ciências biológicas, Universidade Federal Tocantins, rodney@mail.uft.edu.br)

INTRODUÇÃO

O herbário é uma coleção biológica considerada como uma fonte de pesquisa de plantas preservadas para trabalhos botânicos; são amostras de plantas que foram identificadas e catalogadas, previamente secas e prensadas para que possam ser preservadas por muito tempo e possam ser usadas para diferentes tipos de pesquisas científicas. Essas plantas são provenientes de diferentes ecossistemas e servem como registros e referências para vegetação e flora em áreas específicas (BARBOSA e PEIXOTO, 2003; PEIXOTO e BARBOSA, 2002). Por sua vez, o Herbário do Tocantins (HTO) localizado na Universidade Federal do Tocantins Campus de Porto Nacional – TO, na coordenada geográfica 10° 41' 20" S - 48° 22' 56" W. Foi fundado em julho de 1992 como Herbário de Porto Nacional (HPN), e logo depois recebeu o nome de Herbário do Tocantins (HTINS) e por último foi registrado com o acrônimo atual (HTO) em 2003 e atualmente conta com mais de 12000 exemplares de plantas, algas, fungos e líquenes depositados em seu acervo. O acervo do HTO é composto principalmente por materiais coletados no Tocantins, no Domínio Cerrado, assim como doações por meio de intercâmbio entre herbários. O HTO atualmente participa do Projeto Re flora/CNPq e está vinculado ao Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (Institutos Nacionais de Ciências e Tecnologia - INCT), parceria imprescindível que impulsionou a informatização e digitalização do nosso acervo.

A informatização e digitalização dos herbários, agiliza a busca de dados sobre botânica e outras pesquisas, sendo fundamental para o progresso científico, e com a disponibilização das informações armazenadas a um público mais diversificado, acelera ainda mais a troca de informações facilitando a gestão do Herbário. A tecnologia da informação quando aplicada de forma adequada, pode ajudar a melhorar a organização e recuperação de dados de coleções biológicas, com o

objetivo de planejar políticas de manutenção e ampliação de suas coleções, bem como a preservação de espécimes, unidade funcional da coleção (BARBOSA e PEIXOTO, 2003; PEIXOTO e BARBOSA, 2002).

A escolha da Família Leguminosae (Fabaceae) foi devido à importância e da grande quantidade de amostras depositadas no herbário do Tocantins (HTO). Leguminosae Adans. É a terceira maior família entre as angiospermas com quase 20.000 espécies, distribuídas em 795 gêneros. Atualmente a família é dividida em seis subfamílias (LPWG 2017), das quais, apenas a subfamília monoespecífica africana Duparquetioideae não é representada no Brasil. As subfamílias presentes no Brasil são Cercidoideae, Detarioideae, Dialioideae, Caesalpinioideae e Papilionoideae. A família apresenta distribuição cosmopolita, com centro de diversidade nos trópicos, sendo considerada uma das principais famílias em número de espécies, se destacando entre os diferentes tipos de vegetação (Polhill et al. 1981). No Brasil, existem 2.753 espécies reunidas em 213 gêneros (Lima et al. 2014), presentes em todos os domínios fitogeográficos, com maior diversidade no Cerrado, com aproximadamente 1.262 espécies (Flora do Brasil, 2020)

Esse trabalho tem como objetivo geral conhecer as espécies da Família Leguminosae depositadas no Herbário do Tocantins (HTO) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), contribuindo de forma efetiva com os projetos re flora /CNPq e o Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (Institutos Nacionais de Ciências e Tecnologia - INCT). E tendo como objetivo específico: participar da rotina do Herbário da Universidade Federal do Tocantins, reparar e restaurar os materiais registrados, conferir e atualizar os nomes científicos das plantas, coletar espécies da Família Leguminosae com flor e ou fruto, digitalizar em alta resolução as exsicatas da Família Leguminosae do Herbário HTO e Disponibilizar os dados na Web.

MÉTODO E MATERIAIS

O Herbário do Tocantins (HTO) localizado na Universidade Federal do Tocantins Campus de Porto Nacional – TO, na coordenada geográfica 10° 41' 20" S - 48° 22' 56" W. Foi fundado em julho de 1992 como Herbário de Porto Nacional (HPN), e logo depois recebeu o nome de Herbário do Tocantins (HTINS) e por último foi registrado com o acrônimo atual HTO. O HTO conta com 12000 exemplares de plantas, algas, fungos e líquenes depositados em seu acervo.

Atualmente o HTO está em processo de disponibilização dos dados na Web. Todo material no processo de informatização e digitalização foram passados por uma vistoria (Montagem correta da exsicata, material fértil ou vegetativo não guardado adequadamente, envelopes, presença de fungos ou artrópodes, conferir se o material apresenta número de tomo (número HTO) e atualizações das fichas: nome correto da família, espécie, nome popular, habitat, localidade, coletor, data e observações).

As atualizações dos binômios específicos e seus autores foram baseados no site Flora do Brasil do Jardim Botânico do Rio de Janeiro – Flora e Funga do Brasil – Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira (Disponível em <http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/PrincipalUC/PrincipalUC>) O sistema de classificação adotado no Herbário HTO é o "Angiosperm Phylogeny Group"IV (APG, 2016).

O processo de informatização consiste em digitar todas as informações da ficha numa planilha do Excel, foi feito as conferências se estão de acordo com o modelo padrão (família, espécie, nome popular, habitat, localidade, coletor, data e observações). Na figura 1 segue a amostra da planilha de informatização.

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	numtombo	sufixo	family	genus	cf	sp1	author1	rank1	sp2	author2
2	4		Fabaceae	Cenostigma		macrophyllum	Tul.			
3	66		Fabaceae	Desmodium		tortuosum	(Sw) DC			
4	89		Fabaceae	Periandra		mediterranea	(Vell.) Taub.			
5	104		Fabaceae							
6	147		Fabaceae	Bowdichia		virgilioides	Kunth			
7	150		Fabaceae	Vigna						
8	151		Fabaceae							
9	155		Fabaceae	Senna						
10	179		Fabaceae							
11	180		Fabaceae	Inga						
12	204		Fabaceae	Dimorphandra		mollis	Benth.			
13	207		Fabaceae	Leptolobium		dasycarpum	Vogel			
14	224		Fabaceae	Cassia		occidentalis	(L.) Link			

Figura 1: Planilha padrão de informatização do Jabot com exemplo da família Leguminosae (Fabaceae) realizada no Herbário do Tocantins (HTO), Porto Nacional – TO.

O processo de digitalização consiste em fotografar em alta resolução as exsicatas depositadas no Herbário HTO. A digitalização foi feita a partir do trabalho realizado por Silva et al. (2017); Após as inclusões de dados no sistema a exsicata foi montada e digitalizada em estações fotográficas, com o auxílio do software Silverimage. Com os resultados foram gerados arquivos de aproximadamente 80 MB no formato Raw e de 30-35 MB em Jpeg. Os arquivos de imagens gerados foram renomeados com o identificador do testemunho, sendo esse número usado como código de barras. Desta forma é possível manter a correspondência entre a imagem e o registro no banco de dados.

A última etapa do projeto consistiu em coletar as espécies com flores e/ou frutos da família Leguminosae pelo Campus da UFT de Porto Nacional. Porém foi adicionado ao projeto a coleta de todas as árvores do Campus que apresentavam estágio reprodutivo. Foram realizadas diversas coletas sendo identificadas, organizadas em uma planilha de Excel (figura 2

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

) e depositadas no Herbário do Tocantins- HTO.

Durante as coletas foram feitas anotações sobre o indivíduo; altura da planta, coloração das flores e/ou frutos, característica presente no caule e nas folhas, hábito e a localização dessa planta acrescentando as coordenadas geográficas. As coordenadas foram efetuadas através do aplicativo Google Earth.

No campo foram utilizados um podão juntamente com uma tesoura de poda para coleta dos ramos, no qual foram coletados cerca de três ramos de cada indivíduo. Esses ramos foram fixados por uma fita crepe na qual foi escrito o número correspondente a cada indivíduo. Os ramos coletados foram colocados dentro de um saco plástico e transportados para o local de prensagem. A prensagem foi feita utilizando prensas de madeiras, papelões, jornais e cordas para amarrar a prensa. Em cada jornal foi colocado um número correspondente a cada maço de ramos coletados. A prensa montada é identificada com nome do responsável e data, logo é colocada na estufa para secagem.

O material coletado na Universidade Federal do Tocantins (UFT) Campus de Porto Nacional, foi identificado através de literatura especializada e utilizando o método de comparação com outros materiais

Família	Especie	Nome popular	Flor	Fruto	Nº coleta
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	Aroeira		X	33
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	Aroeira			36
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Bruto quaresma	X		24
Annonaceae	<i>Annona squamosa</i> L.	Pinha	X		31
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Bruto	X	X	52
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Mangaba	X	X	3
Apocynaceae	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Chapéu de napoleão	X		32
Arecaceae	<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.		X	X	9
Arecaceae	<i>Syagrus oleracea</i> (Mart.) Becc.		X	X	10
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Margaridão	X		48

Figura 2: Modelo de planilha com informações das coletas realizada no Campus da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Porto Nacional – TO.

DADOS E DISCUSSÃO

A digitalização da família escolhida foi concluída, chegando a 1.398 exemplares fotografados. As imagens foram salvas em duas extensões JPG e CR2, a quais foram nomeadas com a sigla do herbário mais 8 dígitos: por exemplo HTO00000001 e foram alocadas em pasta específica para a família Leguminosae (Fabaceae) sendo cada extensão em um subpasta. Na figura 3 segue algumas amostras da digitalização. As imagens foram exportadas através do programa FILEZILLA que é um programa integrado ao sistema de informação SpeciesLinks (Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas <https://specieslink.net/>).

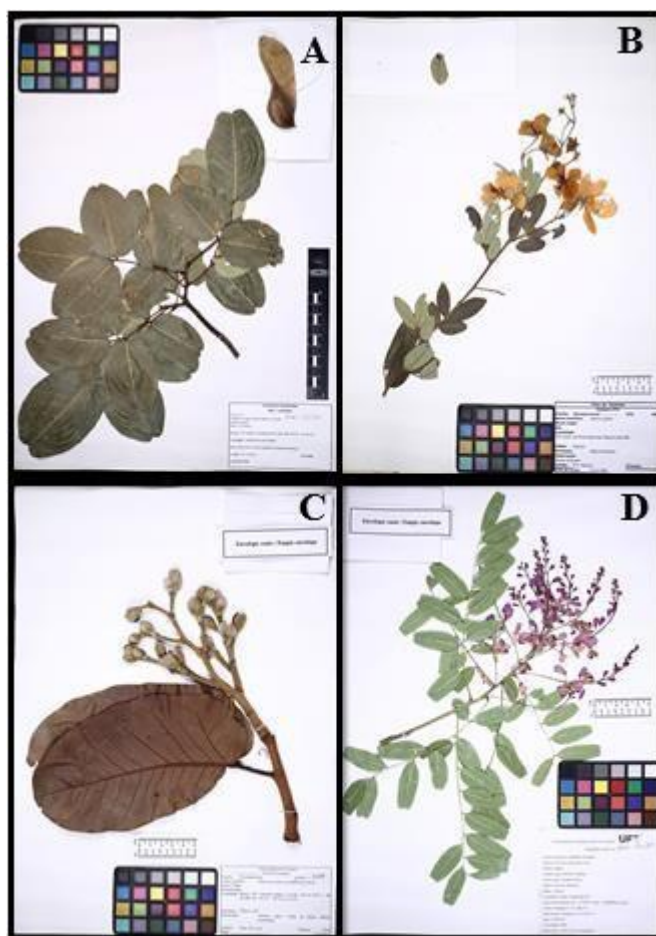


Figura 3: Amostras digitalizadas do Herbário do Tocantins (HTO) na Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional – TO. A: HTO3254 Fabaceae *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke. B: HTO2096 Fabaceae *Senna rugosa* (G.Don) H.S.Irwin & Barneby. C: HTO5308 Fabaceae *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne. D: HTO11097 Fabaceae *Pterodon emarginatus* Vogel.

A segunda parte do projeto consistiu em informatizar todas as exsicatas depositadas no acervo do Herbário do Tocantins pertencente à família Leguminosae (Fabaceae), foram informatizados um total de 1.398 exsicatas. A partir do processo de informatização concluído, foi possível identificar que 81 exemplares da coleção foram identificados apenas em nível de família, 265 a nível de gênero e 1052 teve sua identificação completa. Foram encontrados 86 gêneros. A figura 4 representa os gêneros mais abundantes dentro da família Leguminosae (Fabaceae).

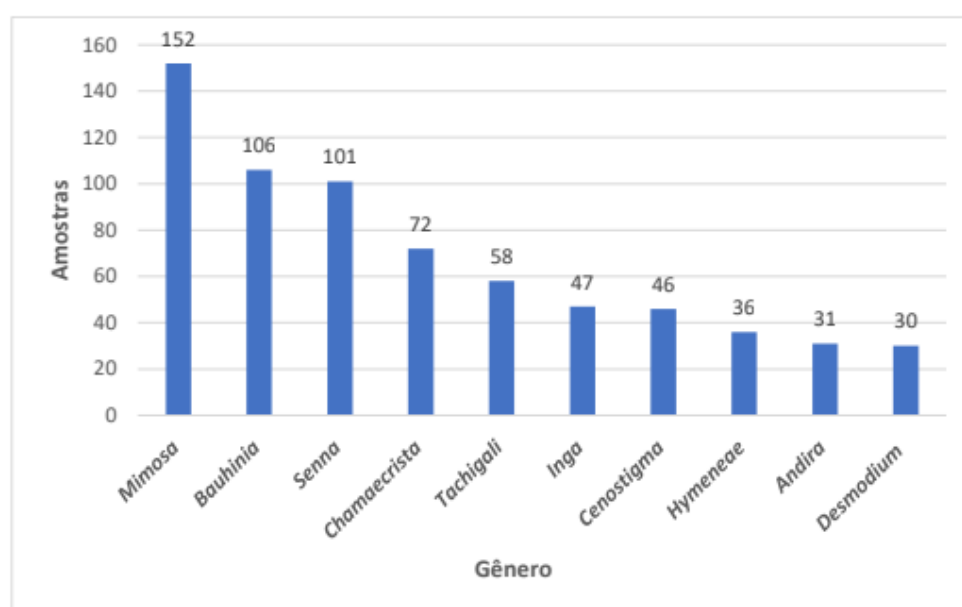


Figura 4: Gêneros com mais amostras depositadas no Herbário do

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

Tocantins, Porto Nacional – TO.

A primeira espécie da família Leguminosae (Fabaceae) depositada no Herbário do Tocantins – HTO trata se de uma *Cenostigma macrophyllum* Tul. que foi coletada pelo Eduardo Ribeiro Santos no dia 18 de maio de 1992 em Porto Nacional – TO no Setor Aeroporto (Figura 5). Essa espécie é bastante conhecida popularmente como cega-facão ou até mesmo quebra-facão e tem seu número de registro HTO04.



Figura 5: Imagem da primeira exsicata da família Leguminosae (Fabaceae) depositada no Herbário do Tocantins (HTO) na Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional – TO. HTO04 *Cenostigma macrophyllum* Tul.

Através da informatização foi possível identificar os anos com maior número de coletas de Leguminosae (Fabaceae), que foram durante o ano de 1994 com 159 coletas; em 1999 teve 256; em 2000 teve 258 e em 2001 teve 206 coletas (Figura 6). Os grandes responsáveis por coletar maior número

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

de espécimes da família trabalhada foram: Soares, E. A. (Emersom Azevedo Soares) contribuindo com 188 coletas depositadas no HTO; S. F. Lolis (Solange de Fátima Lolis) com 156 e E. R. Santos (Eduardo Ribeiro Santos) com 130 coletas.

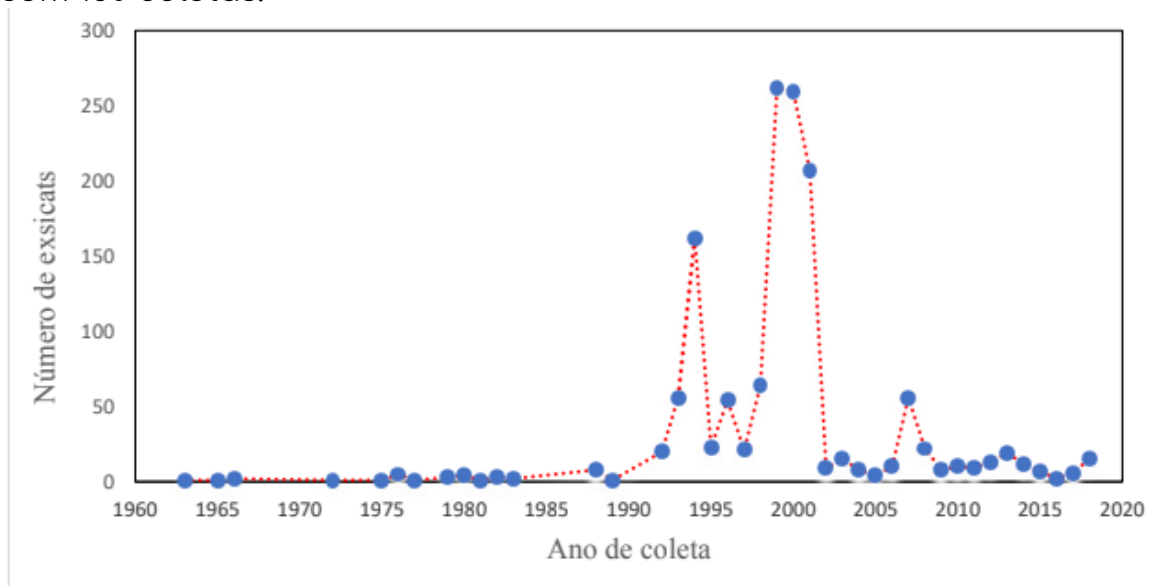


Figura 6: Coletas da família Leguminosae (Fabaceae) depositadas no Herbário do Tocantins (HTO), Porto Nacional – TO.

Ao observar a figura 6 notamos que a coleta mais antiga da família Leguminosae (Fabaceae) foi em 1963. A qual trata-se de uma *Mimosa clausenii* Benth. que veio de doação do Herbário da Universidade de Brasília (UB), e recebeu o número de tombo HTO6479 (Figura 7).



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

Figura 7: Imagem da exsicata mais antiga do Herbário do Tocantins – HTO localizado na Universidade Federal do Tocantins - Porto Nacional – TO.

Na figura 8 temos um mapa de distribuição das espécies coletadas e depositadas no herbário do Tocantins – HTO. É possível notar que as coletas ocorreram com muita frequência no Domínio Cerrado abrangendo quase todo o Tocantins. O qual chegou a 1271 coletas no estado; seguido do Goiás com 38 e do Mato Grosso com 17 coletas. O acervo conta com diversas coletas de diferentes estados brasileiros provenientes de doações. Na figura 9 mostra uma exsicata de doação do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná – Curitiba (UPCB), que foi enviado uma duplicata para a coleção do Herbário – HTO. Todas essas informações já estão disponíveis no site <https://specieslink.net/col/HTO/>.

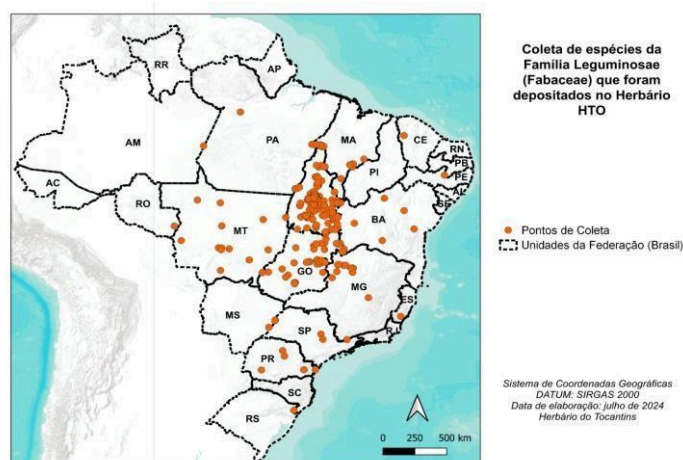


Figura 8: Mapa de coletas de espécies da família Leguminosae (Fabaceae) depositadas no Herbário do Tocantins (HTO), Porto Nacional – TO.



Figura 9: Imagem de doação de uma exsicata da família Leguminosae (Fabaceae) depositada no Herbário do Tocantins (HTO), Porto Nacional – TO, oriunda do Herbário da Universidade Federal do Paraná (UPCB), HTO2598 Fabaceae Bauhinia forficata Link.

Durante o levantamento florístico no campus, registramos até o momento a presença de 30 famílias botânicas. A família mais abundante é Leguminosae (Fabaceae), com 23 espécies coletadas, seguida de Malpighiaceae, com 6 espécies. No total, já foram coletadas 75 espécies, e as coletas continuarão, pois o tempo de floração e frutificação de algumas espécies pode levar até dois anos.

Foi também observado o plantio de algumas espécies exóticas. O campus se revela um promissor espaço para um futuro jardim botânico, com potencial para abrigar tanto espécies nativas do Cerrado quanto espécies de importância didática, incluindo aquelas de relevância para a flora brasileira. Entre as espécies destacadas no campus, o Pau-Brasil (*Paubrasilia echinata*) merece menção especial, por sua importância histórica e por ter dado nome ao nosso país (Anexo 1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas coletadas e depositadas no nosso herbário são essenciais para a preservação e o conhecimento da biodiversidade. A informatização e digitalização dessa coleção são cruciais para esses processos, pois transferir as informações contidas no herbário para o meio digital, por meio de fotografias e dados, é uma forma de preservar permanentemente os materiais e disseminar com muito mais eficiência o conhecimento dessa

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

instituição para a sociedade.

A informatização e digitalização do Herbário do Tocantins agilizam a busca de dados sobre botânica e disponibilizam informações

armazenadas a um público mais diversificado. Isso é fundamental para o progresso científico, acelerando a troca de informações e facilitando a gestão das coleções para o maior número possível de pessoas. A missão do HTO é criar uma ponte entre a universidade e a sociedade por meio de ações concretas que promovam a interação e o conhecimento sobre a pesquisa em Botânica na Universidade Federal do Tocantins.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, M. R. V.; PEIXOTO, A. L. Coleções botânicas brasileiras: situação atual e perspectivas. In: PEIXOTO, A. L (Org.) Coleções biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação da biodiversidade. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro., p.113- 125 2003.

CAVALCANTI, RB. and JOLY, CA., 2002. Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region. In Oliveira, PS. and Marquis RJ. (Eds.). The Cerrado of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press. p. 351-367.

CUNHA, Nina Rosa da Silveira et al. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 46, n. 2, p. 291-323, June 2008.

Fabaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB115>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

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

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

GONZALEZ, M. Quantificação de Custo e Tempo no Processo De Informatização Das Coleções Biológicas Brasileiras: A Experiência Do Herbário Do Instituto De Pesquisas Jardim Botânico Do Rio De Janeiro. *Rodriguésia* 60 (3): 711-721. 2009.

IBAMA. Projeto de Monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite. Cerrado. Disponível em < <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado> >; acesso em: 19 abr 2015.

Lorenzi, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1992. v. 1.

Lorenzi, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2002. v. 2.

Lorenzi, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2009. v. 3.

MANIA, L.F.; ASSIS, M.A.; Processo de informatização do Herbário Rioclarense (HRCB) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rio Claro, SP, e sua inclusão num sistema de rede. *Rev. Ciênc. Ext.* v.4, n.1, p.8, 2008.

PEIXOTO, A. L.; BARBOSA, M. R. V. Os herbários brasileiros e a flora nacional: desafios para o século 21. In: FUNDAÇÃO ANDRÉ TOSELHO. Base de Dados Tropicais. Sistema de Informação sobre Biodiversidade/Biotecnologia para o Desenvolvimento Sustentável. 1998. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/bdt.oeaproj/>

FINANCIAMENTO

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

ANEXOS

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

Anexo 1: Tabela com as Espécies em estágio reprodutivo coletadas no Campus da Universidade Federal Tocantins (UFT) Porto Nacional -TO.

Família	Espécie	Nome-popular
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	Aroeira
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Bruto-quaresma
	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Bruto
	<i>Annona squamosa</i> L.	Pinha
Apocynaceae	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes.	Mangaba
	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson.	Leiteiro
	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Chapéu-de-napoleão
Araliaceae	<i>Didymopanax macrocarpus</i> (Cham. & Schltdl.) Seem.	Mandiocão
Arecaceae	<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.	-
Asteraceae	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	Margaridão
	<i>Tridax procumbens</i> L.	Tridax
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-peludo
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-rosa
	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don.	Jacarandá
	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Ipê
	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth.	Ipê-de-jardim
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	Folha-santa
Cannabaceae	<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	Piriquiteira
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Pequi
Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	-
	<i>Moquilea tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti

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

Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Sete-copa
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch.	Brinco-de-princesa
Convolvulaceae	<i>Ipomoea rubens</i> Choisy	Ipomeia-trepadeira
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	Sambaiba
	<i>Davila elliptica</i> L.	Lixeira, Sambaiba
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	Seringueira
Fabaceae	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	-
	<i>Anadenanthera colubrina</i> . (Vell.) Brenan	Angico
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Angico
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira-preta
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Jacarandá-do-cerrado
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	-
	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	Faveira
	<i>Dipteryx alata</i> Vogel.	Baru
	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne.	Jatobá
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá-de-corda
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá
	<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá-feijão
	<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá
	<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	-
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	-
	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel.	Jacarandá-do-campo
	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	-
	<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis	Pau-brasil
	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Fedegoso
	<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	São-jão
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	-
	<i>Stryphnodendron Adstringens</i> (Mart.) Coville	baba-timão
	<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo
	<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	Angelim-brabo
	<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	-
	<i>Anadenanthera colubrina</i> . (Vell.) Brenan	Angico
	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Angico
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira-preta
	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Jacarandá-do-cerrado
	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	-

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

Lamiaceae	<i>Vitex polygama</i> Cham.	Tarumã
Lecythidaceae	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	-
Malpighiaceae	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC.	Amexa
	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	Murici-vermelho
	<i>Byrsonima cydoniifolia</i> A.Juss.	Murici
	<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	Murici
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	Murici-grande
Malvaceae	<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola
	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Paineira-do-cerrado
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutanba
	<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin	Chicha
Melastomataceae	<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	Paineira-do-cerrado
	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	Folha-branca
Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	Cagaita
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	-
	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.	Jamelão
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Jamborandi, Pimenta-de-Macaco
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Marmelada
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	saboneteira
	<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	Tingui
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Abil
Simaroubaceae	<i>Simarouba versicolor</i> A.St.-Hil	Mata-cachorro
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Camará
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Pau-terrinhã

Capítulo 10

ANÁLISE MORFOANATÔMICA E FISIOLÓGICAS EM PLANTAS DE *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO DE FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDIGENA AKWE-XERENTE

Paulo Roberto Soares Pimenta ¹
Kellen Lagares Ferreira Silva ²

RESUMO

A expansão agrícola no Tocantins está ameaçando o bioma Cerrado e espécies nativas como o *Cenostigma macrophyllum* devido ao aumento do uso de agrotóxicos. Este estudo investigou as respostas fisiológicas e anatômicas desta espécie, em uma área entre a Terra Indígena Akwê-Xerente e monocultura na cidade de Pedro Afonso. Foram realizadas coletas no final da seca e no início da estação chuvosa, medindo taxas fotossintéticas, transpiratórias, condutância estomática, concentração de carbono interno e a relação entre concentrações interna e externa de CO₂. As análises anatômicas seguiram protocolo usual de inclusão em parafina. Os dados fisiológicos de plantas na área de estudo foram analisados usando o teste de Wilcoxon. As variáveis A, Gs, Ci, E e Ci/Ca dos indivíduos 2, 11 e 14 foram comparadas entre duas coletas. Observou-se uma diferença estatisticamente significativa nas variáveis A e Gs, entre as estações de coleta. As condições sazonais influenciam os parâmetros fisiológicos das plantas, com redução nas taxas de fotossíntese e condutância estomática durante a estação seca e recuperação no período chuvoso. A aplicação de agrotóxicos durante o período chuvoso também pode ter contribuído para essas variações. A análise anatômica das folhas de *C. macrophyllum* revelou alterações nos tecidos, como plasmólise celular e coloração atípica no canal secretor, após o período de aplicação do herbicida. Houve acúmulo de compostos fenólicos, especialmente em plantas coletadas no período chuvoso, indicando necrose em algumas regiões. Essas plantas podem ser utilizadas no biomonitoramento de qualidade ambiental devido à sua sensibilidade aos agrotóxicos.

Palavras-chave: Agrotóxicos, Plantas Nativas, Cerrado.

¹ Graduando em Ciências Biológicas, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, paulo.pimenta@mail.uft.edu.br.

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

INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ficando atrás apenas da Amazônia. Ele abrange aproximadamente 2 milhões de quilômetros quadrados (IBGE, 2024). No Tocantins, o Cerrado é o bioma predominante, abrangendo cerca de 24,2 milhões de hectares, de acordo com o governo do estado (CORRÊA, 2020). Um estudo feito pela Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (SIRE) da Embrapa, que analisou a produção e exportação do Brasil entre os anos 2000 e 2020, revelou que o Brasil é o quarto maior produtor de grãos do mundo e o segundo maior exportador (EMBRAPA, 2021).

O fato de o país ser o quarto maior produtor de grãos no mundo, reflete diretamente na expansão agrícola que o bioma cerrado vem sofrendo. Com a alta taxa de produção, são necessárias grandes áreas de cultivo, resultando em extensos desmatamentos de áreas naturais e no consumo em larga escala de agrotóxicos, o que representa uma ameaça para as espécies nativas da região (INOUE; OLIVEIRA JR., 2011). Segundo a Embrapa (2021), o Brasil consome anualmente aproximadamente 130 mil toneladas de ingredientes ativos em agrotóxicos. Esse valor reflete um aumento expressivo no uso de agrotóxicos ao longo das últimas décadas.

No Tocantins um dos municípios com maior atividade agrícola é Pedro Afonso, no qual suas terras fazem limite com áreas protegidas, como as terras indígenas Xerentes. E, com o aumento do uso de agrotóxico é essencial desenvolver métodos para avaliar a qualidade das espécies nativas expostas à deriva dessas substâncias, pois os agrotóxicos podem atuar como agentes de

seleção (BORGES et al., 2021), comprometendo a biodiversidade do bioma.

Estudos feitos com plantas expostas a diferentes herbicidas por meio da morfoanatomia e fisiologia têm fornecido valiosas informações a respeito da qualidade ambiental (TEMMERMAN et al., 2004). Os efeitos dos herbicidas e outros contaminantes podem ser óbvios ou sutis. Além de apresentarem danos visíveis (como clorose, necrose e senescência de diversos órgãos), as plantas também podem apresentar reações em nível celular indicando efeito de herbicidas. As folhas são órgãos particularmente sensíveis e constituem um local adequado para detectar essas respostas, facilitando sua avaliação (AZEVEDO et al., 2023).

A espécie *Cenostigma macrophyllum*, que pertence à família Fabaceae e popularmente conhecida pelos nomes caneleira, canela-de-velho e cega facão (SILVA, 2004), possui uma extensa distribuição geográfica no território brasileiro. A presença da espécie é particularmente notável no bioma Cerrado. Suas flores, embora pequenas, chamam a atenção pela cor amarelo intenso (WARWICK; LEWIS, 2009). Essa espécie é caracterizada por apresentar caules sulcados, folhas cerosas e uma copa densa (GAEM, 2023). Sendo bastante utilizada no paisagismo urbano devido à sua capacidade de florescer na maior parte do ano. Além disso, as comunidades tradicionais brasileiras a utilizam para fins medicinais. Tanto a casca, quanto as folhas desta planta são utilizadas no tratamento de distúrbios estomacais e intestinais, atuando como agentes anti-inflamatórios (MOREIRA, 2019)

MÉTODO E MATERIAIS

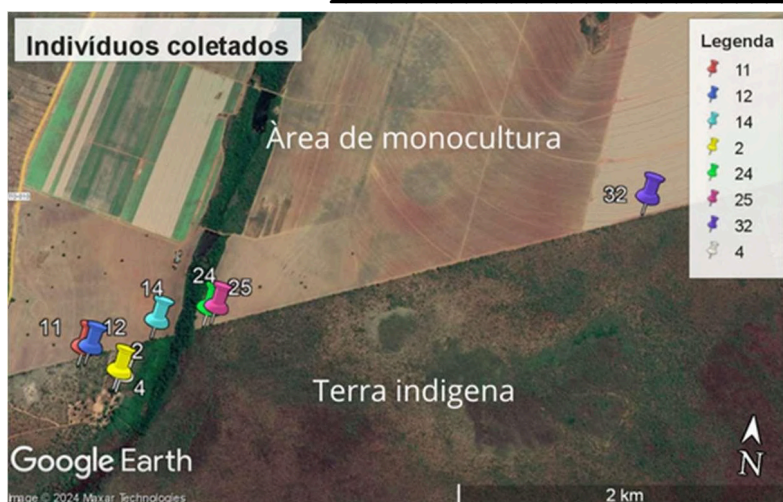
1-Local de coleta das plantas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae)

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

A coleta foi realizada na fronteira entre a Terra Indígena Akwẽ-Xerente e o município de Pedro Afonso, em Tocantins, Brasil. Parte das terras da área de estudo é dedicada ao cultivo de soja e outra parte ao cultivo de cana-de-açúcar. A Terra Indígena Akwẽ-Xerente está localizada a leste do Rio Tocantins e é dividida em duas terras indígenas, a Terra Indígena Xerente conhecida como "Área Grande" e a Terra Funil localizada na 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 está localizada na divisa entre as Terras Indígenas Xerente e Pedro Afonso, na região Norte do estado, na confluência dos rios Tocantins e Rio Sono (IBGE, 2017). Em um transecto de 4800 metros, foram marcados e georreferenciados 5 (cinco) exemplares da espécie *C. macrophyllum* na área. Foram efetuadas duas coletas, a primeira no término do período de seca, em 30 de setembro de 2019 (coleta 1), e a segunda no começo da estação chuvosa, em 29 de novembro de 2019 (coleta 2), nas seguintes coordenadas: (9°25'40.50"S 48° 8'26.80"O, 9°25'41.04"S 48° 8'26.22"O, 9°25'36.60"S 48° 8'34.60"O, 9°25'36.45"S 48° 8'33.39"O, 9°25'30.00"S 48° 8'21.00"O , 9°25'26.32"S 48° 8'10.85"O, 9°25'26.00"S 48° 8'9.46"O, 9°24'54.46"S 48° 6'43.24"O), no período de 10h a 15h.

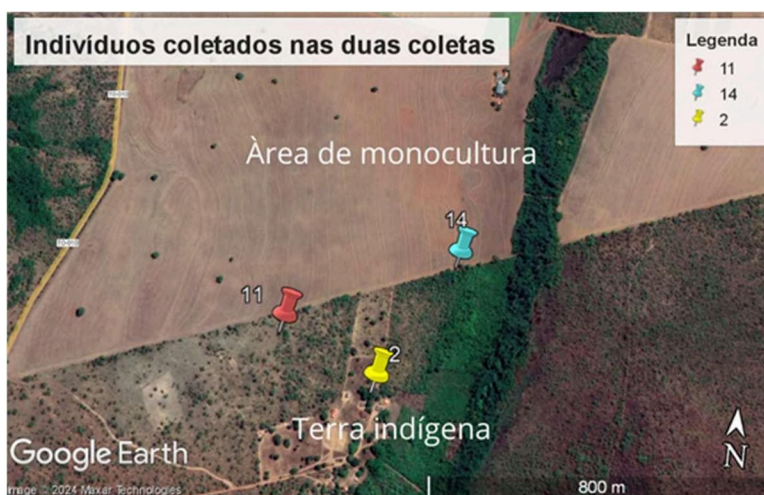
Imagem 1: Pontos de coletas dos indivíduos amostrados de *Cenostigma macrophyllum* presentes na área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.

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



Fonte: Elaborado pelo autor.

Imagem 2: Pontos de coleta de indivíduos amostrados de *Cenostigma macrophyllum* coletados em período de seca e chuva, presentes na área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As folhas foram coletadas de amostras das plantas georreferenciadas. Após a coleta, foram colocadas em sacos plásticos. Em seguida levadas em uma caixa térmica até o

laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal do Tocantins.

2-Avaliações anatômicas e fisiológicas das folhas de *Cenostigma macrophyllum*

2.1-Análises fisiológicas

A análise das avaliações de trocas gasosas foi realizada, com dados obtidos por meio de medições em folhas totalmente expandidas de plantas de *C. macrophyllum* localizadas 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 será considerada uma medida. Os dados coletados foram analisados e os resultados serão abordados em sequência.

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 24 horas sob vácuo. Foi realizada a desidratação em série etílica crescente até o álcool 70%, no qual

foi possível armazenar e conservar o material, onde posteriormente foram feitas as análises. Para as análises anatômicas, as amostras que estavam 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 em seguida sendo submetidas a duas trocas de parafina por 1 hora cada. Após infiltração, as amostras são emblocadas (parafina + cera de abelha 8%), seguindo orientação do plano de corte (transversal). Após o resfriamento, os cortes transversais são feitos em micrótomo rotativo semi-motorizado (RM2245- Leica), a 6µm de espessura e aderidos à lâmina com adesivo de Haupt (Haupt, 1930). Foram confeccionadas cinco lâminas, com aproximadamente 10 cortes para cada bloco. Posteriormente, os cortes passaram pela desparafinização em série xilólica, hidratados em série etílica e corados em safranina 1% por 20 min e azul de astra, por 15 min (GERLACH, 1984). Em seguida, as lâminas são lavadas em água destilada e desidratadas em série etílica (30%, 50%, 70%, 85%, 95% e 100%), para em seguida serem submetidas a série xilólica e montadas com bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula.

3. Estatística

Os dados fisiológicos foram analisados estatisticamente com o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade. Para avaliar se houve variação significativa entre as coletas, utilizou-se o teste t de Wilcoxon, comparando os dados brutos e as médias entre as amostras do período de coleta. Adicionalmente, foi realizado um teste Post-hoc após a ANOVA para comparações mais detalhadas.

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

As análises foram realizadas com os softwares JAMOV e Sigplot, e todos os testes consideraram um nível de significância com p-valor inferior a 0,05.

DADOS E DISCUSSÃO

Os dados fisiológicos coletados nas plantas presentes na área limítrofe entre monocultura e terra indígena Xerente foram analisados utilizando o teste de Wilcoxon e estão disponíveis na Tabela

1. As variáveis A, Gs, Ci, E e Ci/Ca dos indivíduos 2, 11 e 14 foram comparadas entre as duas coletas. Observou-se uma diferença estatística significativa nas variáveis A e Gs, com um valor de p menor que 0,05, quando comparados entre diferentes épocas de coleta.

Tabela 1 - Comparação das taxas de A, Gs, Ci, E e Ci/Ca, em plantas de *Cenostigma macrophyllum* presentes em área limítrofe entre monocultura e terra indígena Xerente, entre período de Seca (C1) e Chuva (C2) dos indivíduos 01, 11 e 14.

Coleta 1	Coleta 2	Teste	Estatística	p
A	A (2)	W de Wilcoxon	22.00	<0.004*
Gs	Gs (2)	W de Wilcoxon	6.00	<0.001**
Ci	Ci (2)	W de Wilcoxon	61.00	0.304 ^{ns}
E	E (2)	W de Wilcoxon	48.00	0.108 ^{ns}
Ci/Ca	Ci/Ca (2)	W de Wilcoxon	54.00	0.181 ^{ns}

Nota. $H_a \mu \text{ medida 1} - \text{Medida 2} \neq 0$

Legenda: A, fotossíntese; Gs, condutância estomática; Ci, concentração de carbono interno; E, taxa de transpiração; Ci/Ca,

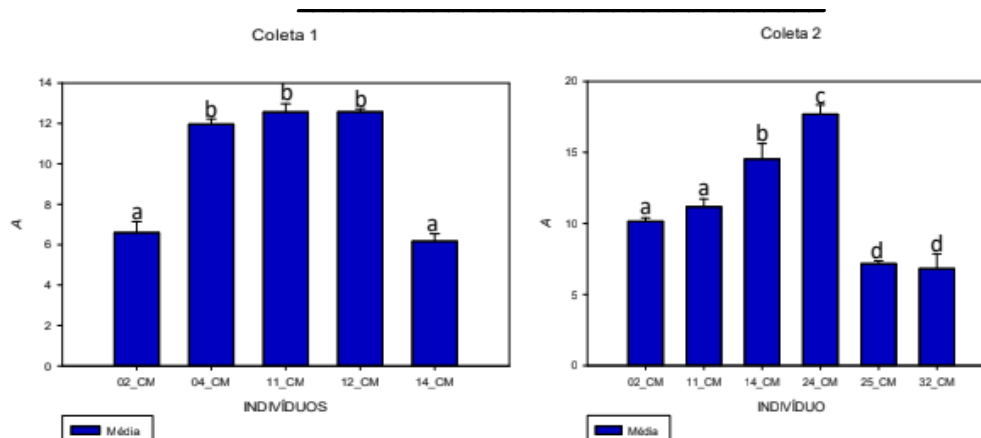
concentração interna e externa de CO₂ em plantas *Cenostigma macrophyllum* presentes em área limítrofe entre monoculturas e terra indígena. Significância da ANOVA * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, ns = não significativo.

Com base nos dados de fisiologia, observou-se uma relação entre as estações de coleta e as variações nos parâmetros fisiológicos das plantas adultas analisadas. Houve uma diferença estatisticamente significativa nos parâmetros de fotossíntese (A) e condutância estomática (Gs) analisados, tanto na estação seca (coleta 1), quanto na estação chuvosa (coleta 2). Um dos fatores que podem ter contribuído para essa variação é o impacto das condições sazonais: durante a seca, observou-se uma menor taxa fotossintética, enquanto no período de chuvas houve uma recuperação significativa. Essa oscilação é comum, pois as plantas enfrentam estresse devido às altas temperaturas e à falta de água.

Em contrapartida, quando comparamos os dados fisiológicos entre os indivíduos, dentro de uma mesma coleta é possível identificar que os indivíduos 02 e 14 coletados no período seco (coleta 1) apresentaram diferenças significativas menores taxas fotossintéticas comparando com os demais (Gráfico 1). No período chuvoso (coleta 2), os indivíduos 25 e 32 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 1: Comparação entre os indivíduos dentro de um mesmo período de coleta, das taxas de Fotossíntese (A) em plantas *Cenostigma macrophyllum* presentes em área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.

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

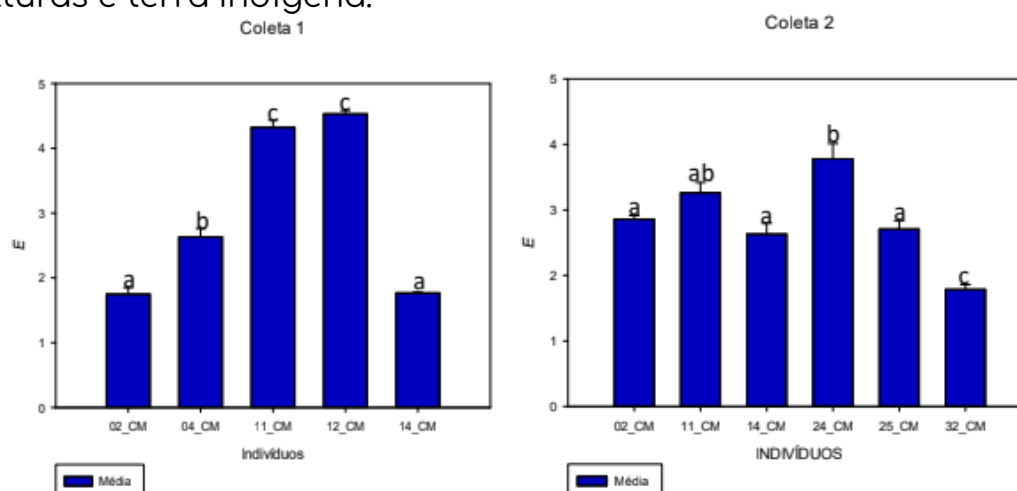


Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: 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.

Ao analisar os resultados do Gráfico 2 é possível identificar que os indivíduos 02 e 14 coletados no período seco (coleta 1) apresentaram menores taxas transpiratórias comparando com os demais indivíduos. No período chuvoso (coleta 2), o indivíduo 32 apresentou a menor taxa transpiratória.

Gráfico 2: Comparação entre os indivíduos, dentro de um mesmo período de coleta, das taxas de Transpiração (E) em plantas *Cenostigma macrophyllum* presentes em área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.

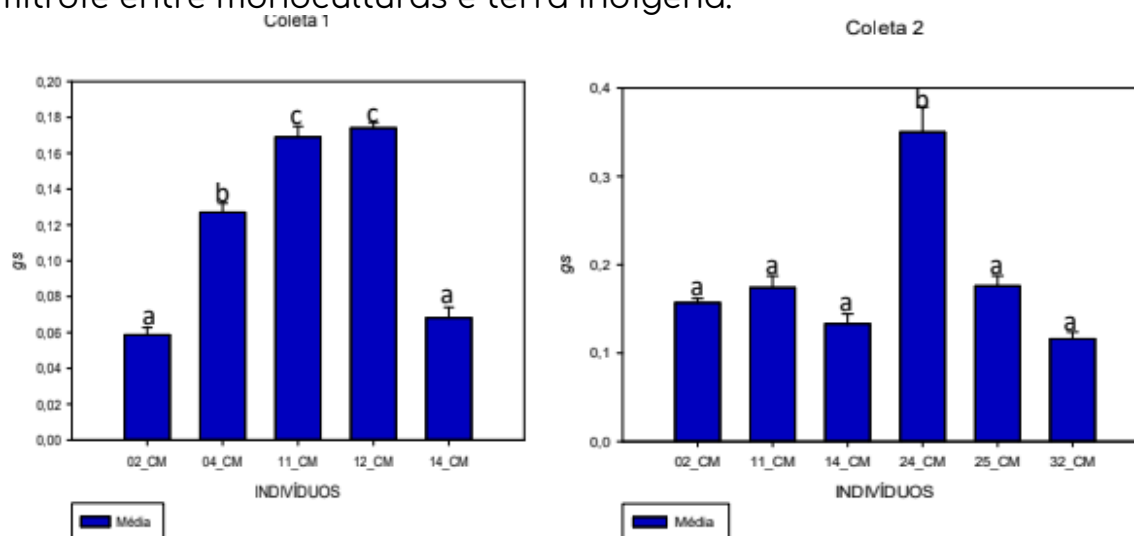


Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: 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 do Gráfico 3 mostram que os indivíduos 02 e 14 coletados no período seco (coleta 1) apresentaram diferenças significativamente menores na condutância estomática, comparando com os demais indivíduos. No período chuvoso (coleta 2), apenas o indivíduo 24 apresentou taxa ótima de condutância estomática.

Gráfico 3: Comparação entre os indivíduos, dentro de um mesmo período de coleta, das taxas de Condutância Estomática (Gs) em plantas *Cenostigma macrophyllum* presentes em área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.



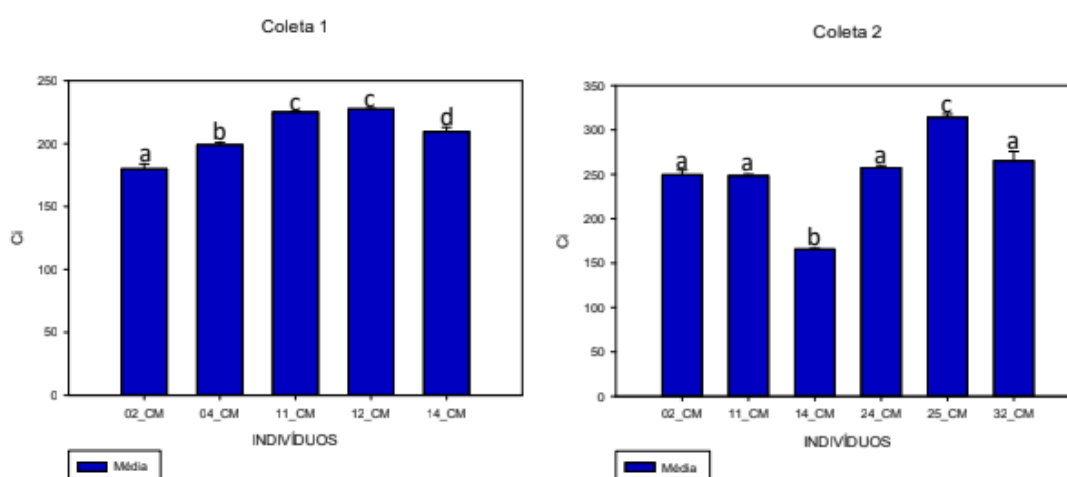
Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: 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 4 mostram que os indivíduos 11 e 12 coletados no período seco (coleta 1) apresentaram um maior acúmulo de carbono interno nas folhas, comparando com os demais indivíduos. No período chuvoso (coleta 2), apenas o indivíduo 25 apresentou o maior acúmulo de carbono interno na folha.

Gráfico 4: Comparação entre os indivíduos, dentro de um mesmo período de coleta, das taxas de concentração de carbono interno (Ci) em plantas *Cenostigma macrophyllum* presentes em área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.



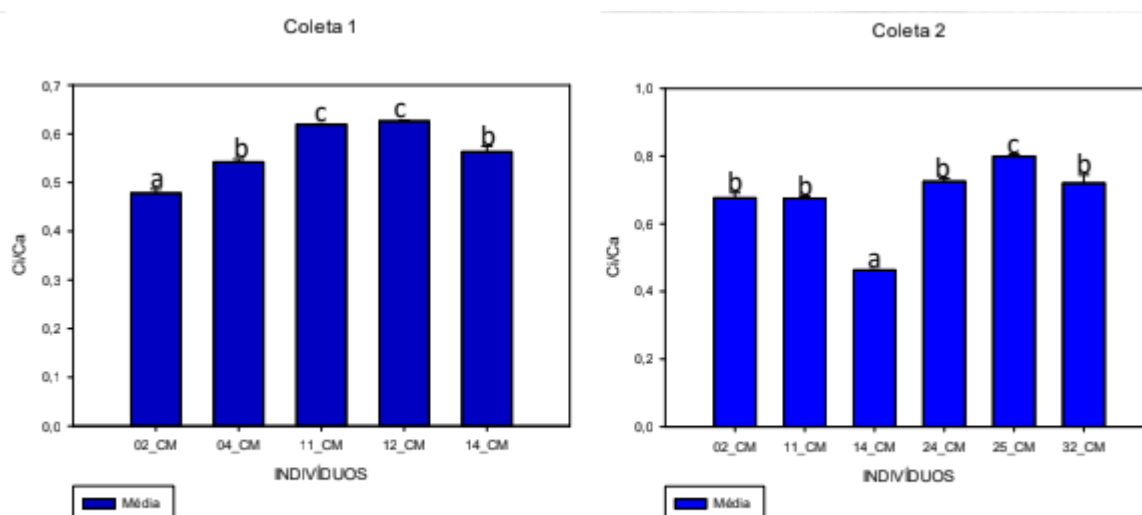
Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: 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 referentes aos dados de concentração interna e

externa de CO_2 (Ci/Ca) estão apresentados no Gráfico 5. Observa-se que o indivíduo 2 coletado no período seco (coleta 1) apresentou a menor relação, comparando com os demais indivíduos. No período chuvoso (coleta 2), apenas o indivíduo 14 apresentou a maior concentração interna e externa de CO_2 (Ci/Ca) interno na folha.

Gráfico 5: Comparação entre os indivíduos, dentro de um mesmo período de coleta, das taxas médias de concentração interna e externa de CO_2 (Ci/Ca) em plantas *Cenostigma macrophyllum* presentes em área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.



Fonte: Elaborado pelo autor.

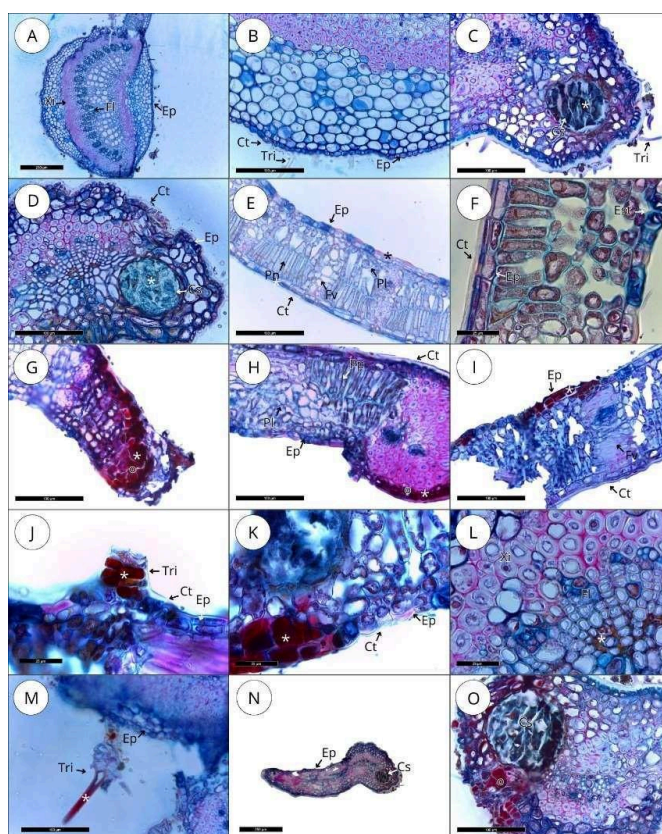
Legenda: Os indivíduos que possuem as mesmas letras indicam que não houve diferença significativa entre as médias de fotossíntese, os que possuem letras diferentes indicam uma diferença significativa nas médias entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Post-hoc após a ANOVA.

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

Considerando as análises dos gráficos 1 a 5, as diferenças observadas nas taxas fisiológicas entre os indivíduos dentro de uma mesma coleta, podem ser atribuídas a variabilidade da espécie, uma vez que são plantas nativas. 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 ser potencializada nesta época.

Figura 1 - Anatomia de folha de *Cenostigma macrophyllum* Tul., coletadas em área limítrofe entre monoculturas e terra indígena.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Cortes transversais de folhas de *Cenostigma macrophyllum*. Coleta 1 (B; D; E; F; K; L); Coleta 2 (A; C; G; H; I; J; M, N, O); Indivíduo 2 (A; B; D; E; F; J; L; M); Indivíduo 11 (C; N, O);

Indivíduo 14 (G; H; I; K). Região da base foliar (A; B; M); Região ápice foliar (C; D; E; F; G; H; I; J; K; L; N; O); Nervura principal (A; B; C; D; N; O); Mesofilo (E; F; G; H; I; J; K). Epiderme (Ep), tricoma (Tri), xilema (Xi), floema (Fl), cutícula (Ct), feixe vascular (Fv), parênquima paliçádico (Pp), parênquima lacunoso (Pl), canal secretor (Cs), estômato (Est), acúmulo de composto fenólico (*), necrose (°).

A análise da anatomia das folhas de *C. macrophyllum* evidenciou que houve uma série de alterações nos tecidos analisados. Na Figura 1B observa-se uma retração da membrana das células caracterizando plasmólise celular. Nas Figuras 1C, 1D, 1K e 1O é possível observar uma coloração atípica no conteúdo do canal secretor. Em um trabalho feito por Santos et al. (2020) os autores verificaram um acúmulo de substâncias no canal secretor da folha, sendo que no indivíduo controle essa substância era translúcida e, após ter sido aplicado herbicida nas plantas analisadas, essa substância acabou alterando sua cor, semelhante ao encontrado neste trabalho.

Foi possível observar também acúmulo de células com conteúdo avermelhado característico de presença de compostos fenólicos, tanto na região do mesofilo, quanto na região da nervura principal, principalmente nas plantas coletadas no período chuvoso (Figuras 1 G, 1H). Estas regiões estavam aparentemente necrosadas. Houve também acúmulo de compostos aparentemente de natureza fenólica nos tricomas

destas folhas (Figuras 1J e 1M). De acordo com Taiz e Zeiger (2015), os compostos fenólicos desempenham um papel crucial na defesa das plantas. O acúmulo desses compostos é um mecanismo pelo qual as plantas se protegem contra agentes externos.

Na Figura 1F uma epiderme bisseriada, que não é comum em células desse tecido nesta espécie, foi observada. Outra observação no nível da epiderme foi a presença de um tecido de cicatrização (Figura 1K, 1I). Essas duas alterações já foram descritas por Santos et al. (2022) em plantas de *Cenostigma macrophyllum* após exposição destas plantas ao glifosato, em condições experimentais. Essa modificação mostra que as plantas analisadas no presente estudo apresentam respostas anatômicas semelhantes às plantas, da mesma espécie, que foram expostas ao glifosato em condições experimentais e, os sintomas aqui encontrados neste estudo, indicam que os indivíduos presentes nas áreas limítrofes entre terra indígena e monocultura estão recebendo agrotóxicos por deriva e que, estas plantas, podem estar utilizando dessas alterações anatômicas como mecanismos como barreira de defesa a entrada desses agentes.

É possível visualizar uma desorganização do mesofilo (imagens F, G, H, I e K), com presença de espaços intercelulares, sendo mais presente no parênquima paliçádico. Esse efeito pode estar relacionado ao acúmulo de CO₂ na planta, sugerindo possíveis dificuldades nas trocas gasosas (Santos et al., 2022). Esses dados corroboram com os observados na análise fisiológica onde alguns indivíduos apresentaram um acúmulo de carbono interno no tecido foliar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de análises fisiológicas e anatômicas foi possível observar que a espécie *Cenostigma macrophyllum* Tul. apresenta efeitos de plantas que foram expostas a agrotóxicos, principalmente efeitos de glifosato. Assim, pode ser usada como biomonitoramento de qualidade ambiental por se tratar de uma planta sensível à aplicação de agrotóxico. O biomonitoramento se faz essencial em locais de áreas protegidas visando um acompanhamento de danos causados pela deriva de agrotóxicos em espécies nativas.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, L. P. N.; ROCHA, T. B.; GONÇALVES, F. B.; RIBEIRO, A. B. N.; AIRES, V. BISPO; ERASMO, E. A. L.; SILVA, K. L. F. Physiological and Anatomical Responses of *Eugenia Dysenterica* to Glyphosate. *Rodriguésia* 74 (2023): Rodriguésia, 2023, Vol.74.
- BORGES, M. P. S.; SILVA, D. V.; SOUZA, M. F.; SILVA, T. S.; TEÓFILO, T. M. S.; SILVA, C. C.; PAVÃO, Q. S.; PASSOS, A. B. R. J.; SANTOS, J. B. 2021. Glyphosate effects on tree species natives from Cerrado and Caatinga Brazilian biome: Assessing sensivity to two ways of contamination. *Science of the Total Environment*, 769. 144113- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144113>
- BRASIL. Lei n. 14.785. 27 de dez. 2023: Lei dos agrotóxicos. Brasília: MAPA, 2023. Acesso em: 30 dez. 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.

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

- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Agrotóxicos no Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2021.
- FRANS, R. E. Measuring plant responses. In: Wilkinson RE, editor. Research methods in weed science. Australian: Southern Weed Science Society, 28-41 p., 1972.
- GAEM, P.H. Cenostigma in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB82870>. Acesso em: 04 mai. 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.
- GOVERNO DO TOCANTINS. Cerrado: a riqueza do Tocantins. Palmas: Governo do Tocantins, 2024.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Agrotóxicos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2021
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Biomas. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil/Tocantins/Pedro Afonso. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.
- INOUE, M. H.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H.. Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: OMNIPAX, 2011. p.193-213.
- JOHANSEN, D. A. (1940). Plant Microtechnique. [McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.](#)
- LIMA, G.B.L. Os Akwẽ-Xerente no Tocantins: território indígena e as questões socioambientais (Doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- MOREIRA, BRUNO OLIVEIRA; CARVALHO, ANAILDES LAGO DE; ALVES, CLAYTON QUEIROZ. Evaluation of anti-inflammatory,

antinociceptive and biological activities of *Cenostigma macrophyllum* standardized extracts and determination and quantification of the main metabolites. RSC Advances.,2019,9,41256.

Recebido em 1º de agosto de 2019, aceito em 9 de dezembro de 2019.

DOI: <https://doi.org/10.1039/C9RA05985G>

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>

SILVA, M. F.; SOUZA, L. A. G. de; CARREIRA, L. M. M. 2004. Nomes populares das Leguminosas do Brasil. Manaus, EDUA/INPA/FAPEAM. (Série : Biblioteca Científica da Amazônia). 236pp.il.

SPRANKLE, P.; MEGGITT, W. F. D. P. Absorption, Action, and Translocation of Glyphosate. Weed Science, Michigan, v.23, n.6882, p.235-240, 1975.

DOI:<http://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0043174500052930>

Taiz, L., & Zeiger, E. (2015). Fisiologia Vegetal (6ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

WARWICK, M. C.; LEWIS, G. P. A revision of *Cenostigma* (Leguminosae - Caesalpinioideae - Caesalpinieae), a genus endemic to Brazil. Kew Bulletin, Kew, v.64, n.1, p.135-146, 2009. DOI:

<http://doi.org/10.1007/s12225-008-9091-1>

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 11

ADEQUAÇÃO DA ROTULAGEM DE CEREAIS INFANTIS EM PÓ PARA PORTADORES DE ALERGIA E INTOLERÂNCIA ALIMENTAR

Daniela Lima Pascoal¹
Guilherme Nobre Lima do Nascimento²

RESUMO

Os cereais infantis em pó, produtos alimentícios produzidos pelas indústrias a partir de gramíneas, ou seja, sementes que são produzidas em espigas (arroz, aveia, sorgo, milho, trigo, cevada e quinoa), são amplamente utilizados pelas mães pela praticidade do seu preparo. Por ter seu uso popularizado e, em contrapartida, com o aumento sem precedentes de crianças portadoras de alergias alimentares ou intolerantes a algum componente alimentar, surgiu a necessidade de desenvolvimento deste trabalho, que tem o intuito de avaliar a rotulagem de cereais infantis em pó industrializados, frente a RESOLUÇÃO RDC nº727/2022, que assegura cláusulas obrigatórias para a rotulagem de alimentos que podem causar alergias ou intolerância alimentar. Assim, levantando uma discussão sobre o cumprimento da legislação nos rótulos desses cereais infantis e sua segurança quanto a fidedignidade entre os dizeres da embalagem. A coleta de dados deste trabalho foi realizada no município de Palmas, no estado do Tocantins, em 12 mercados, desde os pequenos supermercados, até as redes atacadistas, abrangendo as regiões norte e sul da cidade. As coletas de amostras foram realizadas em três categorias: nacionais, importadas e regionais. O trabalho constatou que no município de Palmas não há a comercialização de cereais infantis nas categorias importadas e regionais nas gôndolas dos comércios. Já na classe dos produtos nacionais foi encontrado 26,92% de inadequações nos rótulos desses alimentos, conforme a norma reguladora mais recente. Assim, concluímos que ainda há muitos rótulos com inadequações, logo passando uma sensação de insegurança ao consumidor, no momento de escolher tais alimentos.

Palavras-chave: Declaração de nutrientes; Rótulos de alimentos; Hipersensibilidade alimentar.

¹ Graduada em Nutrição, PIBIC/UFT, Universidade Federal do Tocantins, daniela.pascoal@mail.uft.edu.br.

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

INTRODUÇÃO

A alergia alimentar, que se caracteriza por um efeito não esperado ao ingerir determinados alimentos ou aditivos alimentares, é datada há muitos séculos atrás, desde a Antiguidade. Nesse estado, o indivíduo apresenta reações como a hipersensibilidade que caracteriza com a rápida liberação de mediadores como a histamina (CAVALCANTI, 2019., PEREIRA et al, 2008). Em virtude disso, toda cautela e atenção devem ser dadas à produção de rótulos de um determinado produto alimentício.

Vários estudos confirmam que, de fato, houve um aumento significativo de pessoas que apresentaram alergias alimentares nos últimos anos e que, em relação aos adultos, as crianças indicaram maiores índices, em decorrência da imaturidade da mucosa intestinal, enquanto, no caso dos adultos, os percentuais de mecanismos gastrointestinais foram considerados mais maduros. (OLIVEIRA et al, 2018., BERZUINO et al, 2017). Estes percalços quanto a aversão de determinados alimentos já atingiu grandes proporções se tornando um problema de saúde pública que dependente das manifestações clínicas pode levar ao quadro de óbito (SANTANA, 2018).

Por outro lado, a intolerância alimentar diferentemente da alergia à alimentos é definida por uma alteração no processo de absorção e metabolismo de um componente alimentar em específico, envolvendo na maioria das vezes, disfunções enzimáticas, não tendo necessariamente uma resposta imune, como ocorre nos casos de alergia. Podendo apresentar uma certa variação no grau de intolerância, a depender de cada indivíduo. Assim como as alergias alimentares, os desfechos clínicos de pessoas portadoras de intolerância alimentar têm alcançado

índices cada vez mais altos nas populações em nível mundial, tornando-se também uma temática de grande relevância a ser discutida (BRANCO et al, 2017).

Como forma de assegurar que as informações contidas nos rótulos para portadores de alergias alimentares e intolerantes estejam corretas, compreensíveis e visíveis, quanto a presença desses alimentos ou componentes, temos disponível a RDC nº 727 de 2022, onde são expostos os dados técnicos que devem compor a rotulagem nutricional de alimentos embalados, alegando a possibilidade de haver a presença de alimentos alergênicos e seus derivados. Observa-se, também, o risco de possuir ou não, contaminação cruzada, apresentando traços de alergênicos e seus derivados (MARQUES et al, 2017).

A Resolução em questão se aplica aos alimentos, incluindo as bebidas, ingredientes, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia embalados na ausência dos consumidores. Ao todo a RDC Nº727 lista 18 alimentos alergênicos que devem seguir os requisitos para rotulagem obrigatória. No entanto, se um produto contar com um alimento alergênico que não seja encontrado no anexo é optativo a declaração em rótulos, levando sempre em consideração a RDC (LEÃO et al, 2019., BRASIL, 2015).

O tratamento da alergia alimentar é tido como a retirada ou exclusão do alimento com o alérgeno alimentar específico da dieta do indivíduo. O procedimento correto consiste por meio da rotulagem adequada. Assim o consumidor pode adquirir confiabilidade nas características nutricionais da embalagem exposta, comprovando que a eficácia desse tratamento depende da adequação da rotulagem dos alimentos (PINTO et al, 2021). Já a intolerância a algum componente alimentar, possui como dietoterapia a retirada total ou em partes do alimento que possam

conter o elemento ou traços que venham apresentar alterações na absorção, o que vai depender do grau de intolerância (BRANCO et al, 2017). Reforçando a importância da adequação da rotulagem nutricional dos alimentos de modo geral.

Os cereais infantis em pó são alimentos provenientes das gramíneas cujas sementes dão em espigas como arroz, milho, trigo, aveia, sorgo, cevada e quinoa. Estes são alimentos produzidos em grande escala pelas indústrias, visto que as mães, em decorrência da carga horária trabalhista, necessitam de mais praticidade na preparação das refeições infantis, o que é oferecido por tais cereais (BRITTO et al, 2016). Segundo o autor Farias Júnior, em seu artigo "O padrão alimentar das crianças menores de cinco anos no Estado de Pernambuco", 40,1% das crianças brasileiras consomem produtos à base de cereais diariamente, dado este considerado relevante e muito preocupante (JÚNIOR et al, 2005). Portanto, a discussão da adequação da rotulagem desses produtos alimentícios se torna necessária, tendo em vista a análise realizada com base nos estudos de diversos autores. Esse trabalho teve como objetivo analisar a fidedignidade do rótulo desses alimentos.

MÉTODO E MATERIAIS

O estudo segue a linha de pesquisa observacional, descritiva e quantitativa (MORAES, 2021). Onde foi realizado um levantamento dos produtos alimentícios de cereais infantis em pó em três categorias: nacionais, importadas e regionais, comercializados na cidade de Palmas-TO. Os estabelecimentos foram selecionados por conveniência nas regiões norte e sul da capital, levando em consideração o fluxo de consumidores e grande variedade de marcas (LEÃO et al, 2019). Assim foi feita a coleta de todos os

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

supermercados atacado-varejista (Atacadão e Assaí Atacadista), alguns mercados de grande porte das duas regiões (Gigante Atacadista, Quartetto Supermercados, Super Big e Duda Super) e três mercados de bairro representativos tanto da região norte como sul (Atacadão dos Preços Baixos, Rota da Carne, Super Nosso, Supermercado Tavares, Supermercado Amazonas e Super da Mamãe). Sendo realizada uma visita guiada e, na oportunidade, com a utilização do aparelho Smartphone Samsung A31, sendo fotografados os produtos e seus rótulos. Os itens encontrados nos estabelecimentos foram registrados contemplando, de forma precisa, os dados nutricionais e as demais informações que se apresentam ao consumidor.

Os produtos estudados tiveram obrigatoriamente todas as informações, imprescindíveis para a análise em um banco de dados criado no software Microsoft Office Excel 2010. Como forma de estabelecer uma padronização, foram definidas uma determinada quantidade de sabores por marca (LEÃO et al, 2019). A partir dessas imagens, foram coletadas informações do rótulo e confrontadas com a legislação vigente de alimentos a RDC 727/2022 para saber se o rótulo é preciso, fidedigno e atende o que está em vigência na lei, o que avaliou os dizeres das rotulagens para os consumidores (ARAÚJO et al, 2019).

Sendo, também, elaborado um formulário com o programa Microsoft Office Word 2010 (Quadro do formulário em anexo) com sete perguntas objetivas e listadas, onde foram respondidas no formato múltipla escolha, sendo “Sim” ou “Não”. Todo o questionário do quadro teve sua estruturação elencada pela legislação, como a presença, formatação e descrição correta das informações declaradas no rótulo.

A avaliação das advertências de “ALÉRGICOS” e “CONTÉM

LACTOSE" possibilitou observar se o rótulo estava de acordo com a legislação vigente, sendo utilizado uma régua milimetrada transparente de 30cm para fazer a medida dos caracteres das amostras durante o processo de coleta e uma fita métrica para medir a área total de cada embalagem. Os dados obtidos foram analisados pelo programa Microsoft Office Excel 2010, baseado nas perguntas do quadro anterior. Assim, de acordo com a conformidade ou não a cada pergunta do quadro, foi feita a análise quantitativa para checar quantos rótulos estão de acordo com a normativa (LEÃO et al, 2019).

Por fim, foi realizada uma discussão norteada pelas conclusões obtidas dos expostos anteriores. A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, se tornou possível informar aos consumidores a possibilidade de incluir ou não, com segurança, esses alimentos feitos de cereais em pó na dieta de crianças portadoras de alergias ou intolerantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo realizou o levantamento de amostras de cereais infantis em pó no município de Palmas, abrangendo as regiões norte e sul, alimentando as seguintes categorias: nacionais, importados e regionais. Ao todo foram coletadas 26 amostras, na categoria nacionais, com 7 produtos que apresentavam inadequações, representando 26,92% de não conformidade conforme a RDC nº727/2022. Assim como os achados da pesquisa de Moraes et al. (2021) que também encontrou valores significativos de irregularidades em produtos de panificação (6%), doces e derivados (3%) e leites e derivados (4%) destinados ao público infantil, mediante a RDC nº26/2015. Deste modo, reforçando que independente da origem dos produtos analisados, as falhas

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

no descumprimento das leis de rotulagem são semelhantes (CÂMARA, 2008). A figura 1, mostra o panorama geral da coleta de dados com produtos em adequação e inadequação de cada categoria individualmente, além do total de amostras coletadas.

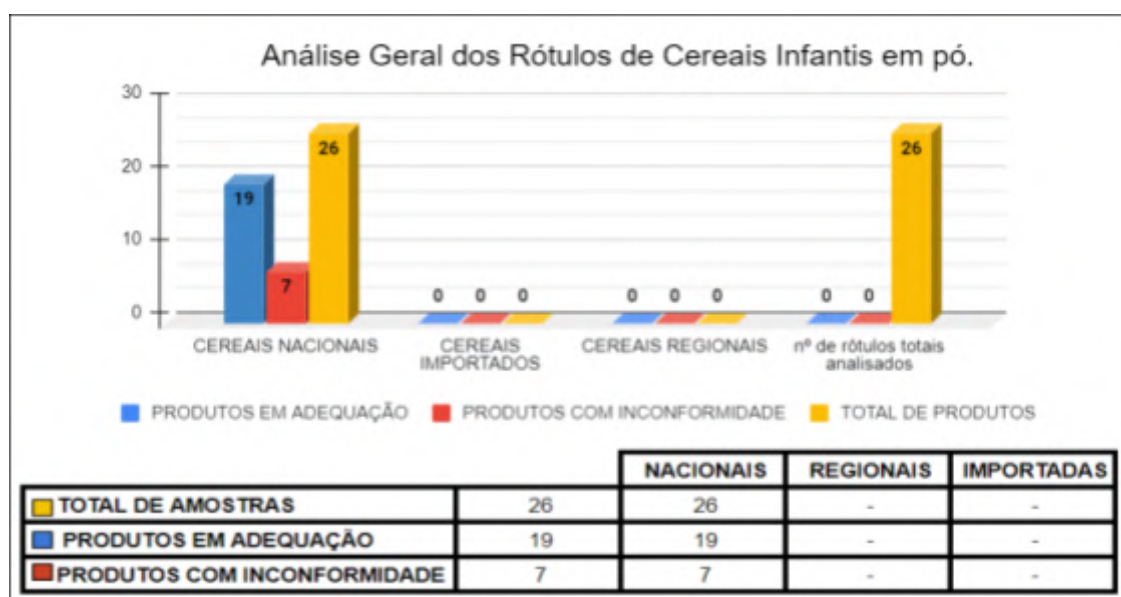


Figura 1. Gráfico com representativo dos produtos em adequação e com inconformidade, nas categorias: nacionais, regionais, importados e total de amostras.

Regionais e Importados

Na coleta de dados, não foram encontrados produtos representativos das categorias regionais e importados, ao longo dos 12 mercados visitados na capital de Palmas-TO, tanto na região norte, quanto no sul. Comportamento este justificado, já que Palmas está localizada em um dos estados mais novo do Brasil, que teve algumas poucas transformações econômicas recentes, datadas por volta de 1990 (MARQUES, 2019), e que se encontra em passos lentos no quesito indústrias locais e importação de produtos. Ainda conforme Marques, o estado do Tocantins possui uma economia em processo de expansão, que conta com apenas 0,4% de participação no PIB nacional, um

percentual ainda pouco expressivo e que culmina em sua 24ª posição entre todos os estados brasileiros. Por causa disso, em Palmas, a população conta, na sua maioria, com produtos alimentícios nacionais, em detrimento dos produzidos pelo estado ou resultado de importações. Essa característica impactou na coleta de dados deste trabalho, resultando em um N= 0 para a categoria cereais infantis em pó, nos grupos de origem regionais e importados.

Nacionais

Na categoria cereais infantis em pó comercializados em todo o Brasil (Produtos nacionais), foram recolhidos 26 produtos de diversas marcas nos mercados de Palmas, limitados a dois sabores por marca. Das 26 amostras, 19 apresentaram adequação à legislação e 7 apresentaram inconformidades (Conforme figura 2). O item mais apontado por conter erros é o relativo a letra “b” do formulário para avaliação de rótulos, que é relacionado com a formatação da advertência “ALÉRGICOS”. Como o exemplo mostrado da figura 3, onde a advertência “ALÉRGICOS” conforme as informações obtidas na coleta de dados, possui tamanho de fonte pequena em relação ao tamanho da área da embalagem, já que a legislação assegura que embalagens maiores que 100cm² deve possuir tamanho de fonte em “ALÉRGICOS” com 2mm de altura (BRASIL, 2022).

Por outro lado, alguns produtos apresentaram irregularidades em mais de um item pontuado pelo formulário conforme a RDC, que é o caso da figura 4, onde o rótulo apresenta inadequações nos itens “b” e “e”.

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

Figura 2. Gráfico representativo da categoria nacionais, conforme cada item da RDC.

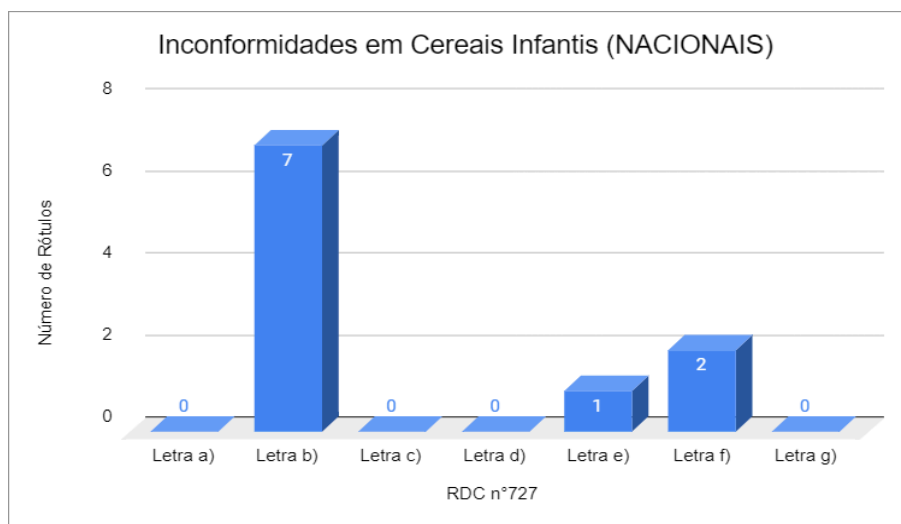
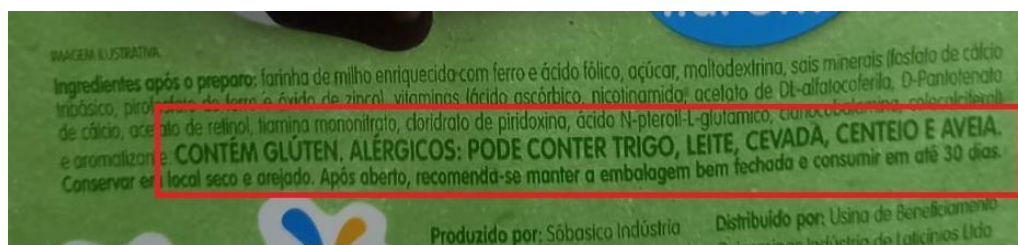


Figura 3. Rótulo com tamanho da fonte “ALÉRGICOS” incoerente com a RDC. O tamanho das letras se encontra menor que o exigido..



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

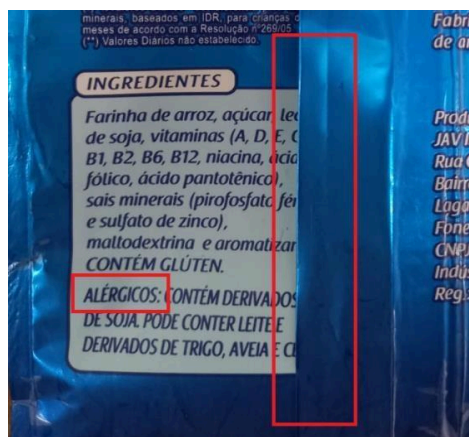


Figura 4. Rótulo com advertências: “ALÉRGICOS” não está em negrito (assertiva “b”), conforme pede a RDC e além disso, as informações destinadas à alérgicos, se encontram em local coberto (assertiva “e”), como mostra a imagem. Necessitando por parte do consumidor um esforço e dificuldade para a visualização das informações.

Formulário de Avaliação Geral das Adequações e Inadequações das amostras coletadas.

Tabela 1. Formulário de avaliação geral em percentual das adequações e inadequações dos dados totais coletados (26

Percentual de CONFORMIDADE e INCONFORMIDADE mediante cada aquisição do formulário para avaliação dos rótulos.		
Assertivas	ADEQUAÇÃO (%)	INCONFORMIDADE (%)
a) Presença da advertência "ALÉRGICOS"	100%	0%
b) Tamanho da fonte "ALÉRGICOS"	73,1%	26,9%
c) Localidade da advertência "ALÉRGICOS"	100%	0%
d) Itens citados em "ALÉRGICOS"	100%	0%
e) Advertência "ALÉRGICOS" e/ou CONTÉM LACTOSE dispostos em local adequado na embalagem	96,1%	3,8%
f) Advertência "CONTÉM LACTOSE" sinalizada de forma adequada	92,31%	7,69%
g) As advertência "CONTÉM GLÚTEN" ou "NÃO CONTÉM GLUTÉM" sinalizado de forma correta	100%	0%

amostras).

A tabela 1 facilita a compreensão sobre a gravidade, quanto

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

ao nível de confiabilidade dos cereais infantis em pó comercializados em Palmas- TO. Nela podemos ver de forma clara que a assertiva “b” apresentou o maior número de irregularidades por parte das indústrias, com 26,9% de inconformidade, revelando uma certa dificuldade das empresas em se adequar ao artigo 15º da RDC nº727/2022, que dispõe de altura mínima e máxima para as letras das advertências “ALÉRGICOS”, fonte das letras em negrito e caixa alta (Figura 5). Esse resultado comparado ao trabalho de pesquisa de LEÃO (2019), feito com base na RDC nº26/2015, apresentou uma grande semelhança quanto ao item com mais inadequação, que continuou prevalecendo quanto ao item “b”, que teve 30,4% de inadequação ao analisar biscoitos, nas categorias regionais, nacionais e importados no município de Recife. Apesar da leve redução do percentual de erros nas rotulagens ao comparar ambos os trabalhos, uma pequena margem de erro, por falta de informações seguras nos rótulos dos alimentos podem culminar em altos impactos e riscos à saúde de seus consumidores que possuem alergias alimentares (MORAES, 2021), principalmente por se tratar de alimentos destinados ao público infantil, que são o grupo etário com mais suscetibilidade a alergias alimentares com 6% de prevalência, em detrimento do público adulto que apresenta 3,5% de incidência dessas alergias de acordo com o Consenso Brasileiro sobre Alergia Alimentar e a Sociedade Brasileira de Pediatria (SOLÉ et al, 2018).



Figura 5. Rótulo com a advertência “ALÉRGICOS”, apesar de estar em caixa alta e com tamanho de fonte adequado, as letras não estão em negrito conforme a legislação.

Por outro lado, a segunda maior inadequação encontrada é relativa a advertência, “CONTÉM LACTOSE”, indicado pela assertiva “f” do check list (Quadro do formulário em anexo), com 7,69% de inconformidade. Apesar de ser um número aparentemente pequeno, não deixa de ser preocupante, já que portadores de intolerância à lactose, que é definida pela alteração do processo de digerir os alimentos que possuem lactose, resultante da deficiência enzimática da β -galactosidase, pode gerar de um simples mal-estar até um grave choque anafilático, sintomas que são definidos pelo grau de intolerância apresentado pela pessoa acometida (BRANCO et al, 2017). Assim levantando a preocupação e cuidado das mães ao escolher nas gôndolas dos mercados produtos alimentícios que de fato apresentam uma rotulagem adequada e que não as deixem em dúvida ou coloquem os seus filhos intolerantes em situação de risco.

Por último, a inadequação que apresentou menor irregularidade por parte das indústrias é relativa a assertiva “e” do check list que dita sobre a advertência “ALÉRGICOS” e ou “CONTÉM LACTOSE”, que devem estar em local devidamente desencoberto, de fácil visualização e que não estejam dispostos em partes da embalagem que sejam removíveis pela abertura do lacre. Ao longo da coleta de dados a embalagem que chamou mais atenção foi a que apresentou uma parte inteira do pacote cobrindo uma parte da lista de ingredientes, além de esconder as informações transmitidas pela advertência “ALÉRGICOS” (Figura 4). O consumidor, para conferir as informações contidas na lista de

ingredientes, alérgicos e derivados, precisava se esforçar, utilizando as duas mãos para levantar parte da embalagem que encobria as informações.

Diversos estudos comprovam que a intolerância à lactose tem sido uma patologia com maior prevalência, quando o assunto é doenças voltadas à alimentação (FIOVARANTE, 2021). E que possui como dietoterapia para amenizar os sintomas, a exclusão total ou em partes de alimentos que possuem leite e seus derivados da dieta, tendo sempre uma atenção especial com o processo de retirar por completo, já que pode impactar na saúde desse indivíduo nutricionalmente (BRANCO et al, 2017). E, ao longo da coleta de dados dessa pesquisa foram encontrados diversos cereais infantis com a advertência e as informações direcionadas para a presença de lactose com inadequação, revelando um cenário de insegurança alimentar para as crianças portadores de incapacidade de digerir total ou parcialmente o açúcar presente nos lácteos, chamado de lactose. Logo, reforçando ainda mais medidas enérgicas e eficazes para a fiscalização de perto desses alimentos destinados ao público infantil, como os cereais infantis em pó, já que apesar de haver diversos estudos mostrando a persistência dos erros na rotulagem dos alimentos, ainda assim alguns fabricantes não se adequaram.

Ao longo dessa pesquisa foi possível notar a ineficiência de leis que regulamentam a presença de alergênicos nos alimentos produzidos pelas indústrias, uma vez que são perceptíveis descumprimentos, ao analisarmos somente uma categoria de alimento (Cereais infantis em pó). Outra lacuna constatada foi a presença de glúten nos alimentos, informação extremamente relevante para os portadores de doença celíaca, que é uma doença caracterizada pela intolerância a uma proteína,

encontrada em alguns cereais, onde o indivíduo ao consumir alimentos com a presença desta proteína ou até mesmo alimentos que possuam traços dessa substância, apresentem reações inflamatórias, que podem resultar, desde a complicações graves até enfermidades malignas do trato gastrointestinal (GALLEAZZI et al, 2021). Uma vez que a lei de rotulagem não apresenta informações suficientes para a orientação das indústrias, como localização, formatação das letras e como a advertência, “CONTÉM GLÚTEN” ou “NÃO CONTÉM GLÚTEN” devem estar dispostas na embalagem, como exigências de contraste com o fundo do rótulo, diferentemente da advertência “CONTÉM LACTOSE”, que já apresenta todas as exigências anteriormente citadas. Os fatos podem levar o consumidor e portador de doença celíaca a se sentir inseguro diante desses produtos nas gôndolas dos supermercados, não sabendo o que escolher ou até mesmo optando por um produto que possa fazê-lo se sentir mal posteriormente.

Através das informações analisadas, é possível notar a fragilidade nas leis que regulamentam a rotulagem de alimentos embalados na ausência do consumidor, que apresentam inúmeras falhas e lacunas, por exemplo aos portadores de doença celíaca. Por outro lado, constatamos a falta de interesse de algumas empresas ao se adequarem às normativas existentes, como por exemplo, aos portadores de intolerância a lactose e bem como na falta de uma fiscalização eficiente por parte do governo federal desses produtos, em confronto com a lei, para sempre sejam averiguados e tenham seus produtores punidos em casos de inconformidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento significativo de crianças que apresentam alergias ou intolerância alimentar, surgiu a ideia de realizar este trabalho que dá uma devolutiva à sociedade, através do levantamento e da coleta de amostras de cereais infantis em pó, para realizar uma discussão sobre o cumprimento da legislação nos rótulos dos alimentos e sua segurança às crianças portadoras de alguma restrição alimentar. Ao decorrer desse estudo, vimos que ainda há muitos rótulos com erros quanto a advertência "ALÉRGICOS", como a sua formatação, inadequações nas advertências "ALÉRGICOS" e "CONTÉM LACTOSE" dispostos em locais inapropriados e, além disso, alimentos com os dizeres "CONTÉM LACTOSE" sinalizado inadequadamente, passando uma sensação de insegurança ao consumidor, no momento de escolher tais alimentos. Apesar da leve redução dessas inadequações ao compararmos com outros estudos semelhantes, ainda são preocupantes as falhas cometidas pelas indústrias, uma vez que o tratamento dietético para portadores de alergias alimentares consiste na retirada do alimento alergênico da dieta. Dessa forma, com o intuito de melhorar ou até mesmo zerar os percentuais de inadequação por parte das indústrias alimentícias, serão necessárias medidas, como aumentar a fiscalização de maneira mais assídua por parte do órgão responsável, nesse caso a Anvisa, com medidas punitivas às empresas com rótulos irregulares. Palestras para orientar e, também, esclarecer a importância da adequação da rotulagem dos alimentos dentro das normas reguladoras podem contribuir nesta missão.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Bruna Adriani Rezende de et al. Análise de Rótulo e Microbiológica de Polpas de Açaí comercializadas em Estabelecimentos em Estabelecimentos do Recife e Região Metropolitana do Recife-PE. 2019. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Faculdade Pernambucana de Saúde Curso de Bacharelado em Nutrição, Faculdade Pernambucana de Saúde Curso de Bacharelado em Nutrição, Recife, 2019. Disponível em: <https://tcc.fps.edu.br/bitstream/fpsrepo/613/1/TCC%20ALTERA%C3%87%C3%95ES%20FINAIS.pdf>. Acesso em: 02 maio 2023.

BERZUINO, Miriã Benatti et al. Alergia Alimentar e o Cenário Regulatório no Brasil. Revista Eletrônica de Farmácia, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 23-36, 18 set. 2017. Universidade Federal de Goias. <http://dx.doi.org/10.5216/ref.v14i2.43433>. Disponível em: file:///C:/Users/e11ve/Downloads/admin,+Revista+Eletr%C3%B4nica+-+Farmacia+-+v.+14+n.+2_03.pdf. Acesso em: 02 maio 2023.

BRANCO, Maiara de Souza Castelo Dias et al. Classificação da intolerância à lactose: uma visão geral sobre causas e tratamentos. Campinas: Rev Ciênc Méd. 2017;26(3):117-125. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.24220/2318-0897v26n3a3812>. Acesso em 20 maio de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 26, de 02 de julho de 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 ago.

2015. Disponível em:

<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/Suvisa/doc/DOC000000000083199.PDF>. Acesso em: 02 maio 2023.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 727, de 01 de julho de 2022. Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 06 jul. 2022. Disponível em:

https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_727_2022_.pdf. Acesso em: 02 maio de 2023.

BRITTO, Leontina Fernandes et al (ed.). Avaliação da Rotulagem de Alimentos à base de Cereais para a Alimentação de Lactentes e Crianças na Primeira Infância. Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 111-120, 7 mar. 2016. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/demetra.2016.16543>.

CÂMERA, Maria Clara Coelho et al. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil: [revisão]. Revista Panam Salud Publica;23(1) 52-58,ene. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/rpsp/2008.v23n1/52-58>. Acesso em: 25 maio de 2024.

Disponível em: <file:///C:/Users/e11ve/Downloads/16543-72567-1-PB.pdf>. Acesso em: 02 maio 2023. DORNELES, Roberta Höher et al. A Rotulagem de Alimentos no Brasil e a responsabilidade Civil dos fornecedores pelo fato do produto decorrente do defeito de informação. 2016. 68 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Direito do Consumidor, Faculdade de Direito, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

Disponível em: [file:///C:/Users/e11ve/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/Direito%20do%20Consumidor.p df](file:///C:/Users/e11ve/OneDrive/%C3%81rea%20de%20Trabalho/Direito%20do%20Consumidor.pdf). Acesso em: 02 maio 2023.

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

FARIAS JÚNIOR, Gilvo de et al. Padrão alimentar de crianças menores de cinco anos. Revista de Nutrição, Campinas, v. 18, n. 6, p. 793-802, dez. 2005. FapUNIFESP (SciELO). Acesso em: 22 maio de 2024.

FIOVARANTI, Bruna Matos et al. Alimentos industrializados voltados ao público infantil: avaliação da disponibilidade de produtos industriais voltado ao público infantil intolerante à lactose. 2021. 57

TCC (Graduação) - Curso de Técnico em Alimentos, Centro Tecnológico, Centro Paula Souza- Escola Técnica Estadual Sapopemba, São Paulo, 2021. Disponível em: http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/8923/1/alimentos_2021_2_%20brunamatos_alimentos_industrializadosvoltadosaop%C3%BAblico.pdf. Acesso em: 15 maio 2024.

LEÃO, Clarissa Viana et al. Análise da adequação dos rótulos de biscoitos quanto à legislação brasileira de rotulagem para alimentos alergênicos. 2019. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Departamento de Nutrição, Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, 2019. Disponível em: <https://tcc.fps.edu.br/bitstream/fpsrepo/390/1/An%C3%A1lise%20da%20adequa%C3%A7%C3%A3o%20dos%20r%C3%B3tulos%20de%20biscoitos%20quanto%20%C3%A0%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de.pdf>. Acesso em: 02 maio 2023.

MARQUES, Nilton. Desenvolvimento regional e territorial do Tocantins. Palmas: Eduft, 2019. 213 p. Disponível em: <file:///C:/Users/danie/Downloads/Desenvolvimento%20regional%20do%20territ%C3%B3rio%20do%20estado%20do%20Tocantins%20-%20Nilton%20Marques.pdf>. Acesso em: 17 maio 2024.

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

MARQUES, Paula Régio et al. Revisão: Rotulagem de Alergênicos. Revista Científica Unilago, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-11, 19 out. 2017. Anual. Disponível em: <file:///C:/Users/e11ve/Downloads/39-Texto%20do%20Artigo-107-1-10-20171010.pdf>. Acesso em: 02 maio 2023.

MORAES, Vanessa Cristina de et al (ed.). Associação entre o consumo alimentar e o estado nutricional de crianças pré-escolares do município de Venâncio Aires - RS, Brasil. Archives Of Health Sciences, Lajeado, v. 28, n. 1, p. 16-21, 08 abr. 2021. Disponível em:

<https://ahs.famerp.br/index.php/ahs/article/view/43/50>. Acesso em: 02 maio 2023.

NICHELE, Marta et al. Disponibilidade de alimentos sem glúten em três mercados de grande porte do município de Chapecó, Santa Catarina. Cuadernos de Educación y Desarrollo, [S. l.], v. 15, n. 9, p. 8167-8183, 2023. DOI: 10.55905/cuadv15n9-012. Disponível em: <https://ojs.europubpublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/1566>. Acesso em: 25 maio de 2024.

OLIVEIRA, Alessandra Ribeiro Ventura et al. Alergia Alimentar: Prevalência através de Estudo Epidemiológicos. Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança, Distrito Federal, v. 16, n. 1, p. 1-7, 20 abr. 2018. Disponível em:

<http://revistanovaesperanca.com.br/index.php/revistane/article/view/25/110>. Acesso em: 02 maio 2023.

PEREIRA, Ana Carolina da Silva et al (ed.). Alergia alimentar: sistema imunológico e principais alimentos envolvidos. Semina Cienc. Biol. Saude, Ceará, v. 29, n. 2, p. 189-200, 2008. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/3466/2821>. Acesso em: 02 maio 2023.

PINTO, Larissa Perroni Bustamante et al. Adequação da rotulagem de alimentos industrializados para portadores de alergia alimentar. Revista Eletrônica Acervo Saúde, [S.L.], v. 13, n. 9, p. 1-8, 28 set. 2021. Revista Eletronica Acervo Saúde. <http://dx.doi.org/10.25248/reas.e8307.2021>.

Disponível em:
<https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/8307/5410>.
Acesso em: 02 maio 2023.

SANTANA, Fabiani Cristina de Oliveira. Rotulagem para alergênicos: uma avaliação dos rótulos de chocolates frente à nova legislação brasileira. Brazilian Journal Of Food Technology, [S.L.], v. 21, p. 1-8, 21 set. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.03218>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/mKhMQ7cJFkWZLrvN7hSs7v/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 maio 2023.

SOLÉ, Dirceu et al. SBP e Asbai publicam atualização do Consenso Brasileiro sobre Alergia Alimentar. São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria e A Associação Brasileira de Alergia e Imunologia, 2018. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/imprensa/detalhe/nid/sbp-e-asbai-publicam-atualizacao-do-consenso-brasileiro-sobre-alergia-alimentar/>. Acesso em: 15 maio 2024

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 12

PRINCIPAIS FATORES DE RISCO PARA O DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO EM UM HOSPITAL PÚBLICO DA AMAZÔNIA LEGAL

Ana Carla da Costa Lima;
Giselle Pinheiro Lima Aires Gomes;
Araída Dias Pereira

Palavras-chave: segurança do paciente, lesão por pressão, enfermagem.

INTRODUÇÃO

O evento adverso da Lesão por Pressão pode ser definido como um dano localizado na pele e/ou tecidos moles subjacentes, em geral sobre uma proeminência óssea ou relacionada ao uso de dispositivo médico ou a outro artefato. A lesão pode se apresentar como um eritema em pele íntegra ou como úlcera aberta, podendo ser dolorosa (TEIXEIRA et al., 2022)

Segundo Afonso et al. (2014) a Lesão Por Pressão (LP) é considerada um evento adverso e indicador da qualidade do cuidado nos serviços hospitalares e domiciliares, sendo também considerado um problema de saúde pública que acarreta sofrimento e diminuição da qualidade de vida do indivíduo e de seus cuidadores. Sua ocorrência resulta em um aumento da morbimortalidade, uma vez que, há associação significativa entre maior ocorrência de óbitos em pacientes com lesão (MENA, 2020). Neste contexto, um fator-chave na prevenção da LP é a identificação dos seus fatores de risco e a avaliação e tratamento da lesão de forma adequada quando ocorre nos pacientes (SANTOS, 2021).

A LP pode ser provocada por fatores intrínsecos e extrínsecos (TEIXEIRA et al., 2022). Segundo Mena (2020) estes fatores são multicausais, como a tolerância do tecido mole à pressão e, ao cisalhamento pode também ser afetada pelo microclima, nutrição, perfusão, comorbidades e, pela sua condição. Além disso, os principais fatores que contribuem para o desenvolvimento da LP são a idade avançada, a desnutrição, a umidade e comorbidades como o diabetes mellitus (BRADEN; BERGSTROM, 2000; SANTOS et al., 2020).

Outro importante fator associado ao desenvolvimento de LP é

a redução de mobilidade do paciente, assim gerando pontos de pressão. Sendo estes localizados em áreas de proeminência óssea, como por exemplo a região occipital, escapular, cotovelo, sacral, ísquio e calcânea (UNIMED, 2016).

Dentre as estratégias recomendadas para avaliação, destaca-se a implantação das escalas de risco por parte da equipe de enfermagem, pois a partir do levantamento dos riscos para o desenvolvimento de LP, serão planejadas e implementadas ações de melhorias. Diversas são as escalas validadas no Brasil que permitem avaliar o risco para o desenvolvimento de LP, sendo uma das mais utilizadas a escala de Braden (LINO et al., 2020).

A avaliação deve ser feita nas primeiras 8 horas de internação, é aplicada a todos os pacientes acima de 5 anos, com o intuito de minimizar ao máximo as complicações de uma internação prolongada.

Os fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento de LP têm sido pesquisados, mas a relação dos fatores de risco que melhor estão relacionados com a sua incidência ainda é insuficiente para compreender e elaborar ações de enfermagem para o tratamento das lesões (COSTA, 2019).

Assim, identificar os principais fatores de risco para o desenvolvimento de lesão por pressão é fundamental para o direcionamento de ações a serem fortalecidas para a redução deste evento adverso de grande magnitude nos hospitais.

MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de uma pesquisa retrospectiva, descritiva, exploratória e documental, com amostragem não probabilística. A pesquisa está sendo realizada a partir da análise dos prontuários de pacientes internados em um hospital público de referência

para o Estado do Tocantins e regiões vizinhas.

A pesquisa documental pode apresentar certa confusão por conta de sua semelhança com a pesquisa bibliográfica, segundo Gil (2002) a diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes: a pesquisa bibliográfica se utiliza das contribuições de diversos autores sobre determinado assunto, enquanto que a pesquisa documental utiliza-se de material que ainda não recebeu tratamento analítico prévio, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa. Já o aspecto retrospectivo refere-se a utilização de registros existentes acerca da saúde e demais aspectos relevantes de grupos populacionais.

O serviço do estudo é composto 472 leitos, sendo 09 na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) Pediátrica, 26 na UTI Adulto, 05 na Hemodinâmica, 340 nas Especialidades clínicas e cirúrgicas, 18 na Unidade de Cuidados Intermediários, 06 na Unidade de AVC, 05 na Sala Vermelha, 12 na Sala Amarela e 51 na Unidade de Tomada de Decisão.

COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados no Serviço de Arquivo Médico e Estatística (SAME) da instituição.

Todos os pesquisadores foram treinados antes da coleta de dados com o objetivo padronizar a avaliação. Os prontuários foram revisados com o auxílio de um instrumento de avaliação para a integração dos dados coletados.

O formulário de avaliação contém tópicos relacionados aos diagnósticos de enfermagem, diagnóstico clínico, fatores de riscos para o desenvolvimento de lesão por pressão, avaliação nutricional, avaliação medicamentosa e de exames, dentre outros.

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

Foram analisados todos os prontuários dos pacientes internados no Hospital Geral de Palmas no período de 2020 a 2023 e que atenderam aos critérios de inclusão.

Critérios de inclusão: foram incluídos no estudo todos os pacientes internados na instituição, com idade superior a 18 anos, com escala de avaliação de risco preenchida para lesão por pressão durante a admissão e que tivesse tempo de internação superior a 72 horas a fim de possibilitar posterior reavaliação durante o período de internação.

Critérios de exclusão: prontuário de pacientes incompletos ou preenchidos inadequadamente.

Após a coleta dos dados, todas as informações foram consolidadas em planilha Google Forms.

ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi submetido à apreciação e análise do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal do Tocantins e seguirá as normas contidas na Resolução CNS nº 446/12 e Norma Operacional CNS nº 001/2013, medidas que garantem a liberdade e participação, a integridade do participante da pesquisa e a preservação dos dados que possam identificá-lo, garantindo, privacidade, sigilo e confidencialidade.

Este projeto foi aprovado em 14 de maio de 2020 sob CAAE: 26949219.1.0000.5519 e teve emenda aprovada em 03 de abril de 2023, sob parecer nº 5.980.032 (anexado a Plataforma Canindé).

RESULTADOS FINAIS

Foram analisados 909 prontuários, sendo 473 descartados por não preencherem os critérios de inclusão, sendo assim o estudo

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

contou com uma amostra de 436 pacientes/prontuários.

Tabela 1 - Perfil dos pacientes internados no HGP, no período de 2020 a 2023

Tabela 1. Variáveis sociodemográficas dos participantes da pesquisa (n=436)

Variáveis	n	%
Sexo		
Feminino	283	64.9%
Masculino	153	35.1%
Idade		
18 a 30 anos	47	10.8%
31 a 50 anos	122	28.0%
51 anos ou mais	267	61.2%
Etnia		
Branco	41	9.4%
Pardo	384	88.1%
Negro	7	1.6%
Indígena	1	0.2%
Amarela	3	0.7%
Escolaridade		
Estudou mais que 9 anos	121	27.8%
Estudou menos que 9 anos	206	47.2%
Sem escolaridade	41	9.4%
Não informado	68	15.6%

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

Do quantitativo final de pacientes incluídos na pesquisa, a maior parte é composta por pessoas do sexo feminino, sendo o maior número de pacientes internados são de pessoas acima de 50 anos. A etnia predominante é parda e grande parcela da amostra não chegaram a concluir o ensino fundamental.

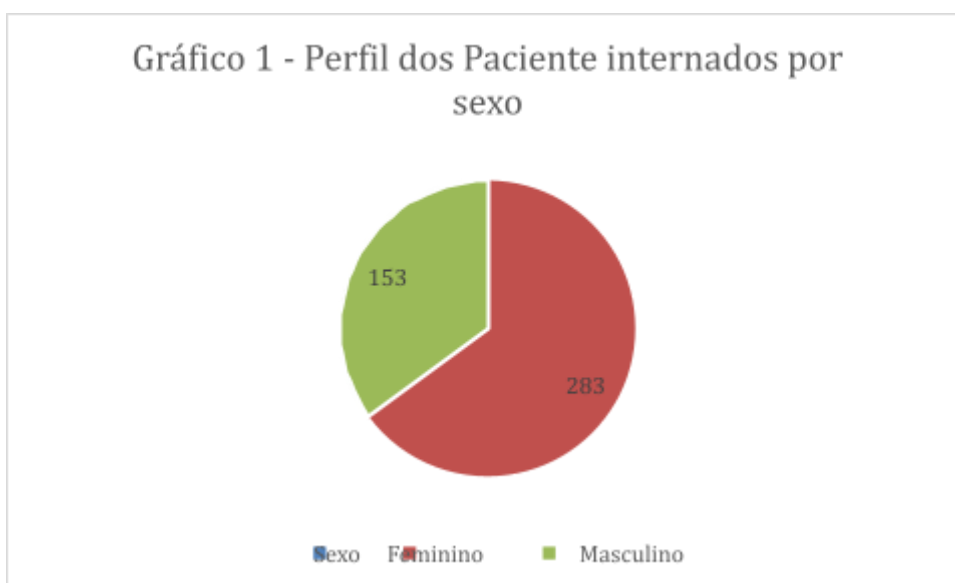


Tabela 2 - Perfil Nutricional dos pacientes internados no HGP, no período de 2020 a 2023

Variáveis	Tempo inicial (T0)	Tempo final (Tf)
Avaliação Subjetiva Global (ASG)		

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

Bem nutrido	62	8
Moderadamente desnutrido ou suspeita de ser desnutrido	59	6
Gravemente desnutrido	19	3
Não avaliado	296	419
Nutrição de acordo com a Escala de Braden		
Muito pobre	9	3
Inadequada	13	10
Adequada	110	136
Excelente	32	35
Não avaliado	272	252

Ao analisar a variável “bem nutrido” observa-se uma redução significativa no número de pacientes em comparação ao T0 e Tf, podendo indicar uma piora no estado nutricional destes pacientes, a variável subsequente apresenta a mesma tendência. Mas ao observar os dados percebe-se uma grande deficiência na cobertura de avaliação do ASG, que no T0 já apresenta um número significativo mas aumenta ainda mais no Tf, sendo assim, fica difícil afirmar se realmente houve uma piora no estado nutricional.

Já em relação a escala de Braden observa-se que não houve uma diferença significativa entre T0 e Tf, mas esta variável também apresenta o mesmo problema, o alto número de pacientes não avaliados.

Tabela 3 – Comorbidades dos pacientes internados no HGP, no período de 2020 a 2023

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

Comorbidades	Nº de Pacientes
Hipertensão	194
Diabetes	103
Obesidade	24
Anemia	22
Ferropriva Neoplasia	74
Deficiência Neurológica	1
Doença renal crônica	5
Doenças vasculares	6
DPOC	1
IRA	
Cardiopatias	0

Do quantitativo total de pacientes internados, 303 apresentaram pelo menos uma ou mais das comorbidades acima. Sendo a maior parte portador de Diabetes mellitus e/ou Hipertensão.

Tabela 4 – Total de pacientes internados com Diagnóstico de Enfermagem – Mobilidade Prejudicada

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

Mobilidade	Tempo inicial	Tempo final
Prejudicada	(T0)	(Tf)
Sim	195	
Não	159	

Tabela 5 - Classificação de risco para lesão por pressão de acordo com a escala de Braden

Classificação de risco	Tempo inicial (T0)	Tempo final (Tf)
Sem risco	167	170
Baixo risco	53	63
Risco moderado	13	20
Risco alto	35	51
Risco muito alto	7	5
Não avaliado	161	127

Pode-se observar que em quase todas as subclassificações houve um aumento na quantidade, exceto em “risco muito alto” e “não avaliado”, esse aumento pode ser reflexo de uma leve melhora na quantidade de pacientes avaliados.

Tabela 6 - Nº de pacientes com lesão por pressão

Presença de lesão por pressão	Tempo inicial (T0)	Tempo final (Tf)
Sim	43	52
Não	393	384

Ao observar a tabela 6 identifica-se um aumento de 9 casos no número de pacientes com lesão por pressão do T0 para o T_f, representando uma elevação na incidência destas lesões.

DISCUSSÃO

O perfil sociodemográfico demonstra uma população parda e com baixo nível de escolaridade, condizente com a realidade do estado do Tocantins. É possível identificar também que os pacientes participantes do estudo, eram em sua maioria, pessoas idosas e/ou com alguma comorbidade, apresentando fatores de risco condizentes com aqueles que constam na escala de Braden.

Um fator de risco de grande relevância é o estado nutricional do paciente, sendo que 78 pacientes apresentaram alguma deficiência importante na Avaliação Subjetiva Global (ASG) e 22 pacientes apresentaram déficit em relação à sua alimentação. Uma problemática relacionada a estes dados é a possibilidade de uma subnotificação em relação aos estados destes pacientes, já que o número de pacientes não avaliados é bastante significativo.

As tabelas 5 e 6 apresentam dados acerca do risco de desenvolvimento de lesão por pressão e pacientes com lesão por pressão, é possível identificar uma convergência em relação a quantidade pacientes que foram classificados com risco moderado, alto e muito alto e aqueles pacientes que desenvolveram lesão por pressão.

CONCLUSÃO

Através desta pesquisa, identifica-se que a análise da escala de Braden acerca do risco de desenvolvimento de lesão por pressão é, de certa forma, eficaz, demonstrando sua importância.

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

No entanto, o presente estudo destaca a importância de uma melhoria na avaliação do estado nutricional dos pacientes.

Além disto, faz-se necessário que o hospital estabeleça métodos e protocolos que garantam uma cobertura regular avaliação dos fatores de risco para desenvolvimento destas lesões, pois é evidente o déficit existente neste protocolo.

DIFICULDADES ENCONTRADAS ATÉ O MOMENTO

Preenchimento inadequado dos prontuários, o que acarreta em grande quantidade de prontuários excluídos da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AFONSO C, et al. Prevenção e tratamento de feridas - da evidência à prática. Care for Wounds, 2014. CALIRI, MHL. SANTOS, VLCG. MANDELBUM, MHS. COSTA, IG. Consenso NPUAP 2016 -Classificação das Lesões Por Pressão Adaptado Culturalmente Para o Brasil. 2016. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://sobest.com.br/wp-content/uploads/2020/10/CONSENSO-NPUAP-2016_traducao-SOBEST-SOBENDE.pdf&ved=2ahUKEwju7uvShPD-AhUSLLkGHRawCpEQFnoECA8QAQ&usg=AOvVaw0OuT7Vngg9q6Vm-1zhtwcc
- LIMA, D. V. M. DESENHOS DE PESQUISA: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA AUTORES. Brazilian Journal of Nursing, 2020. Disponível em: <https://www.objnursing.uff.br/index.php/nursing/article/download/3648/pdf/10411>
- LINO, AIA. MATIAS, DB. CARDOSO, ELM. et al. Guia rápido de prevenção e tratamento de lesão por pressão. 2020. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.saude.df.gov.br/documents/37101/91089/GUIA-RAPIDO-DE-PREVENCAO-E-TRATAMENTO-DE->

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

LP.pdf&ved=2ahUKEwjVrY2xhfD-AhXfG7kGHdmiA1MQFnoECA4QBg&usg=O vVaw0kxnU0zHI1y4A8g-4zHqOr

Teixeira AO, Brinati LM, Toledo LV, Silva Neto JF, Teixeira DLP, Januario CF, et al. Factors associated with the incidence of pressure wounds in critical patients: a cohort study. Rev Bras Enferm. 2022;75(6):e20210267.

<https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0267pt>

Unimed Paraná. Manual de Prevenção e Tratamento de Lesões de Pele. Unimed coop 2016.

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.unimed.coop.br/portalunimed/flipbook/federacao_pr/manual_prevencao_tratamento_de_lesoes_pele/files/assets/common/downloads/publication.pdf&ved=2ahUKEwjjsbVgfD-AhXjGbkGHUS3AEoQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw1nma5WwdAUHQQOrbm5Gvtj

MENA L. S., et al. Prevenção de lesão por pressão no domicílio: revisão integrativa. Braz. J. Hea. Rev., Curitiba, v. 3, n. 4, p. 8806-8820 jul./aug. 2020. DOI:10.34119/bjhrv3n4-126.

BARON M. V., et al. Relação entre lesão por pressão e estado nutricional em pacientes hospitalizados: Revisão de literatura. Rev. Pemo, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.47149/pemo.v2i1.3581>.

COSTA F. R. P., Lesão por Pressão: Revisão Integrativa e Guia de Orientações Para Profissionais. Brasília-DF, 2019.

Santos CT, Barbosa FM, Almeida T, Vidor ID, Almeida MA, Lucena AF. Clinical evidence of the nursing diagnosis Adult pressure injury. Rev Esc Enferm USP. 2021;55:e20210106. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-220X-REEUSP-2021-0106>.

Capítulo 13

A ASSOCIAÇÃO ENTRE ATIVIDADE FÍSICA E A SATISFAÇÃO COM A VIDA EM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DURANTE O PERÍODO PANDÊMICO

Marina Lira da Silva¹
Luiz Fernando de Oliveira²
Marcus Vinicius Nascimento Ferreira³

RESUMO

Objetivo: Testar a relação entre os diferentes níveis de atividade física (leve, moderado e vigorosa) e a satisfação com vida entre estudantes universitários durante o período pandêmico. **Métodos:** A amostra é composta por 195 estudantes de graduação (74,87% mulheres; 45,21% idade entre 21 a 25 anos; 66,24% matriculados em um curso de ciências da saúde; 28,21% matriculados no 1º ao 3º semestre). Sendo esses dados coletados durante o primeiro semestre de 2021 na cidade de Imperatriz, MA. Coletamos as medidas subjetivas de cada participante de forma online usando a International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) e o de Satisfaction With Life Scale (SWLS). Nós examinamos como exposição os níveis de atividade física em minutos diários e como desfecho o escore de satisfação com a vida. Nós utilizamos a regressão linear de multinível, a fim de testar as associações. **Resultados:** Não identificamos associação entre os níveis de atividade física e a satisfação com a vida. Em modelo ajustado para raça/etnia e horas de estudo por dia, verificamos relações não significativas entre atividade física leve ($\beta=0,001$ [IC 95%: 0,017 a 0,018]), moderada ($\beta=0,001$ [IC 95%: - 0,024 a 0,13]) e vigorosa ($\beta=0,011$ [IC 95% - 0,043 a 0,021]) com a satisfação com a vida. **Conclusão:** Não observamos relação entre a atividade física leve, moderada ou vigorosa e a satisfação com vida nos estudantes universitários durante a pandemia de COVID-19.

Palavras-chave: Atividade física; satisfação com a vida; pandemia; jovens.

¹ HEALth, pHYsical activity and Behavior ReseArch (HEALTHY-BRA) group, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, Brasil. Graduanda em licenciatura Educação Física, Pibic/UFT. Email: lira.marina@mail.uft.edu.br

² HEALth, pHYsical activity and Behavior ReseArch (HEALTHY-BRA) group, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, Brasil. Mestre em Ensino em Ciências e Saúde, Universidade Federal do Tocantins, oliveira.luiz@mail.uft.edu.br

³ HEALth, pHYsical activity and Behavior ReseArch (HEALTHY-BRA) group, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, Brasil. Doutor em Medicina preventiva, Faculdade Medicina da Universidade de São Paulo; Docente do curso de Educação Física, Universidade Federal do Tocantins, marcus.nascimento@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Durante o período pandêmico, as estratégias adotadas para a adaptação no ensino acadêmico resultaram em mudanças significativas, tanto na saúde física quanto mental dos estudantes. Além disso, é crucial considerar os impactos importantes que afetaram a saúde mental das pessoas neste período, como o distanciamento social e a instabilidade financeira (FAGUNDES et al., 2022). Esses eventos tiveram consequências diretas no processo de aprendizado dos alunos, especialmente devido à lacuna causada pelo ensino remoto (RAIOL, 2020). A necessidade de distanciamento e a falta de contato humano contribuíram para sentimentos adversos entre os estudantes (RAIOL, 2020).

Os dados levantados pela literatura até então enfatizam as implicações psicológicas negativas dos períodos de quarentena, cujos efeitos parecem persistir. A incerteza sobre sua duração, juntamente com preocupações relacionadas ao vírus, contribuiu para o estresse e queda no rendimento (MAIA; DIAS, 2020). Além disso, a rápida transição para o ensino remoto pode ter afetado a adaptação e gerado emoções negativas entre os universitários (MAIA; DIAS, 2020), especialmente dada a influência significativa do ambiente universitário na satisfação com a vida dos estudantes (DENG et al., 2023).

A satisfação com a vida é avaliada através de autorrelato sobre os elementos que fazem parte da sua vida (ZHOU GY et al., 2023). Embora a operacionalização deste construto ainda seja desafiadora devido às múltiplas complexidades inerentes ao conceito, especialmente quando se consideram os fatores ligados à satisfação com a vida, como a qualidade dos ambientes sociais e o alcance de metas, os quais tendem a influenciar positivamente quando atingidos. Durante a pandemia, as restrições ao isolamento social e a prática de atividade física apresentaram-se associadas a declínio na satisfação com a vida entre os

estudantes universitários (ROGOWSKA et al., 2021).

A literatura pré-pandemia já indicava a relação entre atividade física e satisfação com a vida, evidenciando relação positiva com benefícios relatados para a saúde física e mental (RAIOL, 2020. LUCAS et al., 2018. IWON; JASIELSKA; KALWARZYK, 2021). Embora o distanciamento e o isolamento social tenham sido cruciais para controlar a propagação da COVID-19, também resultaram em mudanças comportamentais, afetando a prática de atividade física e exercícios (DEBLAUW et al., 2023; FAGUNDES et al., 2022). No entanto, a relação entre atividade física e satisfação com a vida entre universitários no contexto pandêmico ainda não está clara.

Dito isto, o declínio da satisfação com a vida pode ser acentuado em regiões de baixa renda, considerando a necessidade de adaptação à rotina em contexto de menor infraestrutura para suportar prática de atividade física ao ar livre, além da rotina de isolamento social. No entanto, poucos estudos investigaram a relação específica entre atividade física e satisfação com a vida em estudantes universitários de regiões de baixa renda, especialmente durante a pandemia. Portanto, o objetivo deste estudo é investigar a relação entre os diferentes níveis de atividade física (leve, moderada e vigorosa) e a satisfação com a vida entre estudantes universitários durante o período pandêmico.

MÉTODO E MATERIAIS

Desenho do estudo

O corrente estudo possui desenho observacional transversal e faz parte da primeira fase do estudo 24-hour Movement Behavior and Metabolic Syndrome (24h-MESYN), um estudo de coorte prospectiva (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022). Os dados desta fase foram coletados durante o primeiro semestre de 2021 na cidade de Imperatriz, Maranhão, que possui índice de Gini de 0,56 (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022).

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

Aspectos éticos

O estudo 24h-MESYN foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP, identificação: 4.055.604 e 5.161.340). O projeto segue princípios éticos internacionais para pesquisa com seres humanos (i) Declaração de Helsinque, revisada em 2008, Seul, Coréia; princípios éticos nacionais (ii) resolução do CNS 466/12; (iii) diretrizes para a condução da atividade de pesquisa durante a pandemia causada pelo COVID-19 e (iv) orientações para pesquisa em ambiente virtual (OFÍCIO CIRCULAR Nº2/2021/CONEP/CNS/MS). Nós informamos aos estudantes os objetivos e a metodologia do estudo. Aos convidados que aceitaram participar do estudo, nós solicitamos a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

População e amostra

O tamanho da amostra foi calculado de acordo com os pressupostos de Nascimento-Ferreira et al. (2018). Os parâmetros utilizados para calcular o tamanho da amostra foram: α de 0,05, β de 0,20 (ou poder de 80%) e coeficiente de correlação de Spearman de 0,28 (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2018). Com base nesses parâmetros, estimamos um tamanho amostral necessário de 85 estudantes para o presente estudo. Entretanto, como o projeto 24h-MESYN foi projetado para avaliar as propriedades psicométricas de pelo menos cinco outras ferramentas subjetivas, estabelecemos um total de 342 participantes convidados para atender aos aspectos mínimos para todas as ferramentas testadas. A nível de desenho de estudo, os participantes foram distribuídos em uma proporção de 60/40 por sexo (feminino/masculino) e natureza do curso (ciências da saúde ou outras áreas) com base em coortes anteriores (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022). Logo, dos 342 alunos convidados, com uma proporção de recusa em participar do estudo de 43.0%, nós

avaliamos uma amostra de 195 alunos de graduação.

Critérios de elegibilidade

Foram considerados aptos para a amostra do estudo os indivíduos que estavam matriculados até o segundo semestre da graduação, de ambos os sexos, com 17 anos ou mais e que assinaram o TCLE. Foram excluídos das análises do estudo: grávidas, participantes que apresentaram incapacidade física e alunos que não preencheram os questionários.

Variáveis e instrumentos

Todas as informações foram autorrelatadas e recuperadas por meio de um questionário online (disponível em <https://forms.gle/L92wXsVaxxfPNgpE8>). O questionário forneceu medidas operacionais para as seguintes variáveis teóricas: demográficas, econômicas, acadêmicas, estresse percebido e hábitos alimentares.

Exposição

Nós adotamos como exposição principal a atividade física leve, moderada e vigorosa. As variáveis foram abordadas por meio do International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022b), que avalia atividade física por meio de questões sobre frequência, duração e intensidade das atividades (leve, moderada e vigorosa); incluindo atividades realizadas durante o lazer e como forma de transporte. As respostas são analisadas de acordo com os minutos de atividade física por dia do indivíduo, e a partir do resultado ele é multiplicando pelo número de dias (5 para dias de semana e 2 para dias de final de semana) em que a atividade foi realizada, obtendo a média de atividade física para um dia de semana (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022b).

Desfecho

Nós adotamos como desfecho principal a satisfação com a vida via Satisfaction With Life Scale (SWLS) (CARDOSO et al., 2023). Este questionário avalia o componente cognitivo da satisfação com a vida, por meio de cinco itens, com opções de resposta variando de 1 (discordo totalmente) a 7 (concordo plenamente). Quanto mais elevado o escore, melhor a percepção de satisfação com a vida (CARDOSO et al., 2023).

Variáveis de confusão

As potenciais variáveis de confusão foram: sexo biológico (masculino e feminino); idade (até 20 anos, 21 a 25 anos, 26 a 30 anos, 31 a 35 anos, 36 anos ou mais); raça/etnia (branco, preto, pardo, indígena, oriental); nível de escolaridade materna (analfabeto/fundamental incompleto, fundamental I/fundamental II, fundamental completo/médio incompleto, médio completo/superior incompleto, superior completo); natureza do curso (ciências da saúde ou outras áreas), turno (matutino, noturno ou integral), período acadêmico (\leq 3º semestre ou $>$ 3º semestre), número de aulas matriculadas (1 a 10 disciplinas) e, horas de estudo por dia (1 a 10 horas).

Procedimentos

Inicialmente, os pesquisadores passaram por um programa de treinamento para garantir as qualificações necessárias à condução da coleta de dados. A equipe de campo foi composta por profissionais de diferentes áreas, incluindo pesquisadores da graduação e pós-graduação em ciências da saúde (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022). Com o consentimento formal da instituição, iniciamos a primeira etapa explicando o projeto, convidando os estudantes a participar e enviando o TCLE por meio de um aplicativo de mensagens instantâneas

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

(WhatsApp) para aqueles que manifestaram interesse em colaborar voluntariamente. Após a assinatura do TCLE, na segunda etapa, os participantes responderam a um questionário eletrônico pela primeira vez. Caso o questionário não fosse respondido, enviávamos até três lembretes aos participantes. A terceira etapa ocorreu duas semanas após a anterior, quando os participantes responderam o mesmo questionário uma segunda vez (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022). As informações coletadas nessa última etapa, voltadas para a análise das propriedades psicométricas no âmbito do projeto 24h-MESYN, não foram utilizadas no presente estudo.

Análise estatística

Analizamos as associações por meio de regressão linear multinível. As relações entre o desfecho (satisfação com a vida) e a exposição principal (níveis de atividade física) foram avaliadas utilizando o coeficiente beta (β) e o intervalo de confiança de 95% (IC 95%). Os modelos foram construídos em três níveis organizacionais de dados: I) variáveis demográficas e econômicas: sexo biológico, idade, raça/etnia e nível de escolaridade materna; II) variáveis acadêmicas: tipo de curso, turno, período acadêmico, número de disciplinas matriculadas e horas de estudo por dia; e III) variáveis de níveis de atividade física: leve, moderada e intensa. Para que uma variável fosse incluída no modelo multivariado, o nível de significância adotado foi de $p \leq 0,20$ nos dois primeiros níveis. Já no terceiro nível, um valor de p inferior a 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

DADOS E DISCUSSÃO

Dados

A Tabela 1 refere-se aos dados descritivos correspondentes às respostas ao questionário.

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

Identificamos que houve uma maior participação de estudantes do sexo feminino (74,8%), com as idades de 21 a 25 anos (45,2%), pardas (51,3%), com o curso relacionada a ciências da saúde (66,2%), no turno noturno (53,1%) e cursando abaixo do 3º período (75,0%).

A Tabela 2 apresenta a relação entre atividade física e satisfação com a vida. Depois de ajustar o modelo para raça/etnia e horas de estudo por dia, os níveis de atividade física leve ($\beta=0,001$ [IC 95%: 0,017 a 0,018]), moderada ($\beta=0,001$ [IC 95%: -0,024 a 0,13]) e vigorosa ($\beta=0,011$ [IC 95% - 0,043 a 0,021]) não apresentaram associação com a satisfação com a vida.

Tabela 1- Descrição da amostra de acordo com as variáveis demográficas e econômicas, acadêmicas, níveis de atividade física e a satisfação com a vida na amostra.

Variáveis	Total	Sexo biológico	
		Masculino	Feminino
n (%)	195	49 (25,13)	146 (74,87)
Idade, n (%)			
até 20 anos	46 (23,59)	12 (24,49)	34 (23,29)
21 a 25 anos	87 (44,62)	21 (42,86)	66 (45,21)
26 a 30 anos	36 (18,46)	9 (18,37)	27 (18,49)
31 a 35 anos	14 (7,18)	3 (6,12)	11 (7,53)
36 anos ou mais	12 (6,15)	4 (8,16)	8 (5,48)
Etnia, n (%)			
Branco	66 (33,85)	16 (32,65)	50 (34,25)
Preto	28 (14,36)	9 (18,37)	19 (13,01)
Pardo	98 (50,26)	23 (46,94)	75 (51,37)
Indígena	1 (0,51)	0 (0,00)	1 (0,68)
Oriental	2 (1,03)	1 (2,04)	1 (0,68)
Nível de escolaridade materna, n (%)			
Analfabeto/fundamental I incompleto	26 (13,76)	7 (15,56)	19 (13,19)
Fundamental I completo/fundamental II incompleto	20 (10,58)	5 (11,11)	15 (10,42)
Fundamental completo/médio incompleto	26 (13,76)	5 (11,11)	21 (14,58)
Médio completo/superior incompleto	69 (36,51)	15 (33,33)	54 (37,50)
Superior completo	48 (25,40)	13 (28,89)	35 (24,31)
Natureza do curso, n (%) *			
Ciências da saúde	127 (65,98)	31 (65,42)	96 (66,24)
Outras áreas	66 (34,02)	18 (34,58)	48 (33,76)
Turno do curso de graduação, n (%)			
Matutino	39 (20,10)	4 (8,16)	35 (24,14)
Noturno	119 (61,34)	42 (85,71)	77 (53,10)
Integral	36 (18,56)	3 (6,12)	33 (22,76)
Período acadêmico, n (%) *			
≤ 3º período	48 (24,8)	12 (24,4)	36 (25,0)
> 3º período	145 (75,1)	37 (75,5)	108 (75,0)
Número de aulas matriculadas média ± DP	5,7 ± 1,3	5,9 ± 1,3	5,7 ± 1,3
Horas de estudo por dia, média ± DP	4,9 ± 1,9	4,3 ± 1,9	5,1 ± 8
Satisfação com a vida (escore global), média ± DP	23,7 ± 5,52	23,9 ± 5,7	23,7 ± 5,4
Níveis de atividade física (minutos por dia), média ± DP			
Atividade física leve	19,4 ± 45	33,5 ± 75,0	14,6 ± 27,7
Atividade física moderada	26,6 ± 47,1	30,8 ± 45,6	25,2 ± 47,6
Atividade física vigorosa	17,0 ± 28,0	28,5 ± 35,7	13,1 ± 23,8

DP, desvio padrão; n, frequência absoluta; %, frequência relativa.

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

Tabela 2. Associação entre níveis de atividade física e a satisfação com a vida.

Variáveis	Satisfação com a vida			
	Modelo vazio β (CI 95%)	Modelo 1 β (CI 95%)	Modelo 2 β (CI 95%)	Modelo 3* β (CI 95%)
Constante	23,77 (22,98; 24,54)			
Idade		0,091 (-0,706; 0,888)		
Sexo		-0,825 (-2,732; 1,081)		
Raça/etnia		-0,844 (-1,672; -0,168)	-0,854 (-1,674; -0,333)	-0,943 (-1,758; -0,128)
Nível de escolaridade materna		0,136 (-0,514; 0,787)		
Natureza do curso			0,694 (-2,409; 1,019)	
Turno do curso de graduação			0,107 (-0,946; 0,730)	
Período acadêmico			0,588 (-1,315; 2,493)	
Número de aulas matriculadas			0,350 (-0,957; 0,257)	
Horas de estudo por dia			-0,286 (-0,698; 0,126)	-0,271 (-0,676; 0,134)
Atividade física leve		0,002 (-0,018; 0,018)	0,002 (-0,021; 0,015)	0,001 (-0,017; 0,018)
Atividade física moderada		-0,005 (-0,024; 0,013)	0,005 (-0,024; 0,013)	-0,005 (-0,024; 0,131)
Atividade física vigorosa		-0,010 (-0,044; 0,023)	0,011 (0,044; 0,021)	0,011 (-0,043; 0,021)

* Modelo ajustado para raça/etnia.

Discussão

A novidade deste estudo foi testar a relação entre atividade física e a satisfação com a vida durante o período pandêmico em regiões de baixa renda. Em nossos achados, os níveis de atividade física (leve, moderada e vigorosa) não se associaram com a satisfação com a vida. De encontro aos nossos achados, a literatura suporta relação entre os níveis de atividade física e a satisfação com a vida (ALVES, 2022. MACIEL, 2016), indicando que maior duração da atividade física se associou a maior satisfação com a vida em estudantes (DENG, 2023).

A associação parece ser mais acentuada em jovens brancos,

especialmente em regiões de baixa renda (ARMSTRONG, 2018). No entanto, no nosso estudo, a maioria dos estudantes eram não brancos. Especulamos duas explicações principais para esse achado. A primeira está relacionada às disparidades em saúde, com jovens de grupos étnicos menos favorecidos apresentando menor acesso a práticas físicas (SILVA et al., 2022; DE JESUS et al., 2022), além de piores escores de satisfação com a vida (ZHOU et al., 2023). Assim, a relação pode ter sido atenuada quando incluímos a variável 'raça/etnia' no modelo. A segunda explicação, no nosso ponto de vista mais provável, está ligada ao fato de que a aplicação dos questionários ocorreu no período de retorno às aulas presenciais. Isso pode ter influenciado a percepção de satisfação com a vida, além de o reporte de atividade física não estar estabilizado, já que os estudantes estavam em transição entre o período de isolamento e não isolamento.

É importante considerar as limitações do nosso estudo. Nossos dados foram obtidos a partir de uma perspectiva subjetiva de cada participante e estão sujeitas a imprecisões de algumas informações (ex: memória, humor) e variações ambientais que podem interferir na percepção subjetiva, como por exemplo da satisfação com a vida (REICHENHEIM; MORAES, 1998).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os níveis de atividade física leve, moderada ou vigorosa não apresentaram associação com a satisfação com a vida entre estudantes universitários de regiões de baixa renda durante o período da pandemia de COVID-19.

REFERÊNCIAS

- ALVES RF, Precioso JAG. Exercício físico, sedentarismo e bem-estar dos/as estudantes universitários/as portugueses/as. *Rev Contexto & Saúde*, 2022;22(46): e13371
- ARMSTRONG S, WONG CA, PERRIN E, PAGE S, SIBLEY L, SKINNER A. Association of physical activity with income, race/ethnicity, and sex among adolescents and young adults in the united states: findings from the national health and nutrition examination survey, 2007-2016. *JAMA Pediatr*. 2018. doi: 10.1001/jamapediatrics.2018.1273..
- CARDOSO, A. G. DE A. et al. Psychometric properties of the online Satisfaction with Life Scale in university students from a low-income region. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 36, p. 12, 2023.
- DEBLAUW, J.A. et al. The Impact of COVID-19 Health and Safety Measures on the Self-Reported Exercise Behaviors and Mental Health of College Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 24, p. 7163, Dec. 2023. DOI: 10.3390/ijerph20247163
- DE JESUS, E. E. D. et al. Atividade física e desempenho acadêmico de universitários: uma revisão. *Revista Multidisciplinar em Educação e Meio Ambiente*, v. 3, n. 4, 2022. <https://doi.org/10.51189/remo/3550>
- DENG, J.; LIU, Y.; CHEN, R.; WANG, Y. The Relationship between Physical Activity and Life Satisfaction among University Students in China: The Mediating Role of Self-Efficacy and Resilience. *Behavioral Science*, v. 13, p. 889, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/bs13110889>.
- FAGUNDES, A. T. et al. Universitários no contexto da COVID-19: perfil, comportamentos e atividades acadêmicas. *Cogitare Enfermagem*, v. 27, e82306, 2022.
- IWON K, SKIBINSKA J, JASIELSKA D: KALWARCZYK S. Elevating Subjective

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

Well-Being Through Physical Exercises: An Intervention Study. *Frontiers in Psychology* v. 12, p. 702678, 2021. doi: 10.3389/fpsyg.2021.702678

LUCAS, C.; FREITAS, C.; OLIVEIRA, C.; MACHADO, M.; MONTEIRO, M. exercício físico e a satisfação com a vida. *PsychTech-Pub & Health Journal*, v. 1, n. 2, 2018. Disponível em:

<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/239/2391126005/index.html>.

MACIEL, E. S. et al. Influência do nível de atividade física na percepção da qualidade de vida em comunidade universitária. *Revista brasileira Qualidade de Vida*. Ponta Grossa, v. 8, n. 1, p. 40- 54, 2016. Disponível em:<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbqv/article/view/3688>>.

MAIA, B. R.; DIAS, P. C. Ansiedade, depressão e estresse em estudantes universitários: o impacto da COVID-19. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, v. 37, e200067, 2020.

NASCIMENTO-FERREIRA, M. et al. 24 h movement behavior and metabolic syndrome study protocol: A prospective cohort study on lifestyle and risk of developing metabolic syndrome in undergraduate students from low-income regions during a pandemic. *Frontiers in Epidemiology*, v. 2, 2022.

NASCIMENTO-FERREIRA, M. V. et al. Psychometric Properties of the Online International Physical Activity Questionnaire in College Students. *Int J Environ International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 22, Nov 21, 2022b..

RAIOL, R. A. Praticar exercícios físicos é fundamental para a saúde física e mental durante a pandemia da COVID-19 / Physical exercise is essential for physical and mental health during the COVID-19 Pandemic. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 2, p. 2804-2813, 2020. DOI: 10.34119/bjhrv3n2-124.

REICHENHEIM, M. E., & MORAES, C. L.. (1998). Alguns pilares para a apreciação da validade de estudos epidemiológicos. *Revista Brasileira De Epidemiologia*, 1(2), 131-148. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X1998000200004>

ROGOWSKA, A. M. et al. Satisfaction with life among university students

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

from nine countries: Cross-national study during the first wave of COVID-19 pandemic. BMC Public Health, v. 21, p. 2262, 2021. DOI: 10.1186/s12889-021-12288-1.

SILVA, EMANUELE DOS SANTOS, et al. Fatores associados à autopercepção negativa da aptidão física em estudantes das Universidades Federais da Bahia. Brazilian Journal of Science and Movement, v. 30, n. 2, p. 1-14, 2022. <https://doi.org/10.5935/0103-1716.20220007>.

ZHOU, G. Y. et al. The influence of physical exercise on college students' life satisfaction: The chain mediating role of self-control and psychological distress. Frontiers in Psychology, v. 14, p. 1071615, 2023. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1071615.

FINANCIAMENTO

O estudo conta com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processo 402391/2021-7). O presente estudo também foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPT), via bolsa de iniciação científica.

Capítulo 14

FATORES ASSOCIADOS E OS GRAUS DE INCAPACIDADES EM HANSENÍASE NAS MACRORREGIÕES DE SAÚDE DO TOCANTINS

Lana Rarah Ferreira Santos¹
Marcela Antunes Paschoal Popolin²

RESUMO

A hanseníase é altamente infecciosa e pode causar incapacidades graves, sendo o Brasil um dos países com elevado número de casos. A estratégia global de 2021 a 2030 visa eliminar a doença, todavia o Tocantins enfrenta desafios significativos devido à hiperendemicidade. As incapacidades, especialmente as de Grau 2 (GIF2), têm impacto econômico e social relevante. Estudos indicam que mesmo com tratamento adequado, muitos pacientes desenvolvem incapacidades, ressaltando a importância da prevenção e diagnóstico precoce. Investigar os fatores associados às incapacidades em hanseníase nas macrorregiões de saúde do Tocantins. Trata-se de estudo epidemiológico transversal dos casos de hanseníase com GIF2 nas macrorregiões de saúde do Tocantins entre 2013 e julho de 2023 registrados no SINAN/DATASUS. Realizou-se a análise descritiva com contagem de frequência absoluta e relativa e verificada a associações por meio do Teste Qui-quadrado. Os resultados evidenciaram uma associação estatisticamente significativa entre casos novos, do sexo masculino, com baixo grau de escolaridade, faixa etária entre 30 a 59 anos, em sua forma dimorfa, com mais de cinco lesões e sem reação hansênica em ambas as macrorregiões de saúde. A investigação dos fatores associados ao GIF 2, mostra-se relevante visto que contribui para potencializar ações visando o diagnóstico precoce e a prevenção de incapacidades. Além disso, conhecer o perfil dos casos de GIF 2, possibilita identificar populações mais vulneráveis ao adoecimento por hanseníase e implementar intervenções direcionadas.

Palavras-chave: Hanseníase, Incapacidades físicas, fatores associados.

¹Graduando em Enfermagem, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, lana.rarah@mail.uft.edu.br

²Doutora em Ciências da Saúde, curso de enfermagem, Universidade Federal do Tocantins, marcela.popolin@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

A hanseníase ainda é um desafio para saúde pública no Brasil, por ser uma doença negligenciada e endêmica nas populações que vivem em condição de pobreza e com precárias condições de saneamento básico (Segurado; Cassenote; Luna, 2016). Devido a sua característica infectocontagiosa de evolução lenta, apresenta um longo período de incubação do bacilo, que devido a sua ação, causa distúrbios de sensibilidade nas fibras sensitivas, motoras e autonômicas, podendo ser altamente incapacitante (Brasil, 2016).

As incapacidades físicas geradas pela doença são classificadas em graus 0 a 2, sendo um importante indicador epidemiológico que determina antecipadamente o diagnóstico e o sucesso das atividades, visando a interrupção da cadeia de transmissão. “O grau 0 corresponde à ausência de incapacidades, o 1 a diminuição ou perda de sensibilidade em olhos, mãos e pés e o 2 às alterações motoras em olhos, mãos ou pés e/ou deformidades visíveis” (Silva Santos et al., 2021).

Em 2022, foram reportados no mundo 174.087 novos casos, dos quais, 9.552 casos diagnosticados com grau 2 de incapacidade física. Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), a hanseníase é encontrada em 127 países, com 80% dos casos na Índia, Brasil e Indonésia. O território brasileiro é o segundo país com maior ocorrência no mundo. Durante o ano de 2013 a 2022, notificou-se 316.182 casos, dos quais 19.218 casos novos foram diagnosticados com GIF 2, o que corresponde a 18,6% dos casos registrados com incapacidade no mundo (Brasil, 2024).

No ranking nacional, o Estado que apresenta maior número de casos é o Mato Grosso, seguido do Tocantins que ocupa a segunda posição, com 50,88 casos novos/100.000 habitantes. No Estado do Tocantins, das 11.394 pessoas com diagnóstico da doença, 3.419 foram detectadas com incapacidade graus 1 e 2, representando 30% da população. Além disso,

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

houve ao longo dos anos uma oscilação de casos novos de hanseníase com grau 2 de incapacidade física alcançando em 2009, 38,70 casos por um milhão de habitantes e em 2018, 84,87 casos por um milhão de habitantes (Brasil, 2020; Brasil, 2022).

Autores apontam diversos fatores relacionados aos graus de incapacidades dos pacientes com hanseníase. Um estudo realizado na região de Saúde de Diamantina, localizada no Vale do Jequitinhonha, identificou que a baixa escolaridade é um forte indicador de condições precárias de moradia, nutrição, higiene e acesso aos serviços de saúde, fatores esses determinantes para a manutenção da cadeia de infecção da doença. Além disso, foi evidenciado que número considerável de diagnósticos ocorreram na classificação multibacilar de forma clínica dimorfa, seguida pelos virchowianos (Ribeiro; Lana, 2015).

Outras evidências apresentaram associações entre idade, sexo, forma clínica, número de nervos acometidos no início do tratamento, baciloscopia e tratamento instituído na determinação das chances de ocorrência de incapacidades (Guerrero, Muvid, León, 2013; Santos et al., 2015; Shumet, Demissie, Bekele, 2015). Selvaraj et al. (1998), em avaliação feita na Índia, mostraram que o indivíduo acima de 45 anos, com mais de três nervos espessados e anestesia plantar tinha quase 20 vezes mais chances de desenvolver novas incapacidades durante e após o tratamento.

Diante do exposto, fica evidente a relevância de compreender os fatores relacionados ao grau de incapacidade, a fim de contribuir para diminuição da cadeia de transmissibilidade e propiciar a formulação de atividades e ações para enfrentamento, prevenção, diagnóstico precoce, tratamento oportuno e reabilitação desses indivíduos.

Sendo assim, o estudo tem como objetivo geral investigar os fatores associados às incapacidades em pacientes diagnosticados com hanseníase nas macrorregiões de saúde do Estado do Tocantins. E como objetivos específicos, conhecer o perfil demográfico e clínico dos pacientes

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

com grau 2 de incapacidade nas macrorregiões de saúde do Estado do Tocantins.; verificar a associação dos fatores demográficos e clínicos e o grau 2 de incapacidade dos pacientes com hanseníase nas macrorregiões de saúde do Estado do Tocantins e Comparar as macrorregiões de saúde do Estado do Tocantins considerando o grau de incapacidade 2.

MÉTODO E MATERIAIS

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo epidemiológico de corte transversal (Rouquayrol; Gurgel, 2018).

Local de estudo

O estado do Tocantins está localizado na região Norte do país, tem uma população estimada de 1.607.363 habitantes e é constituído por 139 municípios (IBGE, 2023). Está dividido em duas macrorregiões de saúde Norte e Centro-Sul e oito regiões de saúde: Bico do Papagaio, Médio Norte Araguaia, Cerrado Tocantins Araguaia, Cantão, Capim Dourado, Amor Perfeito, Ilha do Bananal, Sudeste e formadas de acordo com os municípios, população e densidade demográfica para oferta de ações e serviços mínimos em cada território.

População da Pesquisa e critérios de seleção

A população de estudo foi composta por todos os casos confirmados de hanseníase com grau 2 de incapacidade (no momento do diagnóstico) nas macrorregiões de saúde do Estado do Tocantins no período entre 2013 a julho de 2023, contendo o código A-30 da Classificação Internacional de Doenças (CID) 10 registrados no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Cabe destacar que para o ano de 2023 considerou-se os dados disponíveis no DATASUS até o momento da coleta.

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

Fontes de informação e coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no Sistema de Informações e Agravos de Notificação (SINAN) por meio da ficha de investigação. Para o estudo, foram consideradas as seguintes variáveis sexo; raça, faixa etária; escolaridade; modo de entrada; forma clínica, lesões cutâneas e episódio reacional.

Análise de dados

Os dados coletados foram transpostos para a planilha do Office Excel versão 2016 e realizada a análise descritiva, com contagem de frequência absoluta e relativa dos dados. Posteriormente, para verificar associações entre as variáveis de interesse foi utilizado o teste qui-quadrado (χ^2), considerando o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Comitê de ética

De acordo com recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), por se tratarem de dados secundários, de domínio público em que nenhum participante da pesquisa será identificado, dispensa-se a apresentação deste ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

DADOS E DISCUSSÃO

No período de 2013 a 2023 foram registrados nas macrorregiões de saúde do Estado do Tocantins 1441 casos com grau 2 de incapacidade no momento do diagnóstico, sendo 338 casos na macrorregião Norte e 1103 casos Macrorregião Centro-Sul, o sexo masculino foi predominante em ambas as macrorregiões de saúde, com 248 (73,37%) casos no Norte e 739 (67,00%) casos no Centro- Sul. Em detrimento a raça, a autodeclaração mais presente nas duas macrorregiões foi a parda, com 233 (68,93%) casos no Norte e 695 (63,01%) casos no Centro-Sul. A faixa etária mais comum entre os casos foi de 30 a 59 anos, com 163 (48,22%) casos no Norte e 582 casos

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

(52,74%) no Centro-Sul. A maioria dos casos tinha ensino fundamental, representando 172 casos (50,89%) no Norte e 511 casos (46,33%) no Centro-Sul.

No modo de entrada, majoritariamente os casos foram classificados como caso novo em ambas as macrorregiões, representando 225 casos (66,57%) no Norte e 729 casos (66,10%) no Centro-Sul. A forma clínica mais presente foi dimorfa com 194 (57,40%) casos no Norte e 759 (68,81%) casos no Centro-Sul. No que diz respeito às lesões cutâneas, os casos apresentaram mais de cinco lesões, sendo 141 (41,71%) no Norte e 452 (40,98%) no Centro-Sul. A maioria dos pacientes não apresentou episódios reacionais, representando 196 (57,98%) casos no Norte e 710 (64,37%) no Centro-Sul (Tabela 1).

Tabela 1. Perfil demográfico e clínico dos casos de hanseníase com grau 2 de incapacidade física no momento do diagnóstico e a associação do grau 2 de incapacidade com as variáveis demográficas e clínicas nas macrorregiões do Estado do Tocantins, 2013 a 2023.

Variável	Grau II de incapacidade no momento do diagnóstico				Valor do p
	Macrorregião Norte (N=338)	100%	Macrorregião Centro-Sul (N=1103)	100%	
Sexo					< 0,01*
Masculino	248	73,37%	739	67,00%	
Feminino	90	26,63%	364	33,00%	
Raça					< 0,195
Ign/branco	0	0,00%	26	2,36%	
Branca	44	13,02%	157	14,23%	
Preta	45	13,31%	169	15,32%	
Amarela	3	0,89%	52	4,72%	
Parda	233	68,93%	695	63,01%	
Indígena	13	3,85%	4	0,36%	
Faixa etária					< 0,01*
Menor de 15 anos	7	2,07%	21	1,9%	
15 a 29 anos	45	13,32%	102	9,25%	
30 a 59 anos	163	48,22%	582	52,77%	
Maior que 60 anos	123	36,39%	398	36,08%	
Escolaridade					< 0,01*
Ign/branco/não se aplica	48	14,20%	229	20,76%	
Analfabeto	58	17,16%	116	10,52%	
Ensino Fundamental	172	50,89%	511	46,33%	
Ens. Médio	57	16,86%	213	19,31%	
Ensino Superior	3	0,89%	34	3,08%	
Modo de entrada					< 0,01*
Ign/ branco	0	0,00%	2	0,18%	
Caso novo	225	66,57%	729	66,10%	
Transferências	37	10,95%	90	8,15%	
Recidiva	8	2,37%	67	6,07%	
Outros ingressos	68	20,11%	215	19,50%	

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

Forma clínica					< 0,01*
Ign/branco	6	1,78%	10	0,91%	
Indeterminada	5	1,48%	25	2,27%	
Tuberculóide	12	3,55%	21	1,90%	
Dimorfa	194	57,40%	759	68,81%	
Virchowiana	104	30,77%	252	22,85%	
Não classificada	17	5,02%	36	3,26%	
Lesões cutâneas					< 0,01*
Informado 0 ou 99	92	27,22%	193	17,49%	
Lesão única	32	9,47%	100	9,07%	
De 2 -5 lesões	73	21,60%	358M	32,46%	
>5 lesões	141	41,71%	452	40,98%	
Episódio reacional					< 0,01*
Não preenchido	58	17,16%	200	18,13%	
Reação tipo 1	63	18,64%	110	9,97%	
Reação tipo 2	15	4,44%	59	5,35%	
Reação tipo 1 e 2	6	1,78%	24	2,18%	
Sem reação	196	57,98%	710	64,37%	

Fonte: Construção do Autor.

*Associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

O estudo teve como objetivo geral investigar os fatores associados às incapacidades em pacientes diagnosticados com hanseníase nas macrorregiões de saúde do estado do Tocantins. Os achados do estudo apontaram uma concentração de casos na macrorregião centro-sul, essa região é composta das regiões de saúde Capim Dourado, Amor Perfeito, Ilha do Bananal e Sudeste, é constituída por 60 dos 139 municípios do estado, fato que pode explicar o quantitativo de casos de hanseníase com Grau 2 de incapacidade, em comparação com a macrorregião Norte (Secretaria Estadual do Tocantins, 2018).

Os resultados evidenciaram ainda uma associação estatisticamente significativa entre casos novos, do sexo masculino, com baixo grau de escolaridade, faixa etária entre 30 a 59 anos, em sua forma dimorfa, com mais de cinco lesões e sem reação hansênica em ambas as macrorregiões de saúde. Tais associações podem ser atribuídas, no que diz respeito ao sexo masculino, provavelmente porque os homens têm maiores chances de adoecimento e evolução da doença, justificado pela baixa procura

pelos serviços de saúde, especialmente os preventivos, impactando em diagnósticos tardios e em maiores índices de morbidade e mortalidade por causas que poderiam ser evitadas (Brasil, 2018). Ademais, por vivermos em uma sociedade ainda patriarcal, em que o cuidado sempre foi atrelado como dever da mulher, há uma forte tendência de que a doença é um sinal de fraqueza, e procurar ajuda médica demonstra uma fragilidade, isso é reforçado pelas normas de gênero que associam masculinidade a força e invulnerabilidade, levando-os a minimizar sintomas ou a adiar a

busca pelos serviços de saúde (Leal et al. 2023).

Além disso, homens entre a faixa etária dos 30 a 59 anos são os que mais apresentam complicações do diagnóstico, consequência da inserção ao mercado de trabalho, dificultando a procura pelos serviços de Atenção Primária à Saúde (APS), especialmente pelos horários de funcionamento das unidades de saúde que não são compatíveis com a jornada de trabalho, dificultando o acesso ao atendimento (Lopes et al., 2021).

Como forma de minimizar as barreiras de acesso aos serviços de saúde por parte dos homens, foi criada a Política Nacional de Atenção Integral à Saúde do Homem (PNAISH), com o objetivo de promover a melhoria das condições de saúde da população masculina, a PNAISH busca integrar os homens nos serviços de saúde, aumentando a adesão às práticas de prevenção e tratamento, por meio de uma abordagem que considera as especificidades biológicas, culturais e sociais da saúde masculina (Brasil, 2008).

No que concerne a raça, o Tocantins, de acordo com o censo de 2022 do IBGE, tem cerca de

1.511.460 habitantes, no qual 939.260 se autodeclararam pardos, correspondendo cerca 62% da população, o que pode ser evidenciado nos resultados do estudo, porém o fato de se autodeclarar pardo não

apresentou associação estatisticamente significativa com o Grau 2 de incapacidade.

Cabe destacar que a miscigenação do Brasil é reflexo do processo histórico que resultou na fusão de diferentes grupos étnicos e culturais, moldando a identidade do país ao longo dos séculos. Esse fenômeno começou no período colonial, quando os colonizadores portugueses estabeleceram contato com os povos indígenas que habitavam o território brasileiro; as relações entre esses grupos, muitas vezes de forma forçada, marcaram o início da mistura racial. Com a chegada dos africanos, trazidos como escravos entre os séculos XVI e XIX, a diversidade étnica do Brasil se intensificou; o contato entre africanos, europeus e indígenas gerou uma população mestiça, formada por diferentes, línguas, tradições e uma rica herança cultural em todas as regiões do país.

Com relação à escolaridade, os resultados demonstraram que a maioria dos casos com GIF 2 tinham baixo grau de escolaridade, esta associação estatística aponta para a falta de conhecimento dessa população referente a doença e da sua gravidade o que consequentemente retarda a busca pelos serviços de saúde e gera um diagnóstico tardio, podendo evoluir para o GIF 2 (Pieri et al. 2014). É importante evidenciar ainda a ligação da hanseníase com indivíduos vulnerabilizados socioeconomicamente, isso ocorre porque a pobreza está intimamente ligada à precariedade de condições de vida, como habitações inadequadas, baixa escolaridade, qualidade nutricional diminuída e falta de saneamento básico, fatores que aumentam a vulnerabilidade à doença (Pontes, 2006).

Os elevados números de casos novos presentes nos achados do estudo, podem ser devido às inúmeras ações de conscientização como o "Dia D de Conscientização, prevenção e enfrentamento da hanseníase no Tocantins" realizado nos 139 municípios do estado, com o objetivo de

alertar os cidadãos tocaninenses sobre a doença, que possui tratamento e cura bem como as constantes capacitações para profissionais, refletindo no diagnóstico de novos casos (COSEMS-TO, 2022). Todavia, é relevante destacar que esses novos casos detectados já apresentam GIF 2 instalada, revelando fragilidades no diagnóstico, na busca ativa dos casos, no conhecimento da doença e pelo próprio contexto de estigma e preconceito que a hanseníase carrega, fatores esses que impedem muitas pessoas de procurarem por atendimento nos estágios iniciais da doença.

No estudo, a forma clínica com maior número de casos foi a multibacilar e dimorfa. Pessoas com hanseníase multibacilares (MB) são as principais fontes de infecção, devido à grande quantidade de bacilos presentes no organismo, sua classificação considera a quantidade de lesões cutâneas notificadas (mais de cinco lesões). A forma clínica dimorfa é a mais comumente vista nos episódios MB, representando o intermediário entre tuberculoide e virchowiana, com alteração parcial do sistema imune causando lesões pré-faveolares/faveolares, acometimento de nervos mais extensos e neurites, o que resulta em incapacidades físicas (Brasil, 2019).

A adesão ao tratamento é outro fator importante para a redução dos casos de hanseníase, pois por meio das combinações de antibióticos também conhecida por poliquimioterapia (PQT) haverá a diminuição significativa da carga bacteriana, deixando de ser transmitida no início do tratamento. Todavia, a interrupção do tratamento resulta na susceptibilidade a complicações graves com lesões severas, resistência a medicação e deformidades (Brasil, 2019).

Durante a pandemia de COVID-19, a hanseníase enfrentou desafios significativos devido à estagnação nos serviços de saúde, afetando o acesso ao tratamento contínuo dos pacientes e na sua adesão, estudos apontaram que a crise sanitária sobrecarregou os sistemas de saúde, resultando em desabastecimento de fármacos essenciais, como a PQT,

favorecendo o abandono do tratamento (Barros et al, 2021; Filho et al, 2022). Ademais, houve uma diminuição expressiva no número de diagnósticos de novos casos, possivelmente devido à menor busca por atendimento e à priorização do combate ao COVID-19, o que comprometeu as ações de vigilância epidemiológica da doença gerando um aumento da sua transmissão a longo prazo (Brasil, 2024).

Os resultados do estudo revelaram associação estatística dos GIF 2 com episódios reacionais da doença. Episódios reacionais são eventos provocados pela resposta imunológica ao causador da doença, caracterizados por inflamações nos nervos periféricos, pele e órgãos, desencadeando sintomas como dor, febre e agravamento de lesões cutâneas (Pereira, 2013). Essa associação pode ser explicada, pois os episódios reacionais podem intensificar a destruição de fibras nervosas e tecidos, resultando em deformidades permanentes e perda funcional dos membros (Brasil, 2019).

Todavia, os dados apresentaram a maioria dos casos com GIF 2 sem reações, o que pode ser explicado pela falta de preparo dos profissionais de saúde em reconhecer ou diagnosticar corretamente as reações hansênicas, especialmente nos estágios iniciais, o que pode levar à subnotificação. Outro fator é a carência de acompanhamento contínuo dos pacientes, particularmente em regiões com menos recursos, dificultando a detecção precoce dessas reações; falhas como estas podem ocultar a real prevalência de episódios reacionais entre os pacientes com GIF 2.

A presente pesquisa apresenta algumas limitações, a principal delas está relacionada ao uso exclusivo de dados secundários, o que pode restringir a análise das informações registradas, sem o possível conhecimento de outras variáveis, como os dados socioeconômicos ou comportamentais, além de uma possível subnotificação de casos, o que poderia não apresentar a real magnitude das incapacidades físicas,

especialmente em áreas de difícil acesso e com menor cobertura de serviços de saúde.

Ainda assim, o estudo apresenta importantes potencialidades ao investigar os fatores associados às incapacidades físicas em hanseníase nas macrorregiões do Tocantins, considerando que é um território hiperendêmico, favorecendo a identificação de um perfil de casos com GIF 2 e apontando possíveis causas para as incapacidades, elementos esses essenciais para orientar ações preventivas e estratégias de controle da doença e redução de suas complicações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados da pesquisa revelaram uma associação das variáveis demográficas e clínicas em estudo com o GIF 2 no estado do Tocantins, com predomínio de casos novos na macrorregião de saúde centro-sul, do sexo masculino, na faixa etária de 30 a 59 anos, com ensino fundamental, em sua forma clínica dimorfa, com mais de cinco lesões e sem reação hansênica. Ao comparar as macrorregiões possibilita-se identificar disparidades regionais e ajustar estratégias para atender às necessidades locais, otimizando o controle da doença e a qualidade de vida dos pacientes.

A investigação dos fatores associados ao GIF 2, mostra-se relevante visto que contribui para potencializar ações visando o diagnóstico precoce e a prevenção de incapacidades. Além disso, conhecer o perfil dos casos de GIF 2, possibilita identificar populações mais vulneráveis ao adoecimento por hanseníase e implementar intervenções direcionadas, como campanhas de conscientização sobre a doença e o rompimento do estigma e preconceito. Analisar esses fatores poderá contribuir também para o fortalecimento da APS e a redução de barreiras de acesso, visto que os casos de GIF 2 refletem em falhas no sistema de saúde.

REFERÊNCIAS

BARROS, Barbara de et al. Uma avaliação do impacto relatado da pandemia de COVID-19 nos serviços de hanseníase usando uma pesquisa online com profissionais em centros de referência para hanseníase. Dezembro de 2021.

BISPO, Janaina Eduarda Amarante Gonçalves. Saúde urbana e qualidade de vida nas cidades brasileiras: a sobrevivência em meio a desigualdades socioespaciais. Revista científica multidisciplinar núcleo do conhecimento. Ed. 06, Vol. 15, pp. 89-105. Junho de 2021.

BRASIL. Ministério da saúde. Hanseníase 2024. Boletim epidemiológico. Número Especial | jan. 2024. Disponível em: https://www.agenciatatu.com.br/wp-content/uploads/be_hansen-2024_19jan_final.pdf. Acessado em: 12 de março de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Doenças Transmissíveis. Diretrizes para a vigilância, atenção e eliminação da hanseníase como problema de saúde pública: manual técnico-operacional. Brasília: Ministério da Saúde. 2016

BRASIL. Ministério da saúde. 30/01- Dia mundial contra a hanseníase e dia Nacional de combate e prevenção da hanseníase. Brasília, 2018. Disponível em: < 30/01 – Dia Mundial Contra a Hanseníase e Dia Nacional de Combate e Prevenção da Hanseníase | Biblioteca Virtual em Saúde MS (saude.gov.br)>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Guia em vigilância em saúde. 3ª Edição. Volume único. Brasília 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Perfil da morbimortalidade masculina no Brasil. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da saúde Secretaria de Atenção à Saúde.

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

Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Política nacional de atenção integral à saúde do homem: Princípios e diretrizes. Brasília, novembro de 2008.

BOMTEMPO, Camila Ferreira et al. Evolução do grau de incapacidade física e do escore olhos, mãos e pés em casos novos de hanseníase: do diagnóstico à alta medicamentosa. 2023; 48:1-17.

DIA D de enfrentamento da hanseníase: Secretarias de Saúde do Tocantins realizam ações nos municípios. Cosems – TO. 11 de novembro 2022. Disponível em:

<https://portal.conasems.org.br/rede-cosems/noticias/769_dia-d-de-enfrentamento-da-hanseniose-secretarias-de-saude-do-tocantins-realizam-acoes-nos-municipios>.

FILHO, Paulo Sérgio da Paz Silva et al. Os impactos da pandemia da covid-19 em pacientes com hanseníase. International Journal of Development Research. Vol. 12, 07p, agosto 2022.

GUERRERO, M.I.; MUVID, S.; LEÓN, C.I. Retraso en el diagnóstico de lepra como factor pronóstico de discapacidad en una cohorte de pacientes en Colombia, 2000 – 2010. Rev Panam Salud Publica. vol. 33, n. 2, p.137-143, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Características étnico-raciais da população: classificações e identidades. Rio de Janeiro: Estudos & análises, 2013. 208p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População estimada: Censo do IBGE do estado do Tocantins. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/panorama>>. Acesso em 24 de agosto de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População estimada: Censo do IBGE de Palmas- TO. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/palmas.html>>. Acesso em 28 de agosto de 2024.

LANZA, Fernanda Moura et al. Perfil epidemiológico da hanseníase no

município de Divinópolis, Minas Gerais, 2011 a 2019. Artigo origem. Minas Gerais, 11p, maio 2022.

LEAL, Joyce Flávia da Silva et al. A baixa adesão dos homens aos serviços da estratégia saúde da família. Revista Interdisciplinar em Saúde, Cajazeiras, 10 (único): 85-100. Publicado em 2023. PIERI, Flávia Meneguetti et al. Fatores associados às incapacidades em pacientes diagnosticados de hanseníase: um estudo transversal. Hansen Int. 2014; 37 (2): p. 22-30.

LOPES, Fernanda de Castro et al. Hanseníase no contexto da Estratégia Saúde da Família em cenário endêmico do Maranhão: prevalência e fatores associados. Ciência & Saúde Coletiva, v. 26, p. 1805-1816, 2021.

PEREIRA, Thayza Miranda. A dor que ninguém vê: "corpos docilizados" com episódios reacionais hansênicos. 2013. Dissertação (Mestrado em Políticas, Gestão, Avaliação e Educação em Saúde) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade do Ceará. Fortaleza, 2013.

PONTES, Ligia RS Kerr et al. Fatores de risco socioeconômicos, ambientais e comportamentais para hanseníase no Nordeste do Brasil: resultados de um estudo caso-controle. International Journal of Epidemiology, Volume 35, Edição 4, agosto de 2006, Páginas 994-1000

RIBEIRO, G.C.; LANA, F.C.F. Incapacidades físicas em hanseníase: caracterização, fatores relacionados e evolução. Vales do Jequitinhonha em Diamantina, Cogitare Enferm. vol. 20, n.3, p. 496-503, 2015.

RIBEIRO, Kelen Gomes et al. Education and health in a region under social vulnerability situation: breakthroughs and challenges for public policies. Interface (Botucatu). 2018; 22(Supl. 1):1387-98.

SANTOS, V.S. et al. Clinical variables associated with disability in leprosy cases in northeast Brazil. J Infect Dev Ctries. vol.9, n.3, p.232-238, 2015.

SECRETARIA Estadual do Tocantins. Macrorregiões de saúde do estado do

- Tocantins. 2018. Disponível em: < <https://central.to.gov.br/download/104101>>.
- SEGURADO AC, CASSENOTE AJ, LUNA EA. Saúde nas metrópoles: doenças infecciosas. Estudos avançados. vol. 30, n. 86, p. 29-49, 2016.
- SELVARAJ, G., PRABAKAR, N., MULIYIL, J., MARTIN, G. Incidence of disabilities among multi-bacillary cases after initiation of multidrug therapy and factors associated with the risk of developing disabilities. Indian J Lepr. vol. 70, Supl., p.11-16, 1998.
- da SILVA SANTOS, D.A. et al. Fatores associados às incapacidades físicas de hanseníase: um estudo transversal. Revista o Mundo da Saúde, vol.45, s/n, p.89-98, 2021.
- SHUMET, T., DEMISSIE, M., BEKELE, Y. Prevalence of disability and associated factors among registered leprosy patients in all Africa tb and leprosy rehabilitation and training centre (ALERT), Addis Ababa, Ethiopia. Ethiopian Journal of Health Sciences. vol. 25, n. 4, p. 313-320, 2015.

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 15

POPULAÇÃO PRIVADA DE LIBERDADE E FATORES PREDISPOANTES AO ADOECIMENTO POR TUBERCULOSE EM PALMAS (TO)

Joana Victória Negreiros Silva¹

Marcela Antunes Paschoal Popolin²

RESUMO

Introdução: A tuberculose (TB) é uma doença negligenciada, especialmente em ambientes prisionais. Este estudo tem como objetivo identificar os fatores associados ao adoecimento por tuberculose pulmonar na população privada de liberdade (PPL) em Palmas (TO). **Método:** Trata-se de um estudo transversal descritivo dos casos de tuberculose pulmonar registrados na PPL masculina do município de Palmas entre 2015 a 2022 registrados no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Foram realizadas análises descritivas com contagem de frequência absoluta e relativa e o Teste Qui-Quadrado e Teste Exato de Fisher, considerando um $p < 0,05$. **Resultados:** Foram notificados no período em estudo 30 casos de TB em PPL de Palmas/TO. Observou-se uma associação significativa entre faixa etária ($p < 0,008$) e tabagismo ($p < 0,02$) e TB. Houve predominância de casos novos (29;96,7%), na raça parda ($n=19$;63,3%), com ensino fundamental incompleto ($n=11$;36,7%), com idade entre 20 a 59 anos ($n=29$;96,7%), expostos a fatores de risco como tabagismo e uso de substâncias ilícitas, sem comorbidades e ausência de benefícios governamentais, tendo como desfecho a cura. **Considerações finais:** indicam a necessidade de intervenções que melhorem as condições de vida nos presídios e ampliem o acesso a cuidados de saúde para a PPL, a fim de reduzir a transmissão da TB e melhorar os resultados de saúde dessa população vulnerável. Políticas públicas voltadas para a equidade no acesso à saúde são essenciais para a mitigação desse problema de saúde pública.

Palavras-chave: Tuberculose; Fatores de risco; População Vulnerável; Privados de Liberdade.

1 Graduando em Enfermagem, PIVIC, Universidade Federal do Tocantins, e-mail. joana.negreiros@mail.uft.edu.br

2 Doutor em Enfermagem, Curso de Enfermagem, Universidade Federal do Tocantins, marcela.popolin@mail.uft.edu.br)

INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença transmissível e negligenciada, que recebe poucos investimentos nos mais diversos aspectos, o que contribui para sua manutenção. Está comumente associada aos determinantes sociais e muito presente nos ambientes prisionais, permanecendo assim como problemática de saúde pública (Brasil, 2022).

Entre as pessoas privadas de liberdade, tem-se alguns fatores que facilitam a proliferação do bacilo e, conseqüentemente, leva ao adoecimento como a superlotação das celas, a estrutura física com pouca ventilação, a umidade e o longo período de confinamento (Joerke, 2014; Ferreira, et al, 2022). A População Privada de Liberdade (PPL) está dentro do grupo populacional que pode apresentar situações de maior vulnerabilidade de adoecimento por TB em comparação com a população em geral. Segundo Brasil (2022) o risco de adoecimento por TB em privados de liberdade é 26x maior quando comparado a população geral.

No ano de 2022, a incidência de TB na população brasileira em geral foi de 36,3 casos/100 mil habitantes, enquanto que entre os detentos, esse indicador foi de 932 casos a cada 100 mil habitantes (Campos; Carvalho; Filgueira, 2021; Brasil, 2023). Em 2019, no estado do Tocantins, o coeficiente de incidência de TB entre as PPL foi de 535,6 casos por 100.000 habitantes, enquanto na população geral em 2022 foi de 13,6 casos por 100.000 habitantes. No período total, a taxa média de incidência de TB na PPL foi de 265,2 casos e na população geral foi de 12,2 casos por 100.000 habitantes (Ribas, et al., 2021; BRASIL, 2023), comprovando que esse público adoece muito mais.

Com base nesse contexto, apreende-se que os riscos que os detentos apresentam são inúmeros e vão contra a dignidade humana em alguns casos, principalmente quando avaliados em relação à exposição aos riscos biológicos e a transmissão rápida da doença. Avaliando as condições de

vida e o histórico pregresso de calamidade nesses locais, pressupõe-se que é um ambiente com alto grau de exposição ao bacilo e um alto contágio, acarretando uma disseminação desenfreada entre os detentos e para os frequentadores do presídio (Alves, et al., 2020).

Dessa forma, é necessário o estabelecimento de medidas e a ampliação de estratégias de cuidado constantes visando romper barreiras das desigualdades, detectando, notificando, minimizando e prevenindo situações de exposição e aumento de casos novos entre as PPL, além de direcionar em tempo oportuno o cuidado integral a PPL infectada, bem como reduzir os riscos de transmissão da infecção por TB em cárcere. Considerando ainda que, a TB no sistema prisional é fruto da vulnerabilidade decorrente das desigualdades sociais e de saúde, torna-se relevante quantificar os casos da doença no município de Palmas e conhecer os fatores que permeiam esse contexto e interferem na dinâmica do adoecimento e tratamento da doença.

Ademais, a identificação desse perfil auxiliará no planejamento da saúde com direcionamento de ações específicas para este público, além de permitir reflexões acerca das intervenções a serem implementadas e evidenciar possíveis lacunas na linha de cuidado, contribuindo para mudanças de prática que garantam a equidade no acesso aos serviços de saúde.

Com base nesse contexto, o presente projeto tem como objetivo geral identificar os fatores associados ao adoecimento por tuberculose pulmonar na população privada de liberdade no município de Palmas (TO) e como objetivos específicos descrever as características individuais e clínicas dos PPL com TB pulmonar em Palmas (TO); compreender os principais fatores que contribuem para o adoecimento por TB pulmonar na PPL em Palmas (TO) e analisar a associação das características individuais e clínicas com os casos de TB pulmonar no PPL no município de Palmas (TO).

MÉTODO E MATERIAIS

Tipo de estudo

Trata-se de um estudo transversal descritivo (Rouquayrol; Gurgel, 2018).

Local de estudo

O Município de Palmas, localizado no estado do Tocantins, na região Norte do país, apresenta uma população estimada de 313.349 e extensão territorial de 227,329 Km². No que diz respeito ao sistema prisional do estado, o mesmo se organiza em 39 unidades prisionais, sendo 25 cadeias públicas, seis casas de prisão provisórias, dois centros de ressocialização (Barra da Grota em Araguaína-TO e Centro de Reeducação Social Luz da Manhã em Cariri-TO), cinco unidades prisionais femininas, uma Unidade do Regime Semiaberto (URSA) feminino, sete unidades socioeducativas e um Centro de Atendimento Socioeducativo (CASE) nos municípios de Palmas, Gurupi e Araguaína, existe ainda uma Central de Penas e Medidas Alternativas (Dias, Silva, 2022, p.212).

A população carcerária do Tocantins é de 4.114 presos. Deste total, 3.930 presos são homens, segundo dados do Infopen (2022). Na cidade de Palmas, a Unidade Penal Regional possui 63 celas com 6m² e capacidade para 260 detentos, todavia, abriga cerca de 759 presos, entre definitivos e provisórios e possui uma superlotação de 192% (Dias, Silva, 2022).

População da Pesquisa e critérios de seleção

A população de estudo foi composta pelos casos de tuberculose pulmonar registrados na PPL masculina do município de Palmas entre 2015 a 2022 registrados no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Foram excluídos os casos com menos de 19 anos de idade, considerando a idade mínima de 18 anos para a privação de liberdade e as categorias por faixa etária no sistema.

Fontes de informação e coleta de dados

Os dados foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Cabe destacar que o SINAN é um sistema nacional de informações que possibilita a coleta e o processamento de dados sobre agravos, doenças e eventos, incluindo a TB. Suas informações auxiliam no planejamento, avaliação e controle de doenças, atuando como uma importante ferramenta para a vigilância epidemiológica.

Para o estudo foram consideradas as seguintes variáveis: como variável dependente os casos de TB pulmonar em PPL e as variáveis independentes raça, escolaridade, faixa etária, outras comorbidades (HIV, diabetes, doença mental, Aids), estilo de vida (alcoolismo, tabagismo, uso de drogas), beneficiário de algum programa de transferência de renda, tipo de entrada (caso novo, recidiva, reingresso após abandono, não sabe, pós-óbito) e situação de encerramento.

Análise de dados

Os dados coletados foram transpostos para a planilha do Office Excel versão 2016 e realizada a análise descritiva com contagem de frequência absoluta e relativa. Posteriormente, para verificar possíveis associações entre as variáveis de interesse foram utilizados os testes Qui-quadrado e Teste Exato de Fisher, considerando o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Comitê de ética

De acordo com recomendações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), por se tratarem de dados secundários, de domínio público em que nenhum participante da pesquisa será identificado, dispensa-se a apresentação deste ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

DADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, de 2015 a 2022 foram notificados 30 casos de TB pulmonar na PPL masculina de Palmas. Destes, 19 (63,3%) eram da raça parda, 11 (36,7%) tinham ensino fundamental, com faixa etária entre 20 a 59 anos (n=29, 96,7%). Em relação ao estilo de vida, dos casos identificados com algum hábito, apenas seis tinham alcoolismo, 10 (33,3%) eram tabagistas e quatro (13,3%) faziam uso de drogas ilícitas. A maioria dos casos não apresentou comorbidades ou outras doenças e 28 (93,3%) dos casos não eram beneficiários de nenhum programa do governo. Com relação às características clínicas dos casos de TB na PPL, na variável tipo de entrada, observou-se que 29 (96,7%) dos casos foram identificados como caso novo e 23 (76,7%) dos casos tiveram como desfecho a cura da doença.

Tabela 1- Perfil demográfico e clínico dos casos de tuberculose na população privada de liberdade masculina e a associação da situação de encerramento com as variáveis demográficas e clínicas no município de Palmas, Tocantins, 2015-2022.

Variáveis	N (30)	100%	Valor de p
Raça			0,458
Branca	3	10,0 %	
Preta	3	10,0 %	
Parda	19	63,3 %	
Amarela	2	6,7 %	
Indígena	0	0,0%	
Ign/Branco	3	10,0 %	
Escolaridade			0,297
Analfabeto	6	20,0 %	
Ensino Fundamental	11	36,7 %	
Ensino Médio	5	16,6 %	
Ensino Superior	0	0,0 %	

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

Ign/branco/Não se aplica	8	26,7 %	
Faixa etária			0,008*
15 a 19 anos	1	3,3 %	
20 a 59 anos	29	96,7 %	
> 60 anos	0	0,0 %	
Estilo/hábitos de vida			
Alcoolismo			0,423
Sim	6	20,0 %	
Não	21	70,0 %	
Ign/branco	3	10,0%	
Tabagismo			0,020*
Sim	10	33,3 %	
Não	17	56,7 %	
Ign/branco	3	10,0%	
Drogas ilícitas			0,396
Sim	4	13,3 %	
Não	24	80,0 %	
Ign/branco	2	6,7 %	
Comorbidades			
HIV			0,457
Positivo	2	6,7 %	
Negativo	26	86,7 %	
Em andamento	0	0,0 %	
Não realizado	2	6,6%	
Aids			0,336
Ign/branco	1	3,3 %	
Sim	2	6,7 %	
Não	27	90,0%	
Diabetes			0,164
Ign/branco	2	6,7 %	
Sim	0	0,0 %	
Não	28	93,3 %	
Doença Mental			0,702
Ign/branco	2	6,7 %	
Sim	0	0,0 %	
Não	28	93,3 %	
Outras Doenças			0,05
Ign/branco	3	10,0 %	
Sim	0	0,0 %	
Não	27	90,0 %	
Benefício Governo			0,202
Ign/branco	1	3,3 %	
Sim	1	3,3 %	
Não	28	93,3 %	
Tipo de entrada			0,926

Casos novos	29	96,7 %	
Reingressos após abandono	1	3,3 %	
Recidiva	0	0,0 %	
Pós Óbito	0	0,0 %	
Situação de encerramento			0,318
Ign/branco	0	0,0 %	
Cura	23	76,7 %	
Abandono	2	6,7 %	
Óbito por tuberculose	1	3,3 %	
Óbito por outras causas	1	3,3 %	
Transferência	2	6,7 %	
TB-DR	0	0,0%	
Mudança de esquema	1	3,3 %	
Falência	0	0,0 %	
Abandono Primário	0	0,0 %	

Notas: *valores com associação estatisticamente significativo ($p < 0,05$)

Fonte: Construção do autor.

Os resultados do estudo indicaram uma associação estatisticamente significativa entre a faixa etária e o tabagismo com os casos de tuberculose (TB) pulmonar na população privada de liberdade masculina de Palmas/TO. Tal fato pode ser explicado visto que essa faixa etária, é frequentemente caracterizada pelo aumento da exposição a fatores de risco, como o tabagismo e o uso de substâncias ilícitas, hábito muito prevalente entre a população carcerária. Portanto, a intersecção entre idade e tabagismo, somada às condições sociais desfavoráveis é um fator crítico que deve ser considerado na formulação de políticas de saúde voltadas para a população carcerária.

O tabagismo, em particular, é um fator que agrava a saúde respiratória e pode comprometer a resposta imunológica, tornando os indivíduos mais suscetíveis a infecções, incluindo a TB (Bessler, 2018). Além

disso, está diretamente ligado a diversas comorbidades que afetam não apenas o sistema respiratório, mas também o sistema cardiovascular. Indivíduos fumantes apresentam maiores dificuldades em responder positivamente a tratamentos médicos, o que pode aumentar os custos com saúde e sobrecarregar os sistemas de atendimento público (Oliveira, et al., 2023). A combinação de vulnerabilidade social e hábitos prejudiciais à saúde, como o tabagismo, intensifica as desigualdades no acesso a tratamentos adequados e efetivos, resultando em diagnósticos tardios e baixa adesão ao tratamento (Bessler, 2018).

Outro aspecto relevante é que nessa faixa etária de 20 a 59 anos, abrange um período em que muitos indivíduos estão em situações de maior estresse social e econômico, o que pode impactar negativamente a saúde mental e física. A pressão social, a falta de suporte e as condições de vida insalubres nas prisões contribuem para um ambiente propício à propagação de doenças infecciosas, como a TB (Murray et al., 2018).

Os resultados apontaram ainda que a maioria dos casos de TB na PPL eram da raça parda. Segundo o Censo Demográfico de 2020, a população do Tocantins é composta por uma diversidade étnica significativa, sendo 48,5% da população autodeclarada como parda (IBGE, 2020). Essa composição demográfica reflete a diversidade racial do estado e pode influenciar a composição da população carcerária. Além disso, a intersecção entre raça e desigualdade social, pode resultar em maior vulnerabilidade a situações que levam ao encarceramento.

No que diz respeito ao nível de escolaridade, os resultados apontaram que uma parcela significativa dos casos de TB em PPL não completou o ensino fundamental. A falta de acesso a uma educação de qualidade resulta em um círculo vicioso de desinformação, pobreza e comportamentos de risco, perpetuando a exclusão social de uma parte significativa da população, favorecendo sua inserção na criminalidade (Singo, 2018). A marginalização social e a exclusão econômica enfrentadas

por esses indivíduos contribuem para um estado de vulnerabilidade que os torna mais suscetíveis a privação da liberdade e, conseqüentemente, a doenças infecciosas (Friedman et al., 2020). Além do mais, indivíduos com acesso limitado à educação tendem a possuir menos informações sobre medidas preventivas e terapêuticas, o que pode retardar o diagnóstico e dificultar a adesão ao tratamento (Nicolau, 2010).

Portanto, é imperativo que as políticas públicas abordem essas desigualdades educacionais e sociais de forma integrada. A promoção de programas de educação e conscientização dentro do sistema prisional pode ser uma estratégia eficaz para melhorar a saúde e as condições de vida dos detentos. Além disso, a implementação de intervenções que visem a melhoria das condições sanitárias e o acesso a cuidados de saúde é crucial para reduzir a transmissão de doenças infecciosas e promover melhores desfechos clínicos (Brasil, 2022).

O uso de drogas e álcool, apesar de não ter sido predominante nos achados do estudo, é comum entre a população carcerária e pode impactar negativamente a saúde geral, incluindo a adesão ao tratamento da TB (Harris et al., 2021). O alcoolismo, está relacionado ao aumento de doenças hepáticas e cardiovasculares, que podem comprometer seriamente a saúde geral e dificultar o processo de recuperação. O impacto do consumo de álcool vai além dos danos físicos, afetando também o bem-estar mental e social, sendo frequentemente associado a comportamentos violentos e dificuldades de convivência social (Harris et al., 2021). Por sua vez, o uso de substâncias ilícitas, aumentam a carga de comorbidades e comprometem a resposta imunológica do organismo, dificultando ainda mais a cura (Bessler, et al., 2020)

As comorbidades também desempenham um papel crucial na vulnerabilidade à TB. A presença de condições como HIV/Aids e diabetes pode comprometer o sistema imunológico, tornando os indivíduos mais suscetíveis à infecção. A intersecção entre TB e outras doenças crônicas é

uma preocupação crescente e a abordagem integrada de saúde é fundamental para o manejo eficaz desses pacientes (Pérez et al., 2021).

No estudo, as comorbidades investigadas não demonstraram associação com a TB no ambiente prisional, indicando que não há evidências suficientes para afirmar que a presença dessas comorbidades influenciam o desfecho observado. Essa ausência de associação pode sugerir que, apesar das comorbidades serem frequentemente consideradas fatores de risco em diversas condições de saúde, neste contexto específico, elas não desempenharam um papel significativo na determinação da situação de encerramento. Essa constatação é relevante, pois desafia algumas premissas comuns na literatura (Alves, et al., 2020), que frequentemente associam comorbidades a piores desfechos clínicos.

Em relação aos benefícios do governo, a maioria dos casos não recebia nenhum benefício. Essa situação aponta sobre o acesso e a conscientização dos direitos dos indivíduos, especialmente aqueles que estão em tratamento para TB. Os benefícios governamentais destinados à população carcerária, incluindo aqueles que sofrem de TB, são fundamentais para garantir o acesso a cuidados de saúde adequados e a condições de vida dignas. No entanto, muitos detentos desconhecem seus direitos e os benefícios disponíveis, o que pode agravar sua situação de vulnerabilidade. Segundo Biandaro et al. (2024), a falta de informação sobre os benefícios governamentais é uma barreira significativa que impede que indivíduos em tratamento recebam o suporte necessário para sua recuperação.

No estudo, praticamente todos os casos eram casos novos, demonstrando a intensidade da doença nessa população e o risco alto de adoecimento coletivo. A superlotação das prisões emerge como um dos principais fatores facilitadores da transmissão da TB. A proximidade física entre os detentos, aliada a condições de ventilação inadequadas, cria um ambiente propício para a disseminação do bacilo. Estudos de Murray et al.,

(2018) destacou que a superlotação não apenas aumenta o risco de infecção, mas também dificulta a implementação de medidas de controle eficazes. As condições de vida insalubres nas instituições prisionais, a falta de acesso à água potável, saneamento básico e instalações de saúde adequadas contribuem para a propagação de doenças infecciosas, incluindo a TB. A literatura aponta que ambientes com condições sanitárias precárias estão associados a surtos de TB, evidenciando a necessidade de intervenções que melhorem a infraestrutura das prisões (World Health Organization, 2020).

Outro aspecto relevante é o acesso limitado a cuidados de saúde. A população carcerária frequentemente enfrenta barreiras significativas para obter diagnóstico e tratamento adequados. A falta de triagem regular para TB e o diagnóstico tardio são fatores que agravam a situação, resultando em altas taxas de morbidade e mortalidade. A implementação de programas de saúde que garantam o acesso a cuidados médicos é essencial para mitigar essa problemática (Baker et al., 2019).

O estigma e a discriminação associados à TB também são barreiras significativas para o tratamento. O medo de ser rotulado pode levar à negação da doença e à relutância em buscar cuidados médicos. A educação em saúde e a sensibilização sobre a tuberculose são essenciais para reduzir o estigma e encorajar os indivíduos a procurarem tratamento (Gonzalez et al., 2019).

A situação de encerramento, por sua vez, refere-se aos desfechos do tratamento, que podem variar de cura, abandono do tratamento ou óbito. Os achados do estudo revelaram que grande parte dos casos resultaram na cura da doença, reforçando a eficácia do Tratamento Diretamente Observado, estratégia que visa o fortalecimento da adesão do paciente ao tratamento, reduzindo os casos de abandono e aumentando a probabilidade de cura notadamente nessa população (Brasil, 2016).

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser

consideradas ao interpretar os resultados. Primeiramente, a utilização de dados secundários pode comprometer a qualidade das informações, uma vez que a precisão e a completude dos dados registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) dependem da diligência dos profissionais de saúde e da infraestrutura do sistema de saúde local. Além disso, a falta de padronização na coleta de dados e possíveis omissões de informações relevantes podem ter influenciado os achados, limitando a capacidade de generalização dos resultados para outras populações ou contextos. A análise de dados secundários também pode não capturar nuances importantes sobre a experiência das PPL com a TB, como fatores psicossociais e barreiras ao tratamento, que são cruciais para uma compreensão abrangente da doença nesse contexto (Nicolau, 2010; Singo, 2018).

Apesar das limitações, este estudo possui diversas potencialidades que contribuem para o entendimento da TB na população privada de liberdade no sistema prisional de Palmas (TO), apontando possíveis fatores de risco e condições que favorecem a propagação da doença nesse território, fornecendo informações valiosas para o fortalecimento de políticas públicas direcionadas a essa população.

Além disso, a investigação oferece uma base para futuras pesquisas e intervenções. A relevância do tema, especialmente em um cenário de vulnerabilidade social, destaca a importância de abordar a tuberculose como uma questão de saúde pública, promovendo a conscientização e a implementação de estratégias que visem melhorar as condições de vida e saúde dessa população.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo identificou casos novos em TB na PPL em Palmas, de raça parda, ensino fundamental incompleto, poucos hábitos como alcoolismo e uso de drogas, ausência de comorbidades e benefícios do

governo e desfecho cura. Evidenciou ainda associação estatística entre os casos de TB em PPL e as variáveis faixa etária e tabagismo, aponta para uma relação entre TB e vulnerabilidade social, em que grupos desfavorecidos possuem riscos elevados para adoecimento.

É imperativo que as intervenções de saúde e as políticas sociais sejam direcionadas para mitigar as desigualdades e garantir um cuidado integral e equitativo à população carcerária. Somente por meio da melhoria das condições de vida, do aumento no acesso à saúde de qualidade e do combate ao estigma social, será possível reduzir os índices de adoecimento por TB e promover melhores desfechos clínicos para esse grupo vulnerável.

REFERÊNCIAS

ALVES, Kelle Karolina Ariane Ferreira et al.. Fatores associados à cura e ao abandono do tratamento da tuberculose na população privada de liberdade. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 23, p. e200079, 2020.

BATISTA, Luis Eduardo. Masculinidade, raça/cor e saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.10, n.1, p. 71-80, 2005.

BIANDARO, Priscila et al. Entre a rua e os direitos: aporofobia, direitos humanos e o impacto da ADPF 976 nas vidas em situação de rua. 2024.

Disponível em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&as_sdt=0%2C5&q=Entre+a+rua+e+os+direitos%3A+aporofobia%2C+direitos+humanos+e+o+impacto+da+ADPF+976+nas+vidas+em+situacao%3A7%3A3o+de+rua&btnG=#d=gs_qab&t=1726265002783&u=%23p%3DGGQVaGIRBnEUJ

BESSLER, Danielle et al. Práticas de cuidado à mulher no ciclo gravídico puerperal com histórico de consumo de álcool e outras drogas: perspectiva da enfermagem. 2018. Disponível em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Praticas+de+cuidado+%3A0+mulher+no+ciclo+gravidico+puerperal+co

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

m+hist%C3%B3rico+de+consumo+de+%C3%A1lcool+e+outras+drogas%3A+perspectiva+da+enfermagem&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265029640&u=%23p%3DoCiDFWeKs uAJ.

BAKER, M.G., et al. Health care access and tuberculosis in prisons. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*. 2019. Disponível em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Health+care+access+and+tuberculosis+in+prisons.&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265065545&u=%23p%3DXUXOH_csHZ0J.

BRASIL. Portal da Saúde. Ministério da Saúde. Tuberculose [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2011a [citado 2019 Mar 10]. Disponível em:

http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1527
BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil. Brasília, DF; 2011b. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. Tuberculose. 2022. Disponível em:

<https://www.gov.br/saude/ptbr/assuntos/saude-de-a-a-z/t/tuberculose>

CAMPOS, Vinicius Rosendo Vieira, CARVALHO Jessica Azeredo, FILGUEIRA, Michelle de Jesus Pantoja. Perfil epidemiológico da população privada de liberdade notificada com tuberculose no Tocantins de 2008 a 2018. *Revista de Patologia do Tocantins*, vol. 8, n.1, 2021.

DA SILVA, Nádyá Beatriz Nunes Castro et al. Tabagismo como fator de risco para o desenvolvimento de câncer de pulmão. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, n. 19, p. e313-e313, 2019.

FRIEDMAN, S. R. et al. Social determinants of health and tuberculosis. *American Journal of Public Health*. 2020. Disponível em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Social+determinants+of+health+and+tuberculosis&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265101979&u=%23p%3DEYHpOC4BtaMJ.

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

GONZALEZ, A. et al. Stigma and tuberculosis: A review of the literature. Journal of Public Health. 2019. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Stigma+and+tuberculosis%3A+A+review+of+the+literatur&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265137872&u=%23p%3DIZG13XbqcEsJ.

HARRIS, M. et al. Substance use and tuberculosis in correctional settings. Substance Use & Misuse. 2021. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Substance+use+and+tuberculosis+in+correctional+settings&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265183227&u=%23p%3DWF-zv6GaRgQJ.

MACEDO, Layla Ribeiro; MACIEL, Ethel Leonor Noia; STRUCHINER, Claudio Jose. Fatores associados à tuberculose na população privada de liberdade no Espírito Santo. Revista de Saúde Pública, v. 54, p. 67, 2020.

MOREIRA, Tiago Ricardo et al. Prevalência de tuberculose na população privada de liberdade: revisão sistemática e metanálise. Revista Panamericana de Salud Pública [online]. 2019, v. 43, e16. Disponível em: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.16>>.

MURRAY, C. J. L. et al. Global tuberculosis report. World Health Organization. 2018. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Global+tuberculosis+report&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265239808&u=%23p%3D86nwPVKTEjEJ.

NEVES DA SILVA, B. DE ABREU TEMOTEO, R. C. CRISTINNE BERTINO VÉRAS, G.; DINIZ VIEIRA SILVA, C. R. Fatores predisponentes de tuberculose em indivíduos privados de liberdade: revisão integrativa. Archives of Health Sciences, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 67-71, 2022. Disponível em: <https://ahs.famerp.br/index.php/ahs/article/view/100>.

NICOLAU, Ana Izabel Oliveira. Conhecimento, atitude e prática de presidiárias quanto ao uso do preservativo masculino e feminino. 2010. Disponível em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Global+tuberculosis+report&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265239808&u=%23p%3D86nwPVKTEjEJ.

OLIVEIRA, Luisa Gonçalves Dutra et al. Análise da implantação do Programa de Controle da Tuberculose em unidades prisionais no Brasil. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 31, n. 3, p. 543-554, 2015.

OLIVEIRA, Mara Silvia Rocha et al. Perfil epidemiológico dos casos de tuberculose no estado do Maranhão nos anos de 2012 a 2016. Revista Prevenção de Infecção e Saúde, [S. l.], v.4, 2018

OLIVEIRA, Fernanda Esthefane Garrides et al. Desigualdades raciais na ocorrência de multimorbidade entre adultos e idosos brasileiros: 10 anos do Estudo Longitudinal de Saúde do Adulto (ELSA-Brasil). 2023. Tese de Doutorado. Disponível em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Global+tuberculosis+report&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265239808&u=%23p%3D86nwPVKTEjEJ.

PÉREZ, A., et al. Comorbidities and tuberculosis: A systematic review. BMC Infectious Diseases. 2021. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Global+tuberculosis+report&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265239808&u=%23p%3D86nwPVKTEjEJ.

RIBAS, Julia Lenise Caetano et al. Temporal trend of tuberculosis in the population deprived of Liberty in the State of Tocantins. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 6, p. e7910615400, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15400>.

SIQUEIRA, Helio R. Enfoque Clínico da Tuberculose Pulmonar. Pulmão RJ. 2012. Disponível em: [\[http://www.sopterj.com.br/profissionais/_revista/2012/n_01/04.pdf\]](http://www.sopterj.com.br/profissionais/_revista/2012/n_01/04.pdf).

SILVA, Gabriella Diogo da. Perfil epidemiológico da tuberculose na população privada de liberdade, Pernambuco, 2012 a 2021. 2023. 33 f. TCC

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

(Graduação) - Curso de Saúde Coletiva, Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2023.

SINGO, B. O. Impacto da Gravidez Precoce Sobre os Resultados Educativos e Socioeconomicos de Adolescentes Moçambicanas: resgatar o passado e perspectivar o futuro. Revista de Ciências e Humanidades, p. 150-175, 2018.

Disponível

em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Global+tuberculosis+report&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265239808&u=%23p%3D86nwPVKTEjE.

SILVA, Maria Jayane Menezes. Codependência química e os impactos nos familiares que convivem com dependentes do álcool. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Disponível

em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Global+tuberculosis+report&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265239808&u=%23p%3D86nwPVKTEjE.

SOUZA AGUIAR, Fabio Henrique et al. Perfil da tuberculose em populações vulneráveis: pessoas privadas de liberdade e em situação de rua. Revista de Ciências Médicas e Biológicas, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 253-258, 2021. DOI: 10.9771/cmbio.v20i2.43513.

Disponível

em:

<https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/43513>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Envelhecimento ativo: uma política de saúde. In: Envelhecimento ativo: uma política de saúde. 2005. p. 60-60.

Disponível

em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Envelhecimento+ativo%3A+uma+pol%C3%ADtica+de+sa%C3%BAde.&btnG=#d=gs_qabs&t=1726264838282&u=%23p%3DCpZo7CsSC-4J

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2020). Tuberculosis in prisons: A global perspective. WHO Report. 2020.

Disponível

em:

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Global+tuberculosis+report&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265239808&u=%23p%3D86nwPVKTEjE

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

erculosis+report&btnG=#d=gs_qabs&t=1726265239808&u=%
23p%3D86nwPVKTEjEJ.

Capítulo 16

ASSOCIAÇÃO ENTRE CONTEXTO ACADÊMICO E SATISFAÇÃO COM A VIDA EM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DE REGIÕES DE BAIXA RENDA DURANTE PERÍODO PANDÊMICO

Helen Ferreira de Brito Souza¹
Armando Rodrigues de Alencar Santos²
Marcus Vinicius Nascimento Ferreira³

RESUMO

Testar a relação entre contexto acadêmico e satisfação com a vida em estudantes universitários em período pandêmico. Este é um estudo observacional transversal, parte do projeto 24-hour Movement Behavior and Metabolic Syndrome (24h-MESYN). Nossa amostra foi composta por 193 estudantes universitários (74,7% mulheres; 44,0% com idades entre 21 e 25 anos; 65,8% matriculados em um curso de ciências da saúde; 24,8% matriculados do 1º ao 3º semestre). Os dados foram coletados no primeiro semestre de 2021 em uma cidade do interior do estado do Maranhão, Brasil. As informações foram auto-relatadas e obtidas por meio de um questionário online, que forneceu medidas operacionais para as seguintes variáveis teóricas: características demográficas e econômicas, contexto acadêmico e satisfação com a vida. Consideramos como exposições as variáveis do contexto acadêmico (natureza do curso, turno, período acadêmico, número de disciplinas em andamento e horas de estudo por dia), enquanto o desfecho foi o escore de satisfação com a vida, medido pela Satisfaction With Life Scale. As associações foram analisadas utilizando regressão linear multivariada. Não observamos associação entre natureza do curso ($\beta = 0,27$ [IC 95%: -2,6 a 0,75]), turno do curso ($\beta = 0,63$ [IC 95%: -1,0 a 0,6]), período acadêmico ($\beta = 0,87$ [IC 95%: -1,7 a 2,0]), quantidade de disciplina matriculadas ($\beta = 0,25$ [IC 95%: -0,9 a 0,2]), hora de estudo por dia ($\beta = 0,11$ [IC 95%: -0,7 a 0,08]). Conclusão: Não encontramos relação entre o contexto acadêmico e a satisfação com a vida em estudantes universitários durante a pandemia da COVID-19.

Palavras-chave: Satisfação com a vida, Contexto acadêmico, Pandemia, Estudantes.

¹HEALth, pHYsical activity and Behavior ReseArch (HEALTHY-BRA) group, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, Brasil. Graduanda em Bacharelado em medicina, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, Brasil. Email: helen.ferreira@mail.uft.edu.br

²HEALth, pHYsical activity and Behavior ReseArch (HEALTHY-BRA) group, Faculdade do Centro Maranhense, Brasil. Mestre em Ensino em Ciências e Saúde. Email: armando.rodrigues@mail.uft.edu.br

³HEALth, pHYsical activity and Behavior ReseArch (HEALTHY-BRA) group, Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, Brasil. Doutor em Medicina preventiva, Faculdade Medicina da Universidade de São Paulo; Doutor em Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza. Docente do curso de Educação Física, Universidade Federal do Tocantins, marcus.nascimento@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

Com a declaração da pandemia de COVID-19, vários países aplicaram uma série de medidas de austeridade para conter a propagação da doença, entre elas, o isolamento social, afetando significativamente o modo de vida das pessoas e provocando percepções negativas como estresse, angústia e desamparo (BROOKS et al., 2020). Um dos setores da sociedade afetados pela pandemia foi o da educação. A transição abrupta no modo de ensino, que passou a ser conduzida principalmente através do ensino à distância, introduziu desafios sem precedentes para os estudantes e as suas famílias (TRIA, 2020).

Ser estudante tem sido relatado como um fator de risco para a ocorrência de desfechos em saúde mental e parece afetar negativamente o bem-estar psicológico em comparação com outras faixas etárias durante este surto pandêmico (LEI et al., 2020). Nesse sentido, estudos demonstram que a satisfação com a vida dos estudantes é afetada por fatores de estresse (KOKKINOS et al., 2022). Conceitualmente, a satisfação com a vida, pode ser definida como sendo a avaliação cognitiva e emocional que os indivíduos fazem a respeito de diferentes aspectos e contextos de suas vidas (DA SILVA et al., 2018).

No ambiente universitário, a satisfação com a vida é um importante marcador de saúde mental em estudantes (VIANA e ARAUJO, 2022) e parece modular as experiências acadêmicas, podendo afetar os níveis de motivação, bem como a abordagem de estudo (HONORIO et al., 2020). Logo, diversas variáveis deste contexto estão relacionadas com a saúde física e mental dos estudantes, como a natureza do curso, turno de estudo, período, quantidade de disciplinas e horas de estudo (BEHR et al., 2020; AINA et al., 2022).

A pandemia de COVID-19 afetou também as rotinas acadêmicas e comportamentos dos estudantes universitários. Nesse contexto, vários estudantes enfrentaram dificuldades relacionadas ao ensino e aprendizagem por meio de aulas remotas e a adaptação rápida ao uso de novas ferramentas (RODRIGUES et al., 2020). Ademais, um estudo demonstrou que a maioria dos alunos sentiu uma redução no tempo que eles passaram estudando e diminuição acentuada no desempenho (MEO et al., 2020)

A partir dessa perspectiva, entende-se que a situação decorrente das medidas de enfrentamento à pandemia do COVID-19 parece ter afetado fatores psicológicos e consequentemente, o bem-estar mental, prejudicando a formação acadêmica e, de maneira geral, a saúde dos estudantes. Logo, para o melhor do nosso conhecimento, ainda não existem na literatura estudos endereçando a relação entre o contexto acadêmico (a natureza do curso, turno de estudo, período, quantidade de disciplinas e horas de estudo) e a satisfação com a vida em estudantes universitários durante uma pandemia. Desta maneira, o objetivo deste estudo é testar a relação entre contexto acadêmico e satisfação com a vida em estudantes universitários em período pandêmico.

MÉTODO E MATERIAIS

Desenho do estudo

Este estudo é de natureza observacional transversal e é parte integrante da primeira fase do estudo 24-hour Movement Behavior and Metabolic Syndrome (24h-MESYN) (NASCIMENTO- FERREIRA et al., 2022), um estudo de coorte prospectiva. A coleta de dados aconteceu durante o primeiro semestre de 2021.

Aspectos éticos

O estudo 24h-MESYN, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa

(CEP, ID: 4.055.604 e 5.161.340). O projeto obedece a princípios éticos internacionais para pesquisa com seres humanos

(i) Declaração de Helsinque, revisada em 2008, Seul, Coréia; princípios éticos nacionais (ii) resolução do CNS 466/12; (iii) diretrizes para a condução da atividade de pesquisa durante a pandemia causada pelo COVID-19 e (iv) orientações para pesquisa em ambiente virtual (OFÍCIO CIRCULAR N°2/2021/CONEP/CNS/MS). Informamos aos estudantes sobre os objetivos e a metodologia do estudo, bem como os potenciais riscos e benefícios. Em seguida, os convidamos a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e/ou o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) como requisito para a participação no estudo.

População e amostra

A população do estudo é composta por estudantes matriculados em uma instituição de ensino superior localizada em uma cidade do interior do estado do Maranhão, Brasil, que apresenta um índice de Gini de 0,56 (BRASIL, 2010). A dimensão da amostra foi calculada segundo os pressupostos de Nascimento-Ferreira (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2018), obedecendo os seguintes parâmetros: α de 0,05, β de 0,20 (ou poder de 80%) e coeficiente de correlação de 0,28 (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022). Fundamentados nesses parâmetros, estimamos um tamanho amostral necessário de 85 estudantes para o presente estudo. Todavia, com o intuito de atender os aspectos mínimos para todas as ferramentas testadas pelo estudo 24 h-MESYN, projetado para avaliar as propriedades psicométricas de pelo menos cinco outras ferramentas subjetivas, estipulamos um total de 342 participantes convidados. A nível de desenho de estudo, a distribuição dos participantes obedeceu a uma proporção de 60/40 por sexo (feminino/masculino) e natureza do curso (ciências da saúde ou outras áreas), baseada em coortes anteriores (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022). Com tudo, houve uma prevalência de recusa em

participar do estudo de 43,0%. Dessa forma, nós avaliamos uma amostra de 193 alunos de graduação.

Critérios de elegibilidade

Nós consideramos aptos para compor a amostra do estudo os estudantes matriculados na instituição de ensino superior participante, de ambos os sexos, com 17 anos ou mais e que assinaram o TCLE e, no caso dos menores de 18 anos, o TALE. Foram excluídos: grávidas, participantes que apresentaram incapacidade física e alunos que não preencheram os questionários. Estes indivíduos foram excluídos apenas das análises.

Variáveis e instrumentos

Todas as informações foram auto-relatadas e acessadas por meio de instrumento subjetivo, sendo esses dados recuperados por meio de um questionário online (disponível em <https://forms.gle/L92wXsVaxxfPNqpE8>), o qual forneceu medidas operacionais para as seguintes variáveis teóricas: características demográficas e econômicas, contexto acadêmico e satisfação com a vida.

Exposições

Nós adotamos como exposições variáveis do contexto acadêmico a seguir: natureza do curso (ciências da saúde ou outras áreas), turno (matutino, vespertino, noturno ou integral), período acadêmico ($\leq 3^{\circ}$ semestre ou $> 3^{\circ}$ semestre), quantidade de disciplinas matriculadas (1 a 10 disciplinas) e, horas de estudo por dia (1 a 10 horas) (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022).

Desfecho

Nós adotamos como desfecho a satisfação com a vida, variável

coletada por meio da aplicação da Satisfaction With Life Scale (SWLS), formato online (CARDOSO et al., 2023). A SWLS é composta por cinco itens referentes à satisfação com a vida em diferentes domínios cujas respostas estão dispostas em uma escala Likert de 7 pontos, convertida em pontuação de "discordo totalmente" (1 ponto) a "concordo totalmente" (7 pontos); quanto mais próximo de sete, maior a satisfação com a vida (GOUVEIA et al., 2009).

Variáveis de confusão

Foram consideradas como potenciais variáveis de confusão: sexo biológico (masculino e feminino); idade (até 20 anos, 21 a 25 anos, 26 a 30 anos, 31 a 35 anos, 36 anos ou mais); raça/etnia (branco, preto, pardo, indígena, oriental); nível de escolaridade materna (analfabeto/fundamental I incompleto, fundamental I/fundamental II incompleto, fundamental completo/médio incompleto, médio completo/superior incompleto, superior completo).

Procedimentos

A equipe de trabalho de campo foi composta obrigatoriamente por pesquisadores de graduação e pós-graduandos de múltiplas áreas das ciências da saúde. Antes da realização da coleta de dados, os avaliadores passaram por treinamento com o objetivo de obter as qualificações necessárias para a realização do trabalho de campo (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022). Nós iniciamos a primeira etapa do projeto após o consentimento por escrito da instituição, nessa fase, foram cumpridos os seguintes passos: explicação do projeto aos estudantes, convite para participar da pesquisa e envio do TCLE e/ou TALE por meio de um aplicativo de mensagens instantâneas (WhatsApp) aos interessados em colaborar voluntariamente com o estudo. Na segunda etapa, os participantes que assinaram o TCLE responderam ao

questionário eletrônico pela primeira vez. Para cada estudante que não respondeu ao questionário, nós enviamos até três lembretes. Duas semanas depois, ocorreu a terceira etapa, na qual os participantes responderam um questionário semelhante ao da etapa anterior. As informações obtidas nesta última etapa foram direcionadas a análise das propriedades psicométricas incluídas no projeto 24h-MESYN, portanto não foram utilizados neste estudo.

Análise estatística

Nós utilizamos o Stata 16.0 (Stata Corp., College Station, TX, EUA) em todas as análises estatísticas, consideramos nível de significância de 95,0% ($p < 0,05$). As análises descritivas foram realizadas com a média e desvio padrão para variáveis contínuas e frequência relativa e absoluta para variáveis categóricas. Nós examinamos as associações entre as variáveis usando regressão linear multivariável com modelo ajustado para as potenciais variáveis de confusão. As associações entre o desfecho (satisfação com a vida) e as exposições de interesse (natureza do curso, turno de estudo, período, quantidade de disciplinas matriculadas e horas de estudo por dia) foram analisadas calculando o coeficiente beta (β) e o intervalo de confiança de 95% (IC 95%).

DADOS E DISCUSSÃO

Dados

A caracterização dos estudantes de acordo com as variáveis demográficas, socioeconômicas e acadêmicas está apresentada na Tabela 1. Nós observamos uma maior participação de estudantes do sexo feminino (74,7%), com idade entre 21 e 25 anos (44,4%), brancas (34,0%), das ciências da saúde (66,6%), cursando acima do 3º período (75,0%), no turno noturno (53,8%). As médias de disciplinas em curso para o sexo masculino ($5,9 \pm 1,3$) e para o sexo feminino ($5,7 \pm 1,3$) foram próximas. Já a média de

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

horas de estudo diária é maior para o sexo feminino ($5,1 \pm ,8$) do que para o sexo masculino ($4,3 \pm 1,9$). Ademais, no escore de satisfação com a vida (Tabela 1) a média geral foi de $23,7 \pm 5,52$, com média para o sexo masculino de $23,9 \pm 5,7$, e para o sexo feminino de $23,7 \pm 5,4$.

Tabela 1. Caracterização dos estudantes de acordo com as variáveis demográficas, socioeconômicas e acadêmicas

Variáveis	Total	Sexo biológico	
		Masculino	Feminino
n (%)	193(100,0)	49 (25,3)	144 (74,7)
Faixa etária, n (%)			
Até 20 anos	46 (23,8)	12 (24,4)	34 (23,6)
21 a 25 anos	85 (44,0)	21 (42,8)	64 (44,4)
26 a 30 anos	36 (18,6)	9 (18,3)	27 (18,7)
31 a 35 anos	14 (7,2)	3 (6,1)	11 (7,6)
36 anos ou mais	12 (6,2)	4 (8,1)	8 (5,5)
Etnia, n (%)			
Branco	65 (33,6)	16 (32,6)	49 (34,0)
Preto	28 (14,5)	9 (18,3)	19 (13,1)
Pardo	97 (50,2)	23 (46,9)	74 (51,3)
Indígena	1 (0,5)	0 (0,0)	1 (0,6)
Oriental	2 (1,0)	1 (2,0)	1 (0,6)
Escolaridade materna, n (%)			
Analfabeto / Fun. I inc.	26 (13,9)	7 (15,5)	19 (13,3)
Fun. I Comp. / Fun. II inc	18 (9,6)	5 (11,1)	13 (9,1)
Fun. Comp. / Med. Inc.	26 (13,9)	5 (11,1)	21 (14,5)
Med. Comp. / Sup. Inc.	69 (36,9)	15 (33,3)	54 (38,0)
Sup. Comp.	48 (25,6)	13 (28,8)	35 (24,6)
Natureza do curso, n (%)			
Ciências da saúde	127 (65,8)	31 (63,2)	96 (66,6)
Outras áreas	66 (34,2)	18 (36,7)	48 (33,3)
Turno do curso			
Matutino	38 (19,7)	4 (8,1)	34 (23,7)
Noturno	119 (61,9)	42 (85,7)	77 (53,8)
Integral	35 (18,2)	3 (6,1)	32 (22,3)
Período acadêmico, n (%)			
≤ 3º período	48 (24,8)	12 (24,4)	36 (25,0)
> 3º período	145 (75,1)	37 (75,5)	108(75,0)
Quantidade de disciplinas matriculadas, média ± DP	$5,7 \pm 1,3$	$5,9 \pm 1,3$	$5,7 \pm 1,3$
Horas de estudo por dia, média ± DP	$4,9 \pm 1,9$	$4,3 \pm 1,9$	$5,1 \pm ,8$
SWLS global, média ± DP	$23,7 \pm 5,52$	$23,9 \pm 5,7$	$23,7 \pm 5,4$

Sexo biológico comp, completo; DP, desvio Padrão; Fun, ensino fundamental; inc, incompleto; Med, ensino médio; n, frequência absoluta; SWLS, Satisfaction With Life Scale; %, frequência relativa

A Tabela 2 mostra os resultados da regressão linear multivariável para a associação entre a satisfação com a vida e as exposições. Nós não observamos associação entre natureza do curso ($\beta = 0,27 [-2,6 - 0,75]$),

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

turno do curso ($\beta = 0,63$ [-1,0 - 0,6]), período acadêmico ($\beta = 0,87$ [-1,7 - 2,0]), quantidade de disciplina matriculadas ($\beta = 0,25$ [-0,9 - 0,2]), hora de estudo por dia ($\beta = 0,11$ [-0,7 - 0,0]) e o referido desfecho, no modelo ajustado.

Tabela 2. Associação entre contexto acadêmico e satisfação com a vida.

Variáveis	Satisfação com a vida	
	β^0 (IC 95%)	β^1 (IC 95%)
Constante	26,83 (21.6 - 32.0)	29,16 (23.2 a 35.1)
Idade		0,96 (-0,8 a 0,7)
Sexo biológico		0,53 (-2,4 a 1,2)
Raça/ etnia		0,08 (-1,5 a 0,1)
Nível de escolaridade materna		0,75 (-0,5 a 0,7)
Natureza do curso	0,49 (-2,2 - 1,1)	0,27 (-2,6 a 0,75)
Turno do curso	0,60 (-1,0 - 0,6)	0,63 (-1,0 a 0,6)
Período acadêmico	0,51 (-1,2 - 2,5)	0,87 (-1,7 a 2,0)
Quantidade de disciplina matriculadas	0,32 (-0,8 - 0,2)	0,25 (-0,9 a 0,2)
Horas de estudo por dia	0,20 (-0,6 - 0,1)	0,11 (-0,7 a 0,08)

β : coeficiente beta; IC 95%: intervalo de confiança de 95%.

⁰: Modelo não ajustado

¹: modelo ajustado

Discussão

Para o melhor do nosso conhecimento, o presente estudo é o primeiro a endereçar a relação entre o contexto acadêmico (a natureza do curso, turno de estudo, período, quantidade de disciplinas e horas de estudo) e a satisfação com a vida em estudantes universitários durante uma pandemia. Nesse cenário, nossas evidências apontaram que as variáveis do contexto acadêmico aqui analisadas não apresentaram associação significativa com a satisfação com a vida.

Nossos achados indicaram que não há associação entre as variáveis do contexto acadêmico (natureza do curso, turno, período acadêmico, número de disciplinas em andamento e horas de estudo por dia) e a satisfação com a vida. Os estudos destas variáveis no período pandêmico são escassos. Entretanto, existem abordagens de temáticas semelhantes, mas que indicam achados conflitantes. Dessa forma, dois estudos indicaram resultados similares: um constatou não haver relação

estatisticamente significativa entre satisfação com a vida e desempenho acadêmico (CAZ; TANVERI, 2018), e o outro, que os níveis de estresse percebido e a satisfação com a vida durante a pandemia da COVID-19 não estão relacionados ao desempenho acadêmico (OCAÑA-MORAL et al., 2021). Por outro lado, há literatura que aponta que a adaptabilidade ao contexto universitário está condicionada, direta e indiretamente, com a satisfação com a vida (GINEVRA et al., 2018; SCHRÖPFER et al., 2021). Estes achados podem ser parcialmente explicados pelo caráter subjetivo da satisfação com a vida, a qual depende de critérios definidos por cada indivíduo (DA SILVA et al., 2018), o que torna seu estudo complexo e passível de variações. Uma outra explicação para nossos achados pode ser o fato de que os dados foram coletados em um momento no qual os alunos haviam retornado recentemente ao convívio social. Nesse sentido, as mudanças trazidas pelo período pandêmico, como isolamento social, o ensino à distância e, em seguida, a readaptação à convivência social, podem ter alterado a percepção da satisfação com a vida.

Não podemos deixar de mencionar as limitações deste estudo. Nossos achados não podem ser generalizados para a população de estudantes universitários, dado que nossa amostra não é representativa. No entanto, é importante ressaltar que estudos com amostras não representativas são ferramentas científicas valiosas para gerar hipóteses que podem ser testadas em estudos representativos subsequentes, como foi o nosso caso, proporcionando viabilidade logística e econômica. Ademais, nossos dados foram recuperados de maneira subjetiva, podendo sofrer vieses de informação (como o viés de memória) (REICHENHEIM; MORAES, 1998). Por outro lado, nosso estudo possui pontos fortes, uma vez que é baseado em metodologia validada, e protocolo medidas harmonizadas (NASCIMENTO-FERREIRA et al., 2022). Por fim, é importante destacar a relevância do fortalecimento das evidências científicas no contexto universitário para a implementação de medidas

que visem identificar fatores de risco relacionados ao bem-estar dos estudantes. Nessa perspectiva, sugerimos a realização de estudos longitudinais com o objetivo de testar prospectivamente as relações entre as variáveis do contexto acadêmico e a satisfação com a vida, considerando que a conjuntura provocada pela pandemia da COVID-19, sobretudo no período de retorno de isolamento social, pode ter alterado as relações entre as variáveis investigadas neste estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não observamos relação entre as variáveis do contexto acadêmico e a satisfação com a vida em estudantes universitários durante a pandemia da COVID-19.

REFERÊNCIAS

- AINA, C. et al. The determinants of university dropout: A review of the socio-economic literature. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 79, p. 101-102, 2022.
- BRASIL. Índice de Gini da renda domiciliar per capita Maranhão (Período: 1991, 2000 e 2010), Ministério da Saúde. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/censo/cnv/ginima.def>. Acesso em: 12/09/2024.
- BEHR, A. et al. Dropping out of university: a literature review of education, *Review of Education*, v. 8, p. 614-652, jun, 2020.
- BROOKS, S. K. et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The Lancet*, v. 395, p. 912-20, mar. 2020.
- CARDOSO, A. G. A. et al. Psychometric properties of the online Satisfaction with Life Scale in university students from a low-income region. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 36, n.12 (2023).
- CAZ, C; TANYERI, L. The Relationship between Life Satisfaction and Academic Performance: An Example of Sports Science. *World Journal of Education*, v. 8, n. 5, 2018.
- DA SILVA, W. et al. Propriedades psicométricas da escala de satisfação com a vida no contexto esportivo brasileiro. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 24, n. 1, p. 45-49, 2018.
- GINEVRA, M. C. et al. The role of career adaptability and courage on life satisfaction in adolescence. *Journal of Adolescence*, v. 62, p.1-8, 2018.
- GOUVEIA, V., MILFONT, T., FONSECA, P., & COELHO, J. Life satisfaction in Brazil: Testing the psychometric properties of the Satisfaction with Life Scale (SWLS) in five Brazilian samples. *Social Indicators Research*, v. 90, p. 267-277, 2009.
- HONÓRIO, D. A. et al. Perfil motivacional, formas de estudo e satisfação de estudantes universitários com a vida. *Revista brasileira de estudos pedagógicos*, Brasília, v. 101, n. 258, p. 420- 435, 2020.

KOKKINOS, C. M. et al. The effects of perceived psychological, educational, and financial impact of COVID-19 pandemic on Greek university students' satisfaction with life through mental health. *Journal of Affective Disorders*, v. 300, p. 289-295, mar. 2022.

LEI, L. et al. Comparison of Prevalence and Associated Factors of Anxiety and Depression Among People Affected by versus People Unaffected by Quarantine During the COVID-19 Epidemic in Southwestern China. *Medical Science Monitor*, abr. 2020.

MEO S. A., ABUKHALAF D., ALOMAR A. A., SATTAR K, KLONOFF D. COVID-19 pandemic: impact of quarantine on medical students' mental wellbeing and learning behaviors. *Pakistan Journal of Medical Sciences*. V. 36, p. 43-48, 2020.

NASCIMENTO-FERREIRA, M. V. et al. 24 h movement behavior and metabolic syndrome study protocol: A prospective cohort study on lifestyle and risk of developing metabolic syndrome in undergraduate students from low-income regions during a pandemic. *Frontiers in Epidemiology*, v. 2, 2022.

NASCIMENTO-FERREIRA, M. V. et al. Assessment of physical activity intensity and duration in the paediatric population: evidence to support an a priori hypothesis and sample size in the agreement between subjective and objective methods. *Obesity Reviews*, v. 19, n. 6, p. 810–824, 2018.

OCAÑA-MORAL, M. T. et al. Relationship among Perceived Stress, Life Satisfaction and Academic Performance of Education Sciences Students of the University of Jaén after the COVID-19 Pandemic. *Education Sciences*, n. 11, 2021.

REICHENHEIM, M. E.; MORAES, C. L. Alguns pilares para a apreciação da validade de estudos epidemiológicos. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 1, n. 2, p. 132-148, 1998.

RODRIGUES, B. B., CARDOSO, R. R. D. J., PERES, C. H. R., & MARQUES, F. F. Aprendendo com o imprevisível: saúde mental dos universitários e educação médica na pandemia de Covid-19. *Revista brasileira de Educação Médica*, v. 44, 2020.

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

SCHRÖPFER, K. Psychological Stress among Students in Health-Related Fields during the COVID- 19 Pandemic: Results of a Cross-Sectional Study at Selected Munich Universities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, n. 18, 2021.

TRIA, J. Z. The COVID-19 Pandemic through the Lens of Education in the Philippines: the new normal. *International Journal of Pedagogical Development and Lifelong Learning*, v. 1, n. 1, 2020.

VIANA, J. L. D.; NORONHA, A. P. P. Satisfação com a vida, afetos na escola e sintomas depressivos em adolescentes. *Paidéia*, v.32, n. 3203, p. 1-10, 2022.

FINANCIAMENTO

O estudo conta com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processo 402391/2021-7). O presente estudo também foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins, via bolsa de iniciação científica.

Capítulo 17

EPIDEMIOLOGIA DE ALTERAÇÕES DO EXAME CITOCOLPOSCÓPICO DE MULHERES ATENDIDAS EM UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE DA CIDADE PALMAS

Edson Gustavo Rodrigues Miranda¹
Elione Patricia Lino Pereira Franchi²
Valdir Francisco Odorizzi³

RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar os resultados de colposcopias realizadas em mulheres atendidas na Unidade Básica de Saúde (UBS) 409 Norte, em Palmas-TO, entre os anos de 2018 e 2022. Foram coletados dados de 212 colposcopias, mas, após a aplicação de critérios de exclusão, 112 exames foram incluídos na análise final. A média de idade das pacientes foi de 37 anos, com um desvio padrão de 7,97, variando de 19 a 64 anos. As principais indicações para a realização da colposcopia foram alterações celulares como ASC-US e ASC-H, presentes em 86,6% dos casos. As lesões mais frequentes detectadas na biópsia foram Neoplasia Intraepitelial Cervical (NIC) 2, com 40,2%, e NIC 3, com 31,2%. A ação do Papilomavírus Humano (HPV) foi observada em 19% das amostras. Não houve correlação significativa entre a idade das pacientes e os resultados das biópsias. O estudo reforça a importância do exame de colposcopia na detecção precoce de lesões cervicais em mulheres, especialmente no contexto da atenção primária à saúde, contribuindo para a redução da incidência e mortalidade por câncer cervical.

Palavras-chave: Colposcopia, Citocolposcopia, Câncer cervical, Epidemiologia.

¹Graduando em Medicina, Pibic/UFT, Universidade Federal do Tocantins, gustavo.miranda@mail.uft.edu.br

²Doutora em Doenças Tropicais pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" -UNESP, ITPAC – Porto Nacional, eliane.franchi@mail.uft.edu.br

³Doutor em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, Curso de Medicina, Universidade Federal do Tocantins, vfo@mail.uft.edu.br

INTRODUÇÃO

A colposcopia, um exame ginecológico crucial, proporciona uma visão ampliada do colo do útero, vagina e vulva, sendo conduzida mediante o uso do colposcópio, um microscópio binocular equipado com lentes de aumento (FEBRASGO, 2010). Apesar de sua associação frequente com a atenção especializada e o diagnóstico de lesões pré-cancerígenas ou cancerígenas, é vital destacar o papel significativo que a colposcopia desempenha na atenção primária à saúde. Realizado com a paciente em posição ginecológica, esse exame pode, quando necessário, ser complementado por biópsias, especialmente diante de alterações como leucoplasia, eritroplasia, atipias vasculares, papilomas e erosões, frequentemente correlacionadas à infecção pelo Papilomavírus Humano (HPV). Este vírus, por sua vez, é conhecido por ser um precursor do câncer do colo do útero, tornando a triagem para a detecção de anormalidades uma prática essencial, frequentemente apoiada por exames como o teste de Papanicolau. Contudo, a colposcopia emerge como um método complementar, permitindo a visualização ampliada e detalhada do trato genital baixo feminino (INCA, 2022; SELLORS; SANKARANARAYANAN, 2003).

É relevante enfatizar que a detecção precoce, mesmo na Atenção Básica, pode ser significativamente avançada por meio do exame colpocitológico, um procedimento altamente eficaz e de custo acessível (JUNIOR, 2011). A coleta de material para análise histopatológica, integrada às informações clínicas, é também uma ferramenta valiosa para a identificação de células e tecidos pré-malignos (FEBRASGO, 2010). O rastreamento do câncer cervical assume uma importância vital, pois propicia a detecção precoce de lesões neoplásicas e displásicas, elevando as taxas de cura e reduzindo a mortalidade (FEBRASGO, 2010). No contexto brasileiro, o câncer do colo do útero ocupa a terceira posição em incidência entre as mulheres, estimando-se para o ano de 2023 um total de 17.010 casos novos, correspondendo a uma taxa de incidência de aproximadamente 13,25 casos a cada 100 mil mulheres (INCA, 2022).

Entretanto, desafios substanciais para o sistema de saúde persistem, incluindo o acesso insuficiente aos exames, serviços de tratamento e infraestrutura. Esses obstáculos representam empecilhos significativos para programas preventivos com uma organização eficaz, alinhada com a população abrangida (OPAS, 2017). Diante disso, o exame de colposcopia assume um papel fundamental no rastreio e detecção de anormalidades no trato genital feminino. A análise de laudos colposcópicos proporciona uma contribuição valiosa para o aprimoramento das práticas de triagem e diagnóstico de doenças cervicais, fornecendo insights cruciais para a formulação de ações e modelos de conscientização na atenção primária à saúde voltada para a assistência à mulher.

MÉTODO E MATERIAIS

TIPO DE ESTUDO: trata-se de um estudo epidemiológico transversal, com abordagem quantitativa.

LOCAL DO ESTUDO: O estudo foi realizado com dados de pacientes atendidas na célula de atendimento ginecológico que se encontra na unidade de saúde 409 Norte, território Kanela. O Território Kanela encontra-se na Região Norte, de Palmas, Tocantins. De acordo com os dados do último censo demográfico, possui uma população total de 441.455 habitantes, representando 17,2% da população municipal (Prefeitura de Palmas, 2018).

PERÍODO DO ESTUDO: A coleta do estudo aconteceu no segundo semestre de 2023, momento que foram coletados dados referentes aos exames colposcópicos realizados no período de 2018 a 2022; **POPULAÇÃO DO ESTUDO:** Foi composta por mulheres encaminhadas à UBS 409 Norte para realização do exame ginecológico.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO: Foram incluídas todas as fichas

das pacientes que passaram por exames de colposcopia e citologia oncológica, juntamente com os respectivos laudos, incluindo as biópsias. Foram excluídos aqueles com dados incompletos.

PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS: após aprovação pela Secretaria municipal de saúde e Comitê de ética em Pesquisa, foram solicitados à UBS 409 Norte os resultados de exames colposcópicos e citologias realizadas no período delimitado do estudo. Os pesquisadores realizaram várias visitas à UBS, previamente agendadas com a coordenação e equipe local, de modo a não alterar a rotina de atendimento da unidade. As variáveis foram coletadas em planilha Excel.

VARIÁVEIS: foram coletadas as variáveis idade, conclusão de colposcopia, citologia e biópsia. ANÁLISE DOS DADOS: Os dados analisados, do período de 2018 a 2022, foram tabulados em planilha do Office Excel. As análises descritivas e testes estatísticos de associação serão realizados pelo Stata®18. Foram verificados os pressupostos de normalidade sendo considerado intervalo de confiança de 95% e p -valor $\leq 0,05$, o teste de X^2 de Pearson foi utilizado para análise de associação de variáveis. Gráficos e Tabelas serão construídos para melhor apresentação dos dados.

ASPECTOS ÉTICOS: O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Tocantins (UFT) com o CAAE nº 91394418.5.0000.5519.

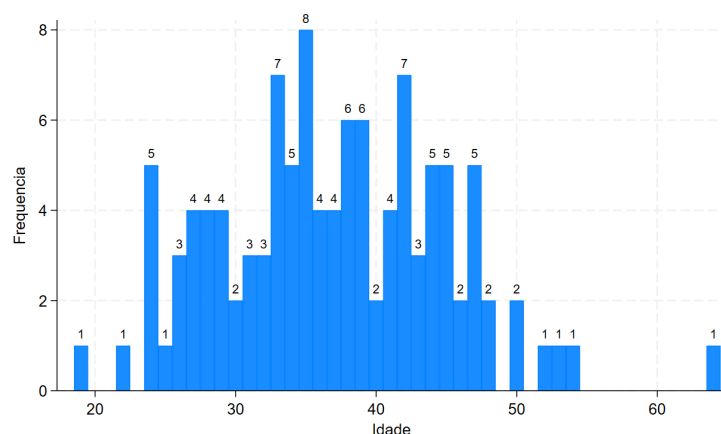
DADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados dados de 212 colposcopias realizadas na unidade de saúde da 409 Norte, após aplicar os critérios de exclusão, restaram 112 colposcopias, pois 100 exames não foram encontrados os resultados das biópsias ou faltavam outros dados.

A média de idade das mulheres submetidas a colposcopia foi de 37 anos com desvio padrão de 7,97, variando de 19 a 64 anos de idade. A Figura 1

demonstra a variação de idade.

Figura 1: Distribuição das idades das mulheres submetidas a colposcopia na unidade de saúde 409 Norte, Palmas-TO.



A principal indicação de colposcopia foi a apresentação de ASC-US e ASC-H, com 86,6%, já o resultado de biópsia mais frequente foi NIC 2 (40,2%) seguido de NIC 3 (31,2%). Ação do HPV foi relatado em 19% das colposcopias, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Características Resultados dos exames de Colposcopia realizados por mulheres atendidas na unidade de saúde 409 Norte, Palmas-TO.

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

Características	N	%
Indicação		
ASC-US e ASC-H	97	86,6
Adenoma in situ	11	9,8
Outros	4	3,6
Colposcopia/biópsia		
NIC 1	14	12,5
NIC 2	45	40,2
NIC 3	35	31,2
Carcinoma in situ	4	3,6
Outros	14	12,5
Ação viral HPV		
Sim	19	17
Não	93	83
Outros achados		
Cervicite crônica	36	32,2
Metaplasia escamosa	21	18,7

Na Tabela 2, a análise de associação demonstrou não haver relação entre a idade com a indicação do exame ou mesmo com os resultados das biópsias. A figura 2 apresenta a distribuição por achados na biópsia.

Tabela 2: Resultados de exames segundo a idade das mulheres atendidas na unidade de saúde da 409 Norte, Palmas-TO

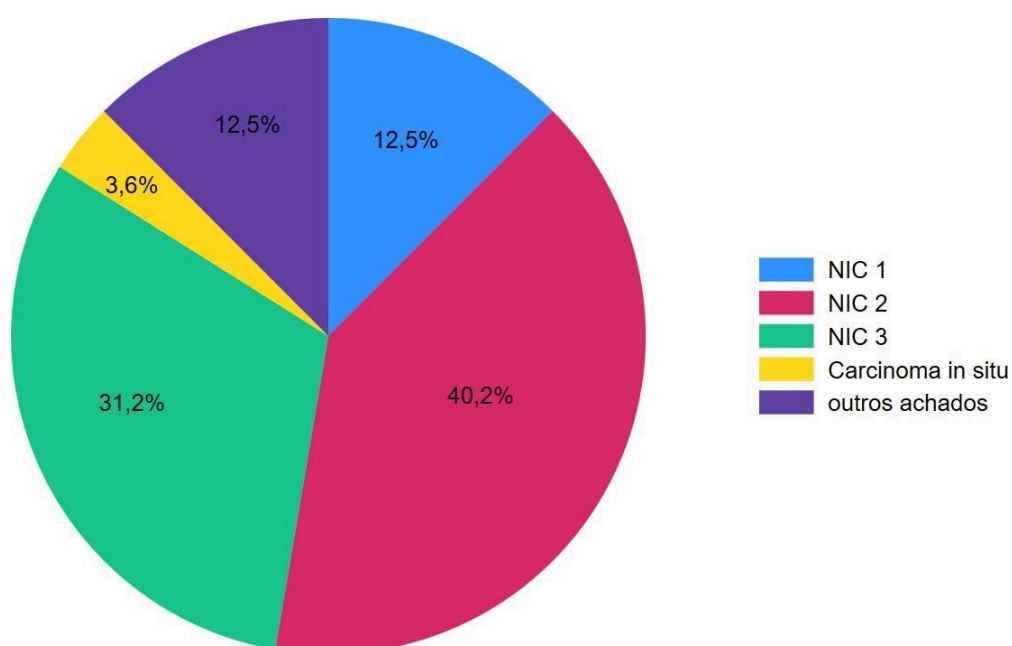
Características	Até 35 anos n(%)	36 anos ou + n(%)	p-valor*
Indicação (citologia)			0,486

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

ASC-US e ASC-H	44(45,3)	53(54,6)	
Adenoma in situ	5(45,4)	6(54,5)	
Outros	2(50)	2(50)	
Colposcopia/biópsia			
NIC 1	6(42,8)	8(57,1)	
NIC 2	21(46,6)	24(53,3)	0,982
NIC 3	19(54,2)	16(45,8)	
Adeno/Carcinoma	1(25)	3(75)	
Outros	4(28,5)	10(71,4)	
Ação viral HPV			
Sim	8(42,1)	11(57,7)	0,742
Não	43(46,8)	50(53,7)	

*teste de X² de Pearson

Figura 2: Resultados das biópsias coletadas nas colposcopias de mulheres atendidas na unidade de saúde da 409 Norte, Palmas-TO



A tabela 3, apresenta análise de associação entre resultado da

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

biópsia (Grupo NIC 1 e 2 x Grupo NIC 3 e carcinoma), o qual não apresentou significância. Os resultados não demonstraram relação entre a indicação pela citologia prévia, com a biópsia, mas observa-se que dos 86,6% das indicações devido a ASC-US e ASC-H, 34% destes foram diagnosticados na biópsia com NIC 3 ou carcinoma in situ.

Tabela 3: Resultados das colposcopias segundo biópsia das mulheres atendidas na unidade de saúde da 409 Norte, Palmas-TO

Características	NIC 1 e 2 n(%)	NIC 3 e Carcinoma n(%)	p-valor
Indicação (citologia)			
ASC-US e ASC-H	64(65,9)	33(34)	0,801
Adenoma in situ	7(63,6)	4(36,3)	
Outros	2(50)	2(50)	
Ação viral HPV			
Sim	16(84,2)	3(15,8)	0,05
Não	57(61,3)	36(38,8)	

*teste de X^2 de Pearson

Os resultados deste estudo possibilitaram a análise das características das mulheres submetidas à colposcopia na unidade de saúde da 409 Norte, Palmas-TO, assim como os principais achados das biópsias subsequentes indicaram que 71,5% das mulheres analisadas apresentaram lesões de NIC 2 ou 3. Esse dado está em consonância com o estudo de Costa et al. (2011), que investigou a prevalência de lesões cervicais na cidade de Maceió, onde 73,3% das mulheres de sua amostra também foram diagnosticadas com lesões de NIC 2 ou 3. Esse paralelo reforça a semelhança dos perfis de prevalência dessas lesões em diferentes regiões do Brasil. Por outro lado, um estudo realizado no

estado do Tocantins, conduzido por Vaz et al. (2020), revelou que 46,8% das mulheres de sua amostra apresentaram lesões de NIC 2 ou 3. Quando consideradas também as lesões de NIC 1, esse percentual sobe para 72,15%, demonstrando um perfil epidemiológico distinto daquele identificado no presente estudo (VAZ et al., 2020).

A média de idade das mulheres participantes do estudo foi de 37 anos, com um desvio padrão de 7,97 anos, variando entre 19 e 64 anos. Esses dados não demonstraram uma relação significativa entre a idade das participantes e os resultados obtidos por meio de colposcopia ou biópsia. Tal achado está em conformidade com a literatura existente, que indica que a presença de lesões cervicais de alto grau, como Neoplasia Intraepitelial Cervical grau 2 (NIC 2) e grau 3 (NIC 3), está mais associada à persistência da infecção pelo Papilomavírus Humano (HPV) do que à idade avançada das pacientes (RODRIGUEZ, A. et al., 2010).

Estudos adicionais reforçam essa observação ao mostrar que a infecção pelo HPV pode persistir e se transformar em lesões de alto grau em mulheres independentemente da idade delas (RODRIGUEZ, A. et al., 2010). Embora a incidência de infecções pelo HPV seja mais comum em mulheres mais jovens geralmente, a transição para lesões de alto grau não está limitada apenas a essa faixa etária específica (BRASIL, 2016 ; MILANO et al., 2023). Essas descobertas ressaltam a necessidade de acompanhar regularmente e tomar medidas preventivas em mulheres de todas as faixas etárias para identificar precocemente e tratar adequadamente as lesões cervicais associadas ao HPV.

Entre os achados mais frequentes, destacam-se as lesões de alto grau, como NIC 2 (40,2%) e NIC 3 (31,2%), o que reflete a importância do diagnóstico precoce dessas alterações, especialmente no contexto da Atenção Primária. A presença do HPV foi confirmada em 19% das colposcopias, corroborando com o papel crucial do vírus na gênese das lesões cervicais, conforme descrito na literatura (SNIJDERS et al., 2006). A

relação entre a citologia prévia e os resultados da biópsia não apresentou significância estatística, porém, observou-se que 34% das pacientes com citologia ASC- US ou ASC-H foram diagnosticadas com NIC 3 ou carcinoma in situ. Este dado reforça a importância da colposcopia como ferramenta de diagnóstico complementar, especialmente para lesões citológicas de baixo grau que podem mascarar lesões histológicas mais graves (ROBINSON, et al. 2023).

A detecção precoce de lesões cervicais é essencial para a redução da incidência de câncer de colo do útero, especialmente em países em desenvolvimento, onde o acesso aos serviços de saúde pode ser limitado. A colposcopia, nesse sentido, se mostra como um exame acessível na Atenção Primária, facilitando o diagnóstico precoce e o tratamento adequado das mulheres atendidas (FEBRASGO, 2010). A inclusão deste procedimento em unidades básicas de saúde, como na unidade 409 Norte, proporciona uma maior cobertura para a população feminina, permitindo que mulheres que não teriam fácil acesso a serviços especializados possam ser diagnosticadas e tratadas precocemente, pois, segundo Srisomboon et al. (2006), mulheres em regiões com alta incidência de câncer cervical devem ser submetidas o mais rápido possível à colposcopia quando apresentam lesão intraepitelial escamosa de baixo grau na citologia cervical.

Este estudo apresenta como limitações não incluir na análise o tempo decorrido entre o resultado da citologia e a realização da colposcopia, assim como outras variáveis demográficas, devido à incompletude dos dados. Entretanto, os dados disponíveis reforçam a importância da colposcopia como método diagnóstico, destacando a relação entre citologia e biópsia, e a prevalência significativa de lesões NIC 2 e NIC 3 entre as pacientes atendidas. A realização do exame em nível de Atenção Primária se mostra uma estratégia eficiente, proporcionando acesso mais amplo às mulheres e, conseqüentemente,

permitindo um diagnóstico precoce de lesões cervicais (FEBRASGO, 2010). A colposcopia na atenção primária tem potencial para reduzir a incidência e a mortalidade por câncer cervical, mas barreiras e estruturas de atendimento precisam ser identificadas para uma implementação bem-sucedida (BENITES-ZAPATA et al., 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas permitiram identificar importantes aspectos sobre o perfil das mulheres submetidas à colposcopia na UBS 409 Norte, em Palmas-TO, destacando a prevalência significativa de lesões de alto grau, como NIC 2 (40,2%) e NIC 3 (31,2%). Esses achados reforçam a relevância do exame de colposcopia como uma ferramenta eficaz de rastreamento e diagnóstico precoce de lesões cervicais, especialmente no contexto da Atenção Primária à Saúde, onde o acesso a serviços especializados pode ser limitado (FEBRASGO, 2010).

A presença do Papilomavírus Humano (HPV) em 19% das pacientes evidencia a necessidade de intervenções preventivas, como a vacinação e o rastreamento contínuo por meio de exames citológicos e colposcópicos. Além disso, a ausência de correlação significativa entre idade e severidade das lesões cervicais reforça a importância de programas de prevenção e monitoramento para mulheres de todas as idades (Rodriguez et al., 2010; Brasil, 2016)

Por fim, embora o estudo tenha atingido seus objetivos, destaca-se a importância de novas investigações que considerem o tempo decorrido entre a solicitação dos exames e a realização dos procedimentos, a fim de identificar possíveis gargalos e aprimorar o atendimento às mulheres. A implementação de estratégias para melhorar a detecção precoce e o tratamento adequado das lesões cervicais pode impactar positivamente na saúde pública, reduzindo a incidência e mortalidade por câncer do colo do útero (Srisomboon et al., 2006; Benites-Zapata et al., 2023)

REFERÊNCIAS

- AGRESTI, A., & FRANKLIN, C. A. Statistics: The Art and Science of Learning From Data. Pearson. (2012).
- ALTMAN, D. G., & BLAND, J. M. Statistics notes: The normal distribution. *BMJ*, 310(6975), 298. (1995).
- BENITES-ZAPATA, V.; HERNANDEZ-BUSTAMANTE, E.; ACUÑA-CHÁVEZ, L.; ESCUDERO-GAYTÁN, C.; ULLOQUE-BADARACCO, J.; ALARCÓN-BRAGA, E.; VENEGAS, G.; HERRERA-AÑAZCO, P. Colposcopy in the Primary Health Care: Scoping Review. *Journal of Primary Care & Community Health*, v. 14, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/21501319231198942>. Acesso em: 11 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes brasileiras para o rastreamento do câncer do colo do útero. 2. ed. Brasília, DF: INCA, 2016.
- COSTA, R. F.; BARROS, S. M. O. DE .. Prevalência de lesões intraepiteliais em atipias de significado indeterminado em um serviço público de referência para neoplasias cervicais. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 24, n. 3, p. 400-406, 2011.
- CRAWLEY, M. J. The R Book. John Wiley & Sons, 2007.
- EVERITT, B. S., & DUNN, G. Applied Multivariate Data Analysis. Arnold. (2001).
- FEDERAÇÃO BRASILEIRA DAS ASSOCIAÇÕES DE GINECOLOGIA E OBSTETRÍCIA, Manual de Orientação Trato Genital Inferior, FEBRASGO, 2010, (p. 11, 17). Disponível em: https://www.febrasgo.org.br/images/arquivos/manuais/Manual_de_Patologia_do_Trato_Genital_Inferior/Manual-PTGI-Cap-01-Colposcopia.pdf, Acesso em 11 de mar. 2024.
- GOMES, M. L. S. Resultados de saúde das mulheres atendidas nas

consultas de enfermagem para a prevenção do câncer de colo do útero. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER - INCA. Ministério da Saúde. [S.l.]. Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/gestor-e-profissional-desaude/controlado-cancer-do-colo-do-utero/dados-enumeros/incidencia#:~:text=N%20Brasil%2C%20excluídos%20os%20de,mulheres%20\(INCA%2C%202022\)](https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/gestor-e-profissional-desaude/controlado-cancer-do-colo-do-utero/dados-enumeros/incidencia#:~:text=N%20Brasil%2C%20excluídos%20os%20de,mulheres%20(INCA%2C%202022).). Acesso em: 11 de mar. 2024.

JUNIOR, J. C. L. Limites e possibilidades da atuação do enfermeiro da equipe de saúde da família na prevenção e detecção precoce do câncer de colo do útero e de mama na atenção básica à saúde. 2011. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Conselheiro Lafaiete, 2011.

MILANO, G., GUARDUCCI, G., NANTE, N., MONTOMOLI, E., & MANINI, I. Human Papillomavirus Epidemiology and Prevention: Is There Still a Gender Gap?, *Vaccines*, 11(6),. 2023

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE - OPAS. Organização Mundial da Saúde. ESTRATÉGIA E PLANO DE AÇÃO REGIONAIS PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DO CÂNCER DO COLO UTERINO: RELATÓRIO FINAL [Internet]. 160ª Sessão do Comitê Executivo; 26 a 30 de Junho de 2017; Washington, DC. Washington, DC: OPAS; 2017 (documento CE160/INF/6). Disponível em:

<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/34216/CE160-INF-6-p.pdf?sequence=3&isAllowed=y> Acesso em: 11 de mar. 2024.

SELLORS, J. W.; SANKARANARAYANAN, R. Colposcopy and treatment of cervical intraepithelial neoplasia: a beginners' manual. International Agency for Research on Cancer. Lyon: France, 2003. Disponível em: <<https://screening.iarc.fr/doc/Colposcopymanual.pdf>>. Acesso em: 11 de

mar. 2024

SNIJDERS, P., STEENBERGEN, R., HEIDEMAN, D., & MEIJER, C. HPV-mediated cervical carcinogenesis: concepts and clinical implications. *The Journal of Pathology*, 208., 2006. ROBINSON, W.; LUCK, M.; KENDALL, M.; DARRAGH, T. The predictive value of cytologic testing in women with the human immunodeficiency virus who have low-grade squamous cervical lesions: a substudy of a randomized, phase III chemoprevention trial. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, v. 188, n. 4, p. 896-900, 2003.

RODRIGUEZ, A.; SCHIFFMAN, M.; HERRERO, R.; HILDESHEIM, A.; BRATTI, C.; SHERMAN, M.; SOLOMON, D.; GUILLÉN, D.; ALFARO, M.; MORALES, J.; HUTCHINSON, M.; KATKI, H.; CHEUNG, L.; WACHOLDER, S.; BURK, R. Longitudinal study of human papillomavirus persistence and cervical intraepithelial neoplasia grade 2/3: critical role of duration of infection. *Journal of the National Cancer Institute*, v. 102, n. 5, p. 315-324, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jnci/djq001>. Acesso em: 11 set. 2024.

ROTHMAN, K. J., GREENLAND, S., & LASH, T. L. *Modern Epidemiology*. Lippincott Williams & Wilkins. (2008).

SRISOMBOON, J.; SIRIAUNGKUL, S.; SUPRASERT, P.; CHAROENKWAN, K.; CHEEWAKRIANGKRAI, C.; SIRIAREE, S.; SAPHAN, K. Women in a region with high incidence of cervical cancer warrant immediate colposcopy for low-grade squamous intraepithelial lesion on cervical cytology. *International Journal of Gynecological Cancer*, v. 16, p. 1565-1568, 2006.

TUFTE, E. R. *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press. (1983). VAZ, G. P.; BITENCOURT, E. L.; MARTINS, G. S.; DE CARVALHO, A. A. B. REIS JÚNIOR, P. M. Perfil epidemiológico do câncer de colo de útero na região norte do Brasil no período de 2010 a 2018. *Revista de Patologia do Tocantins*, v. 7, n. 2, 2020.

FINANCIAMENTO

“O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade

Federal do Tocantins".

Capítulo 18

MULTIMORBIDADES EM PESSOAS IDOSAS DEPENDENTES: PREVALÊNCIA, FATORES ASSOCIADOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Yana Caroline Fernandes Ferreira ¹
Daniella Pires Nunes ²
Maria Sortênia Alves Guimarães Miele ³

RESUMO

A multimorbidade é caracterizada pela presença simultânea de duas ou mais doenças crônicas, sendo que, o aumento da prevalência emerge um relevante problema de saúde pública, pela necessidade de adaptação do sistema de saúde para atender a demanda. Avaliar a prevalência de multimorbidades e os fatores associados em pessoas idosas dependentes, no município de Palmas, TO. Estudo transversal, realizado com 62 pessoas idosas dependentes cadastradas na Estratégia de Saúde da Família (ESF), na cidade de Palmas, Tocantins, no período de janeiro de 2020 a janeiro de 2022. Foram incluídas pessoas idosas com idade igual ou superior a 60 anos, acamadas, residentes em zona urbana e cadastrados na ESF, e excluído aqueles que não foram localizados no domicílio após três tentativas. Neste estudo, 83,9% possuíam multimorbidade, sendo encontrado associação estatística direta entre a presença de multimorbidade e a idade da pessoa idosa ($p=0,005$) e com a existência de comprometimento cognitivo ($p=0,041$). Além disso, observou-se relação significativa da multimorbidade com os seguintes desfechos: necessidade de consulta médica ($p=0,001$), uso de serviços de urgência ($p=0,001$) e hospitalizações no último ano ($p=0,050$). Considerações finais: O acometimento de múltiplas doenças remete a uma maior necessidade de uso de serviços e bens de saúde, assim como, um maior risco de dependência funcional e morbimortalidade. Os efeitos negativos atrelados à multimorbidade implica em danos individuais sobre a qualidade de vida, mas também coletivos, relacionado a necessidade de cuidado, risco de institucionalização e gastos de saúde.

Palavras-chave: Doenças Crônicas; Epidemiologia; Multimorbidade; Pessoas Idosas.

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

² 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 Brasil estima-se que 14,7% da população seja composta por indivíduos com 60 anos de idade ou mais, possuindo projeções de aumento nos próximos anos (IBGE, 2022). Este fenômeno demográfico de aumento da longevidade, associado a alteração do perfil epidemiológico com o predomínio de doenças crônicas não transmissíveis, converge para o aumento da prevalência de multimorbidades, sendo apontado pela literatura o acometimento de cerca de 50% das pessoas idosas. (Cavalcanti, et al., 2017; Melo; Lima, 2020; Bernardes, 2021; Gusmão, et al., 2022).

A multimorbidade é caracterizada pela presença simultânea de duas ou mais doenças crônicas e está relacionada a diversos fatores, entre eles, o avanço da idade, condições socioeconômicas, sexo feminino, menor acesso aos serviços de saúde, fragilidade e tabagismo (WHO, 2016; Bernardes, 2021; Gusmão, et al., 2022; Keomma; Bousqua; César, 2022). Acerca disso, os estudos de Bernardes (2021) e de Nunes et al. (2018) descrevem o nível socioeconômico como um determinante estrutural da multimorbidade, uma vez que, melhores condições financeiras e sociais possibilitam mais acesso ao conhecimento e estratégias de prevenção de doenças.

Neste contexto, o aumento da prevalência da multimorbidade entre as pessoas idosas emerge um relevante problema de saúde pública, provocado pela necessidade de adaptação do sistema de saúde para atender a demanda de maior uso dos serviços, desde a atenção primária ao atendimento especializado e internações, desdobrando em alto gasto público, visto que, quanto mais doenças e sistemas do corpo acometidos, maior será a necessidade de serviços de saúde (Francisco et al., 2021; Steffler, et al., 2021; Niebuur, et al., 2023; Kabir, et al., 2024). Diante disto, Bernardes et al. (2020) relata que os gastos com serviços e bens de saúde representam cerca de 10 a 25% da renda familiar.

Adicionalmente, estudos apontam o impacto da multimorbidade sobre a qualidade de vida e na capacidade funcional da pessoa idosa, no qual contribui para piores condições de saúde e declínio funcional, com redução da capacidade de realizar as atividades básicas de vida diária (ABVDs) e atividades instrumentais de vida diária (AIVDs), que por sua vez, possuem implicação direta na maior necessidade de uso de serviços de saúde, demanda de cuidado contínuo e na mortalidade (Barreto- Santos, et al., 2019; Melo; Lima, 2020; Schmidt, et al., 2020; Bernardes, 2021).

Sabe-se que a multimorbidade também está associada a instalação da fragilidade, condição conhecida pela maior vulnerabilidade do indivíduo e constitui-se facilitadora para desenvolvimento de outras condições crônicas, tal como o estabelecimento de outras síndromes geriátricas (Duarte, et al., 2019; Bernardes, 2021; Francisco, et al., 2021; Damiano, et al., 2022; Gusmão, et al., 2022). Nesse sentido, Leme et al. (2019), ressalta a relação entre a multimorbidade, fragilidade e a incapacidade funcional.

Ademais, a presença de múltiplas doenças é considerada como intimamente relacionada a polifarmácia, a qual é definida pelo uso de cinco ou mais medicamentos, favorecendo maior vulnerabilidade de saúde e desfechos negativos pela interação medicamentosa na qual a pessoa idosa está exposta, assim como o agravamento do número de hospitalizações e/ou uso de serviços de urgência (Cavalcanti, et al., 2017; Romano-Lieber, et al., 2019; Bernardes, 2021; Bongiovani, et al., 2021; Botelho, 2021; Francisco, et al., 2021; Damiano, et al., 2022).

Dessa forma, ressalta-se a importância de conhecer os impactos da multimorbidade e seus determinantes sobre a saúde da pessoa idosa e os desdobramentos na Saúde Pública, com definição de estratégias para a redução dos custos pelo uso dos serviços de saúde complexos e a garantia do cuidado integral à pessoa idosa com multimorbidade, visto

que se trata de um desafio para os profissionais de saúde pelo difícil manejo.

Considerando os aspectos mencionados, este trabalho possui como objetivo avaliar a prevalência de multimorbidades e os fatores associados em pessoas idosas dependentes, no município de Palmas, TO.

MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de um estudo transversal, realizado na cidade de Palmas, Tocantins. A amostra foi constituída por 62 pessoas idosas dependentes cadastradas na Estratégia de Saúde da Família do município. Ressalta-se que este trabalho é um desmembramento de um estudo realizado com 61 cuidadores e 63 idosos acamados (Nunes, et al., 2022).

Utilizou-se como critérios de inclusão neste estudo: pessoas idosas com idade igual ou superior a 60 anos, acamadas, residentes em zona urbana e cadastrados na Estratégia de Saúde da Família. E foram excluídos aqueles que não foram localizados no domicílio após três tentativas.

A coleta de dados foi realizada em domicílio, no período de janeiro de 2020 a janeiro de 2022, considerando um período de interrupção atribuído às restrições de segurança pela pandemia de COVID-19 em março de 2020, com retorno da coleta em outubro de 2021.

A fim de garantir a qualidade da coleta de dados, foi realizado treinamento dos entrevistadores responsáveis. Para a coleta dos dados foi utilizado um formulário de pesquisa com questões socioeconômicas, demográficas e condições de saúde. A aplicação do questionário e coleta das medidas antropométricas possuía duração de cerca de 105 minutos. Ressalta-se o uso de equipamentos de proteção individual e o respeito aos protocolos de biossegurança preconizados pelos órgãos de saúde em relação a COVID-19.

Para a caracterização dos indivíduos, neste estudo, foram utilizadas

as seguintes variáveis:

- Condições sociodemográficas: sexo (feminino; masculino), faixa etária (60 a 69 anos; 70 a 79 anos; e 80 anos ou mais); estado marital (com ou sem companheiro); escolaridade (≤ 4 anos ou >4 anos) e renda (≤ 1 salário-mínimo ou >1 salário-mínimo);
- Condições de saúde: doenças crônicas; multimorbidade; polifarmácia; capacidade cognitiva, causas de imobilidade e condição de mobilidade;
- Uso de serviços de saúde no último ano: consultas, uso de serviço de urgência, hospitalizações e dificuldade de acesso.

Sobre o perfil de saúde, foi considerado a existência de multimorbidade, a pessoa idosa com duas ou mais doenças crônicas simultâneas e o uso de polifarmácia definido pelo uso de cinco ou mais medicamentos de uso contínuo.

Para avaliar a capacidade cognitiva, foi utilizado o instrumento Mini-Mental, que avalia as seguintes dimensões: orientação temporal e espacial; memória imediata; atenção e cálculo; evocação tardia; linguagem e praxia construtiva. Considerou-se a versão traduzida por Bertolucci et al. (1994) com escore de 0 a 30 pontos e utilizado os pontos de corte de escolaridade propostos por Almeida (1998). Considerou-se com declínio cognitivo a pessoa idosa que obteve escore inferior a 20 pontos sem escolaridade e 24 pontos com escolaridade.

Os dados obtidos na coleta foram digitados no Microsoft Excel e analisados no Programa Stata (versão 17.0). Para análise de significância estatística utilizou-se o teste de Fisher, considerando-se nível de significância de 5%. 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

Participaram do estudo 62 pessoas idosas dependentes, sendo identificado multimorbidade em 83,9% das pessoas idosas, destas, caracterizava-se o perfil em sua maioria por mulheres (73,03%), com 80 anos ou mais (51,92%), escolaridade menor que 4 anos de estudo (52,00%) e renda menor ou igual a 1 salário mínimo (66,67%) e 69,23% não possuíam companheiro(a) (Tabela 1).

A prevalência de multimorbidade identificadas neste estudo foi semelhante aos observados em outros estudos no Brasil e em países como Espanha, Finlândia e diferindo de estudos na Holanda, Canadá, Austrália e China que constatarem menor proporção (Nunes et al., 2018; Yao, et al., 2020; Baré, et al., 2021; Steffler, et al., 2021; Viljanen, et al., 2021; Gobbens, et al., 2024; Kabir, et al., 2024).

A respeito do processo de feminilização do envelhecimento, evidenciado neste estudo, Gusmão et al. (2022) argumenta sobre a associação do sexo feminino com a presença de multimorbididades, sendo o fato atribuído a maior expectativa de vida das mulheres e a maior procura de serviços de saúde, obtendo diagnóstico e tratamento precoce neste público, contexto que infere em melhor controle de doenças coexistentes e acumuladas com o envelhecer. Assim como observado em diversos estudos, que enfatizam que a multimorbidade possui íntima relação com o sexo feminino (Pampolim, et al., 2021; Keomma; Bousquat; César, 2022; Pereira, et al., 2023).

No que se refere à idade, observa-se a prevalência de multimorbidade em pessoas idosas mais longevas, no qual 51,92% possuíam mais de 80 anos, seguido de 38,46% com idade de 70 a 79 anos, e menor proporção entre as pessoas idosas com 60 a 69 anos (9,62%), sendo encontrado associação estatística significativa entre a presença de a multimorbidade e a idade da pessoa idosa ($p= 0,005$) (Tabela 1). Trata-se de um determinante bem estabelecido por diversos estudos,

nacionais e internacionais, visto que, a progressão do envelhecimento se relaciona diretamente com o acometimento e acúmulo de múltiplas morbidades (Pampolim, et al., 2021; Gusmão, et al., 2022; Graham, et al., 2024; Kabir, et al., 2024; Reis Júnior, et al., 2024).

Além disso, observa-se neste estudo que a maioria das pessoas idosas com multimorbidade não possuíam companheiro (69,23%) (tabela 1), o que converge ao encontrado na literatura, em que, a presença de um parceiro é considerada fator protetor da saúde da pessoa idosa, por se tratar de uma rede de apoio que auxilia ou até mesmo se responsabiliza pelo cuidado em saúde (Bongiovani, et al., 2021; Rodrigues, et al., 2022; Kabir, et al., 2024).

Ainda a respeito da caracterização sociodemográfica, uma menor renda familiar, assim como um menor grau de escolaridade, relacionam-se a uma fragilidade socioeconômica, em que a pessoa idosa é exposta ao risco estrutural de vulnerabilidade em saúde, pelo menor acesso aos serviços e bens de saúde e redução da autonomia, situação que favorece o agravamento e acúmulo de problemas de saúde (Barreto-Santos, et al., 2019; Bernardes, 2021; Francisco, et al., 2021; Pereira, et al., 2023). Fato que justifica o achado de que a maioria das pessoas idosas com multimorbidade possuíam escolaridade menor que 4 anos de estudo (52%) e renda menor ou igual a 1 salário mínimo (66,67%). Enfatiza-se que as doenças crônicas apresentam maior impacto em situações de maior vulnerabilidade socioeconômica (Francisco, et al., 2022).

Em relação às condições de saúde, 48,08% das pessoas idosas com multimorbidade, faziam uso de polifarmácia, não sendo observado diferença significativa comparado com aqueles que possuíam menos comorbidades (tabela 1). Achado divergente da literatura, que enfatiza que indivíduos com acúmulo de doenças crônicas tendem ao uso de polifarmácia, piorando a relação já existente entre a multimorbidade e o

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

declínio funcional (Baré, et al., 2021; Pampolim, et al., 2021; Niebuur, et al., 2023; Silva, et al., 2023). Entretanto, o estudo de Ramos et al. (2019) demonstra menor proporção de uso de múltiplos medicamentos na Região Norte, comparado às outras regiões do Brasil, relacionado às condições socioeconômicas desfavoráveis e a dificuldade de acesso aos serviços e bens de saúde.

Tabela 1. Perfil das pessoas idosas de acordo às condições sociodemográficas e de saúde. Palmas, Tocantins, Brasil, 2022. (n=62).

Variáveis	Multimorbidade				p
	Não	%	Sim	%	
Sexo					0,647
Masculino	2	20,00	14	26,92	
Feminino	8	80,00	38	73,08	
Idade					0,005
60 a 69 anos	5	50,00	5	9,62	
70 a 79 anos	3	30,00	20	38,46	
80 e mais	2	20,00	27	51,92	
Estado marital					0,567
Sem companheiro(a)	6	60,00	36	69,23	
Com companheiro(a)	4	40,00	16	30,77	
Escolaridade					0,296
< 4 anos	7	70,00	26	52,00	
≥ 4 anos	3	30,00	24	48,00	
Renda					0,180
≤1 salário mínimo	8	88,89	34	66,67	
>1 salário mínimo	1	11,11	17	33,33	
Polifarmácia					0,293
< 5 medicamentos	7	70,00	27	51,92	
≥ 5 medicamentos	3	30,00	25	48,08	
Declínio cognitivo					0,041
Não	3	30,00	4	7,69	
Sim	7	70,00	48	92,31	
Causa de imobilidade					0,902
Física	7	77,78	39	79,59	
Cognitiva	2	22,22	10	20,41	
Condição de mobilidade					0,365
Acamado	10	100,0	48	92,31	
Cadeirante	0	0,00	4	7,69	
Total	10	16,13	52	83,87	

Neste estudo, a principal causa de imobilidade foi atribuída a condições físicas (79,59%), tais como o acidente vascular encefálico (AVE) e acidente por queda (tabela 1). Os estudos de Kabir et al. (2024) e Reis Junior et al. (2024) mencionam o AVE como a morbidade de maior impacto na capacidade funcional e na necessidade de uso dos serviços de saúde. E em relação a condições cognitivas de imobilidade, embora em menor proporção neste estudo, cita-se que, a demência de Alzheimer, atrelada ao comprometimento cognitivo, é considerada risco para o declínio funcional grave e de alta morbidade (Reis Júnior, et al., 2024).

No que se refere ao perfil deste estudo, ressalta-se que, a alta prevalência de multimorbidade na amostra pode ser atribuída a sua constituição restrita a pessoas idosas dependentes, sendo a maioria com a mobilidade classificada como acamados (92,31%) (tabela 1). Dado que, a condição de restrição ao lar ou a inatividade física é caracterizada como fator de risco para a instalação de multimorbidades, embora também haja uma relação inversa de causalidade entre essas variáveis, no qual a multimorbidade é agente predisponente ao declínio funcional e também a fragilidade da pessoa idosa (Pampolim, et al., 2021; Gusmão, et al., 2022; Pereira, et al., 2023).

Nesse sentido, a literatura apresenta o aspecto de múltiplas doenças convergente com a existência de uma maior prevalência de pessoas idosas com dependência para atividades básicas e instrumentais de vida diária, com maior declínio funcional e maior morbimortalidade (Silva, et al., 2023; Pereira, et al., 2023). No tocante a isto, é importante ainda evidenciar que, a multimorbidade repercute negativamente sobre a qualidade de vida, uma vez que, quanto maior o acúmulo de doenças, pior será a qualidade de vida, sendo um dos principais desfechos, assim como discutido pelos estudos de Makovski et al. (2019) e Barreto-Santos et al. (2019).

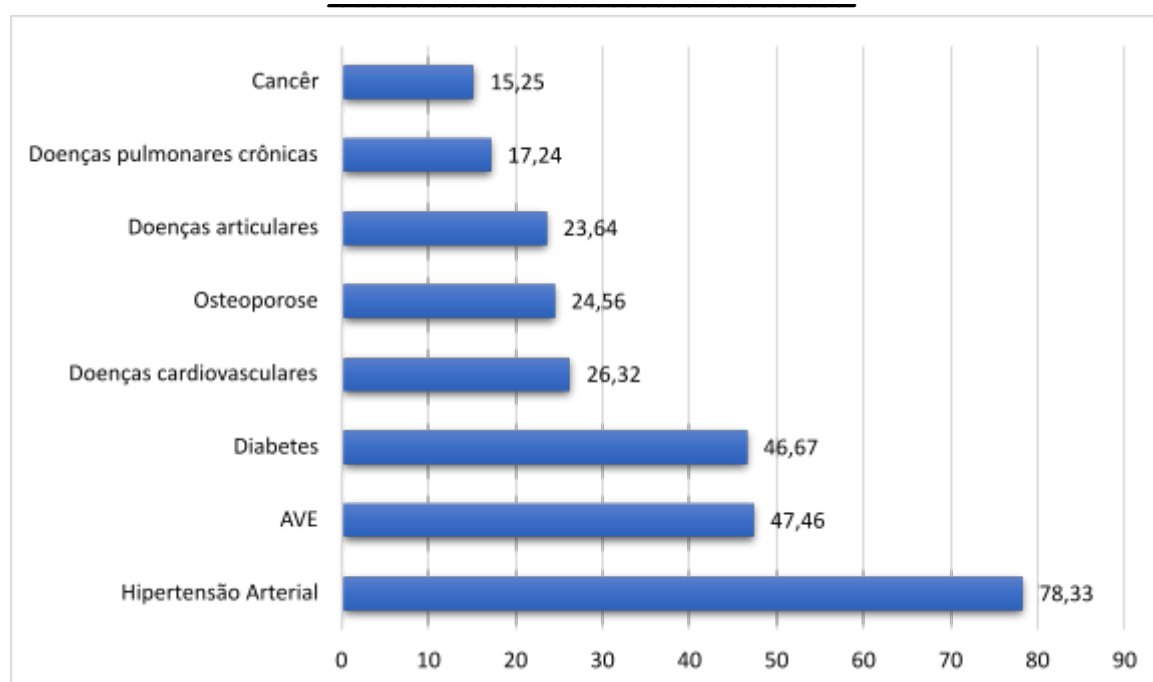
Concernente ainda as condições de saúde, a multimorbidade

apresentou relação estatística significativa com a presença de comprometimento cognitivo ($p=0,041$), em que houve maior proporção de pessoas idosas consideradas com declínio cognitivo (92,31%) entre aqueles com multimorbidade (tabela 1). Em vista disso, ocorre uma associação bidirecional entre multimorbidade e declínio cognitivo, com efeitos potencializadores entre si, sendo que ambas as condições favorecem o acúmulo e/ou agravamento de outras doenças e hospitalizações, estando relacionadas a incapacidade funcional e a fragilidade, com perda da autonomia e independência, isolamento social e déficits de autocuidado (Duarte, et al., 2019; Kadambi; Abdallah; Loh, 2020; Scursel, et al., 2021; Reis Júnior, et al., 2024).

Adicionalmente, o estudo de Viljanen et al. (2021) descreve o comprometimento cognitivo por demência ou outros distúrbios neurológicos como comorbidades estreitamente relacionadas ao risco de institucionalização.

Gráfico 1. Proporção de doenças crônicas das pessoas idosas dependentes. Palmas, Tocantins, Brasil, 2022 (n=62).

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



Legenda: AVE: acidente vascular encefálico.

Com referência às doenças crônicas das pessoas idosas dependentes deste estudo, destaca-se a hipertensão arterial (78,33%), o acidente vascular encefálico (AVE) (47,46%) e o diabetes (46,67%) como os mais prevalentes, seguido de outras condições em menor proporção, como as doenças cardiovasculares (26,32%), osteoporose (24,56%), doenças articulares (23,64), doenças pulmonares crônicas como asma e doença pulmonar obstrutiva (17,24) e o câncer (15,25%) (Gráfico 1). Achado compatível com o descrito na literatura, que enumera as doenças metabólicas e cardiovasculares, em especial a hipertensão arterial e o diabetes, como as mais prevalentes (Pampolim, et al., 2021; Silva, et al., 2023; Pereira, et al., 2023). Schmidt et al. (2020) relata que independente do padrão de morbidade, há relação íntima com a redução da funcionalidade.

Quanto ao uso de serviços de saúde no último ano por pessoas idosas dependentes, entre as que possuíam multimorbidades, todos

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

relataram a necessidade de consulta médica (100%) e a maioria utilizou o serviço de urgência (65,31%) e apenas uma pequena proporção de indivíduos relataram dificuldade para acessar os serviços de saúde (8,82%). E embora, neste público, apenas 42,86% foram hospitalizados no último ano, cita-se que, partindo da ótica das pessoas hospitalizadas, nestas, houve o predomínio da presença de multimorbidade (tabela 2).

Tabela 2. Distribuição de pessoas idosas segundo o uso de serviços de saúde por pessoas idosas dependentes. Palmas, Tocantins, Brasil, 2022. (n=62).

Variáveis	Multimorbidade				p
	Não	%	Sim	%	
Consulta médica no último ano					0,001
Não	2	20,00	0	0,00	
Sim	8	80,00	50	100,00	
Utilizou serviço de urgência					0,001
Não	9	90,00	17	34,69	
Sim	1	10,00	32	65,31	
Hospitalizado no último ano					0,050
Não	9	90,00	28	57,14	
Sim	1	10,00	21	42,86	
Dificuldade para acessar os serviços de saúde					0,442
Não	4	80,00	31	91,18	
Sim	1	20,00	3	8,82	
Total	10	16,67	52	83,33	

A respeito do desfecho sobre os serviços de saúde, a multimorbidade apresentou relação estatística significativa com a necessidade de consulta médica ($p=0,001$), uso de serviços de urgência ($p=0,001$) e hospitalizações no último ano ($p=0,050$) (Tabela 2). Diversos autores corroboram que a presença de múltiplas doenças favorece a maior procura por serviços de saúde, desde primários a especializados, especialmente, a necessidade de hospitalização, no qual aumenta o risco de declínio funcional e psicológico, como também risco de fragilidade e agravamento de doenças crônicas pré-existentes,

estabelecendo um ciclo vicioso (Nunes, et al., 2017; Francisco, et al., 2021; Scursel, et al., 2021; Steffler, et al., 2021; Rodrigues, et al., 2022; Niebuur, et al., 2023; Kabir, et al., 2024).

Diante da complexidade da multimorbidade e os diversos fatores sociais e de saúde envolvidos, evidencia-se com este estudo, a importância de compreender as implicações de múltiplas comorbidades, com enfoque em oferecer um cuidado adequado e de qualidade, com a organização sistema de saúde e preparo dos profissionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram associação estatística significativa da multimorbidade entre o aumento da idade, o declínio cognitivo e o uso dos serviços de saúde, destacando a necessidade de consultas médicas, uso de serviços de urgência e hospitalizações no último ano. Assim, o acometimento de múltiplas doenças, remete a uma maior necessidade de uso de serviços e bens de saúde, assim como, um maior risco de dependência funcional e morbimortalidade. Os efeitos negativos atrelados à multimorbidade implicam em danos individuais sobre a qualidade de vida, mas também coletivos, relacionados à necessidade de cuidado, risco de institucionalização e gastos de saúde.

O estudo sobre as condições associadas a multimorbidade em pessoas idosas, possibilita, melhores intervenções de saúde, no intuito de melhorar a qualidade de vida destas pessoas, atender às necessidades oferecendo um manejo clínico adequado, e ainda, proporcionar o desenvolvimento de estratégias de prevenção e enfrentamento, evitando uma sobrecarga do sistema de saúde.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. P. Mini exame dos estado mental e o diagnóstico de demência no Brasil. *Arquivos De Neuro-psiquiatria*, v. 56, n.3B, p.605–612, 1998.
- BARÉ, M., et al. Multimorbidity patterns of chronic conditions and geriatric syndromes in older patients from the MoPIM multicentre cohort study. *BMJ open*, v. 11, n. 11 e049334, nov. 2021.
- BARRETO-SANTOS, L. et al. Multimorbidade em idosos de um município do nordeste brasileiro: prevalência e fatores associados. *Revista de Salud Pública*, v. 21, n. 5, p. 519-525, 2019.
- BERNARDES, G. M. Multimorbidade entre idosos no Brasil: gastos em saúde, mortalidade e desigualdades socioeconômicas. 2021. Tese para obtenção do título de Doutor(a) em Saúde Coletiva pelo Programa de Pós - Graduação em Saúde Coletiva do Instituto René Rachou. Área de concentração: Epidemiologia. Belo Horizonte, 2021.
- BERTOLUCCI, P. H. F., et al. O miniexame do estado mental em uma população geral. Impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr*, v.52, n.1, p.1-7, 1994
- BONGIOVANI, L. F. L. A. et al. Multimorbidade e polifarmácia em idosos residentes na comunidade. *Revista online de Pesquisa Cuidado é Fundamental*, v. 13, p. 349-354, 2021.
- BOTELHO, A. C. A. Multimorbidade em adultos e idosos do Município de São Paulo: inquérito ISA-capital, 2003, 2008 e 2015. 2021. Tese para obtenção do título de Doutor(a) em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2021.
- CAVALCANTI, G. et al. Multimorbidity associated with polypharmacy and negative self-perception of health. *Revista Brasileira de Geriatria e*

Gerontologia [online], v. 20, n. 05, p. 634-642, 2017.

DAMIANO, C. et al. Frailty, multimorbidity patterns and mortality in institutionalized older adults in Italy. Aging clinical and experimental research, v.34, n. 12, p. 3123-3130, 2022.

DUARTE, Y. A. O. et al. Fragilidade em idosos no município de São Paulo: prevalência e fatores associados. Revista Brasileira de Epidemiologia [online], v. 21, n. Suppl 02, e180021, 2019.

FRANCISCO, P. M. S. B. et al. Multimorbidity and use of health services in the oldest old in Brazil. Revista Brasileira de Epidemiologia [online], v. 24, E210014, suppl. 2. 2021.

FRANCISCO, P. M. S. B. et al. Prevalência de doenças crônicas em octogenários: dados da Pesquisa Nacional de Saúde 2019. Ciência & Saúde Coletiva, v. 27, n.7, p. 2655-2665, 2022.

GOBBENS, R. J. J., et al. Associações de doenças crônicas individuais e multimorbidade com fragilidade multidimensional. Arquivos de gerontologia e geriatria, vol. 117: 105259, fev. 2024.

GRAHAM, E. K. et al. Longitudinal Associations Between Multimorbidities and Patient-Reported Quality of Life. The Journals of Gerontology, v. 79, n. 2, fev. 2024.

GUSMÃO, M. S. F. et al. Multimorbidade em idosos comunitários: prevalência e fatores associados. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia [online], v. 25, n. 1, e220115, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Características gerais dos moradores 2020-2021. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Pesquisas por Amostra de Domicílios, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 8p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Censo demográfico 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em 20 de agosto de 2024.

- KABIR, A. et al. Impact of multimorbidity and complex multimorbidity on healthcare utilisation in older Australian adults aged 45 years or more: a large population-based cross-sectional data linkage study. *BMJ open*, v. 14, n. 1, e078762, 2024.
- KADAMBI, S., ABDALLAH, M., LOH, K. P. Multimorbidity, Function, and Cognition in Aging. *Clinics in geriatric medicine*, v.36, n.4, p.569-584, 2020.
- KEOMMA, K., BOUSQUAT, A., CÉSAR, C. L. G. Prevalence of multimorbidity in older adults in São Paulo, Brazil: a study with ISA-Capital. *Revista de Saúde Pública* [online], v. 56, n. 69, 2022.
- LEME, D. E. C. et al. Estudo do impacto da fragilidade, multimorbidade e incapacidade funcional na sobrevivência de idosos ambulatoriais. *Ciência & Saúde Coletiva* [online], v. 24, n. 1, p. 137-146, 2019.
- MAKOVSKI, T. T. et al. Multimorbidity and quality of life: Systematic literature review and meta- analysis. *Ageing Res Rev.* v.53, e100903, ago. 2019.
- MELO, L. A., LIMA, K. C. Fatores associados às multimorbidades mais frequentes em idosos brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva* [online], v. 25, n. 10, p. 3879-3888, 2020.
- NUNES, B. P., et al. "Multimorbidity: The Brazilian Longitudinal Study of Aging (ELSI-Brazil)." *Revista de saúde pública*, v.52, Suppl 2, Suppl 2, Oct. 2018.
- PAMPOLIM, G. et al. Multimorbidade em idosos de uma comunidade de Vitória-ES: prevalência e fatores associados. *Estudos Interdisciplinares Sobre O Envelhecimento*, v. 26, n.3, p.273-289, 2021.
- PEREIRA, C. C. et al. Prevalence and factors associated with multimorbidity in adults in Brazil, according to sex: a population-based cross-sectional survey. *Front Public Health*. v. 2, n. 11, e1193428, jun. 2023.
- RAMOS, L. R. et al. Polypharmacy and Polymorbidity in Older Adults in Brazil: a public health challenge. *Revista de Saúde Pública* [Internet]. v. 50, suppl 2, n.9s, dez. 2016.

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

- REIS JÚNIOR, W. M. et al. Prevalence of functional dependence and chronic diseases in the community-dwelling Brazilian older adults: an analysis by dependence severity and multimorbidity pattern. *BMC Public Health*. v. 24, n. 1, p.140, jan. 2024.
- RODRIGUES, L. P., et al. Multimorbidity patterns and hospitalisation occurrence in adults and older adults aged 50 years or over. *Scientific reports*, v. 12, n. 1, 11643, jul. 2022,
- ROMANO-LIEBER, N. S. et al. Sobrevida de idosos e exposição à polifarmácia no município de São Paulo: Estudo SABE. *Revista Brasileira de Epidemiologia* [online], v. 21, n. Suppl 02, e180006. 2019.
- SCURSEL, C., et al. Multimorbidade e polifarmácia em idosos residentes no perímetro rural do município de Seara-SC. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.1, p. 7308-7323, Jan. 2021.
- SCHMIDT, T. P. et al. Padrões de multimorbidade e incapacidade funcional em idosos brasileiros: estudo transversal com dados da Pesquisa Nacional de Saúde. *Cadernos de Saúde Pública* [online], v. 36, n. 11, e00241619. 2020.
- SILVA, D. S. M. et al. Influência de padrões de multimorbidade nas atividades de vida diária da pessoa idosa: seguimento de nove anos do Estudo Fibra (2023). *Ciência & Saúde Coletiva* [online]. v. 28, n. 7, 2023.
- STEFFLER, M. et al. Trends in prevalence of chronic disease and multimorbidity in Ontario, Canada. *CMAJ: Canadian Medical Association journal*, v. 193, n.8, p.270-277, 2021.
- VILJANEN, A., et al. Chronic conditions and multimorbidity associated with institutionalization among Finnish community-dwelling older people: an 18-year population-based follow-up study. *European geriatric medicine*, v. 12, n.6, p.1275-1284, 2021.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Multimorbidity: Technical Series on Safer Primary Care*. Geneva: World Health Organization, 2016.

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

YAO, S. et al. Prevalence and Patterns of Multimorbidity in a Nationally Representative Sample of Older Chinese: Results From the China Health and Retirement Longitudinal Study. The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences, vol. 75, n.10, p. 1974-1980, 2020

FINANCIAMENTO

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

Capítulo 19

O EFEITO DO FOGO NA ESPÉCIE *Ameivula jalapensis* (SQUAMATA: TEIIDAE), ENDÊMICA DA REGIÃO DO JALAPÃO

Geisa Kely Leandro Vitorino da Silva¹
Heitor Campos de Sousa²
Thiago Costa Gonçalves Portelinha³

RESUMO

Ao contrário da vegetação do Cerrado, que tem resistência ao fogo por apresentar isolamento térmico em suas estruturas, os animais só conseguem resistir às queimadas por sua capacidade de se deslocar e encontrar abrigos; mas, mesmo assim, podem sofrer com as alterações ambientais causadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes regimes de queima sobre o tamanho populacional, sobrevivência e recrutamento de *Ameivula jalapensis*, espécie de lagarto endêmica da região do Jalapão. Realizamos a pesquisa entre 2021 e 2022 na Estação Ecológica Serra Geral Tocantins, em quatro áreas categorizadas de acordo com a frequência e a época de ocorrência de queimadas entre os anos de 2001 e 2021. A área com a maior frequência de indivíduos registrada foi a de regime de fogo mais severo, onde a população se manteve mais estável durante as campanhas realizadas. Nesta mesma área, onde a densidade de plantas foi a menor, os indivíduos atingiram a maturidade no menor espaço de tempo. O fogo tardio, possivelmente, diminui a densidade de árvores e propicia a formação de ambientes mais abertos, micro-habitats mais favoráveis para a termorregulação. Tais fatores poderiam influenciar na preferência da população estudada pela área com regime de fogo mais severo. Os resultados sugerem que *A. jalapensis* é beneficiada por regimes de queima mais frequentes e intensos. Entretanto, outros estudos detalhados são necessários para elucidar os mecanismos e processos envolvidos na dinâmica populacional da espécie no Cerrado.

Palavras-chave: Demografia, Lacertofauna, Manejo integrado do fogo.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental, PIBIC/FAPT, Universidade Federal do Tocantins, kely.geisa@uft.edu.br.

² Doutor em Ciências do Ambiente, Universidade de Brasília, heitor.sousa@mail.uft.edu.br.

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

INTRODUÇÃO

Considerado um hotspot global de biodiversidade (Myers, et al., 2000) , o Cerrado é considerado o terceiro bioma com maior riqueza de espécies da fauna e o segundo maior do Brasil e da América do Sul (Walter, 2006). Com o relevo representado em sua maioria por depressões e planaltos, clima sazonal dividido em um período chuvoso (outubro a março), seguido por um período seco (abril a setembro; Klink; Machado, 2005), o bioma é um mosaico de vegetações, variando de características savânicas (e.g. cerrado ralo e campos sujos) a florestais (e.g. Mata seca e Cerradão; Santos; Miranda; Neto, 2020). Um dos fatores naturais predominantes para esse bioma é o fogo (Nascimento, 2001).

No Cerrado o fogo está presente há pelo menos alguns milhares de anos; registros de pólen e carvão sugerem que incêndios eram comuns, e se tornaram mais intensos no período pré-colonial, como resultado das práticas de manejo empregadas pelos povos indígenas (Mistry, et al., 2005; Salgado-Labouriau, et al., 1997). A vegetação do Cerrado tem resistência ao fogo, pois suas estruturas contribuem para o isolamento térmico, além disso, as plantas herbáceas dependem do fogo para manter sua estrutura (Fidelis; Pivello, 2011). Por outro lado, os animais não têm estrutura que os ajude na proteção contra essas queimadas, resistindo à passagem do fogo por sua capacidade de fugir e encontrar abrigos (Costa, et al., 2013).

Animais ectotérmicos, como os répteis, são altamente impactados por alterações ambientais induzidas pelo fogo, pois dependem de fontes de calor externas para desempenhar com qualidade suas funções fisiológicas (Diele-Viegas, et al., 2018; Domínguez-Guerrero, et al., 2021). Nesse trabalho, investigamos as respostas demográficas do lagarto *Ameivula jalapensis* em diferentes regimes de queima, uma espécie microendêmica do Cerrado (Colli, et al., 2009). A espécie possui uma distribuição restrita na região do Jalapão (menor que 12,000 km²; Roll;

Meiri, 2022); e um tamanho corporal pequeno (média de 50 mm de comprimento rostro-cloacal), estando associada a solos arenosos em habitats abertos (Colli, et al., 2009). Os indivíduos da espécie se alimentam principalmente de insetos e de suas larvas e as fêmeas produzem ninhadas de apenas um ovo (Colli,et al., 2009). No entanto, pouco se conhece sobre a ecologia desta espécie, principalmente em relação às interações ambientais relacionadas ao manejo do fogo.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivos: (1) estimar a abundância e o tamanho populacional da espécie nas parcelas estudadas; (2) relacionar a estrutura da vegetação e o microclima com os parâmetros populacionais em diferentes regimes de queima; (3) avaliar o efeito do fogo na estrutura etária e a razão sexual da espécie; e (4) calcular a taxa de sobrevivência em áreas com diferentes estratégias de queima.

MÉTODO E MATERIAIS

Realizamos o trabalho com dados coletados na Estação Ecológica Serra Geral Tocantins (EESGT), reconhecida pela UNESCO como área-núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado, que junto com o Parque Estadual do Jalapão (PEJ) e a Área de Proteção Ambiental do Jalapão (APA do Jalapão), formam um complexo identificado como uma área-chave de biodiversidade (Key Biodiversity Area, 2009). Sendo uma das maiores unidades de conservação do Cerrado, constituída por formações campestres, savânicas, florestais e cobertura vegetal antropizada (ICMBio, 2013), o clima sazonal da região é bem dividido em um período chuvoso (outubro a março), seguido por um período seco (abril a setembro).

Quatro áreas (A) de amostragem foram selecionadas de acordo com a frequência e época de queimadas mapeadas entre os anos de 2001 e 2021, sendo: A1 (seis queimadas: três no início/meio da estação seca e três

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

no final), A2 (sete queimadas: três no início/meio da estação seca e quatro no final), A3 (nove queimadas: quatro no início/meio da estação seca e cinco no final) e A4 (Dez queimadas: três no início/meio da estação seca e sete no final). Portanto, a severidade dos regimes de queima segue na ordem, da maior para o menor, $A4 > A3 > A2 > A1$.

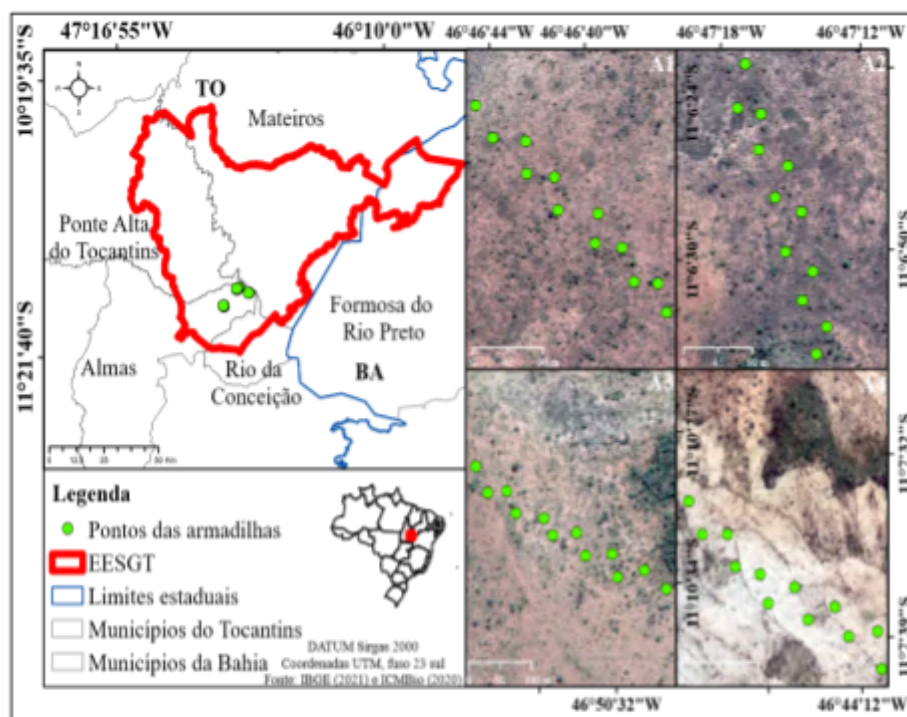


Figura 1- Localização da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, contendo o limite estadual e os municípios de sua região.
Fonte: a autora, 2023.

As capturas foram realizadas em quatro campanhas: duas em fevereiro/março e duas em junho/julho. As armadilhas foram abertas durante 15 dias e vistoriadas todos os dias no período da manhã. Dos indivíduos capturados registramos o comprimento rostro-cloacal com uma régua metálica ($\pm 0,1$ mm), a massa corporal através de balanças de campo ($\pm 0,1$ g) e o sexo através da eversão do hemipênis nos machos e detecção de ovos nas fêmeas (Silva, et al., 2021). Cada indivíduo foi

marcado permanentemente através do corte de falanges e, posteriormente, foram soltos próximos aos locais de captura (Silva, et al., 2021). Todos os procedimentos foram autorizados pela licença SISBIO N.74570-1, e todos os indivíduos foram liberados nos mesmos locais de captura após obtenção dos dados necessários.

Para os parâmetros ecofisiológicos levamos para o laboratório dez machos e dez fêmeas de *A. jalapensis*. Para os indivíduos aclimatarmos ao ambiente antes dos experimentos, os indivíduos foram mantidos em recipientes plásticos com orifícios para garantir a ventilação, água, substrato e folhas para simular o ambiente natural. Os lagartos foram devolvidos para o local de coleta 12 h após o último experimento, não permanecendo no laboratório por um período superior a 48 h. Cada lagarto foi submetido apenas uma vez a cada teste e não retornaram ao laboratório após a soltura. Os parâmetros analisados foram: temperaturas críticas máximas (TCmax) e mínimas (TCmin), temperatura preferencial (Tpref) e o desempenho locomotor.

Para a Tpref os indivíduos foram colocados em um gradiente térmico contendo de um lado uma lâmpada incandescente e, do outro lado, placas de gelos artificiais. As temperaturas corporais foram medidas a cada um minuto por um período de uma hora, por meio de termopares ultrafinos (1 mm) acoplados na barriga de cada lagarto e conectados em um USB TC-08 (OMEGA®) (Carretero; Lopes; Vasconcelos, 2016). Esse procedimento evita a necessidade de manusear o lagarto a cada vez que a temperatura é registrada.

Para medir o desempenho locomotor, executamos duas corridas em uma pista de 2 m de comprimento e 30 cm de largura, em três temperaturas diferentes: temperatura ambiente; 5 °C inferior à temperatura ambiente; e 5 °C superior à temperatura ambiente. Os lagartos foram resfriados com placas de gelo artificiais e, aquecidos com lâmpadas incandescentes. Os valores das temperaturas foram aferidos

utilizando um termômetro cloacal de mercúrio. Todos os testes foram filmados para análise de aceleração média e velocidade por meio do software Tracker® (Tracker Video Analysis and Modeling Tool, 2024).

Para a TCmax e a TCmin os indivíduos foram resfriados e aquecidos até que a temperatura do lagarto atingisse níveis críticos (i.e., desempenho locomotor nulo). As temperaturas foram aferidas após o lagarto não conseguir retornar à posição normal após ser colocado em decúbito dorsal. Todos os testes foram realizados com um intervalo de 30 minutos entre cada para garantir o descanso e bem estar dos indivíduos (Diele-Viegas, et al., 2019).

Coletamos os dados de estrutura da vegetação através de imagens de veículo aéreo não tripulado (drone), modelo: Mavic Air 2, câmera com 48 MP de resolução. As imagens foram tiradas em terra durante voo automático controlado por aplicativo de smartphone fornecido pela DJI (DJI, 2023). Os voos foram realizados no período matutino das campanhas de março e junho de 2022.

Os dados microclimáticos (temperatura e umidade do ar) foram obtidos através de dataloggers da marca HOBO® (Pro v2 Temperature/Relative Humidity, Onset Computer Corporation, MA, EUA). Nas quatro áreas, os registradores foram posicionados em estacas de madeira a 50 cm do solo em cada uma das armadilhas. Os registros em campo foram realizados a cada 10 minutos.

Fizemos o processamento e a extração das variáveis de interesse e, utilizaremos as seguintes: heterogeneidade de dossel, densidade de plantas, índice de vegetação (VARI – Visible Atmospherically Resistant Index), temperatura média, umidade relativa absoluta, umidade relativa absoluta, temperatura máxima absoluta, temperatura máxima e horas de atividade. Essas variáveis serão usadas como possíveis preditoras dos parâmetros populacionais.

A sobrevivência, taxa de captura e o recrutamento foram estimados

para cada parcela e campanha pelo método Jolly-Seber (Pradel, 1996) com o pacote openCR (Efford; Schofield, 2020). A estrutura de tamanho (CRC; proxy da etária, no caso de lagartos), a condição corporal (relação entre massa e CRC), abundância relativa (número de capturas) e a razão sexual (proporção de machos e fêmeas) foram comparados entre os regimes de queima (parcelas) através de modelos hierárquicos Bayesianos com o pacote BRMS (Bürkner, 2017). Também testamos se os parâmetros vegetacionais, microclimáticos e ecofisiológicos predizem os mesmos parâmetros populacionais (estrutura etária, condição corporal, abundância relativa e razão sexual). Em todos os modelos controlamos pelos efeitos ao nível dos grupos das parcelas (exceto quando testarmos os efeitos diretos), armadilhas e campanhas. Nos modelos com a estrutura etária e condição corporal utilizamos erros na distribuição Gaussiana; com a abundância relativa na distribuição de Poisson; e com a razão sexual na distribuição binomial. Avaliamos, também, a frequência de captura e recaptura entre as parcelas pelo teste de qui-quadrado (Leotti; Coster; Riboldi, 2012). Todas as análises foram realizadas no software R, versão 4.1.1 (R Core Team, 2024).

DADOS E DISCUSSÃO

Durante quatro campanhas realizadas entre 2021 e 2022 (11.250 dia-balde) capturamos 260 indivíduos nas quatro áreas monitoradas. Desse total, 21 eram imaturos, 102 fêmeas, 126 machos e 11 não tiveram o sexo identificado. Cada lagarto foi capturado, em média, 0,169 vezes. As áreas com maior frequência de capturas e recapturas foram, A4 (81 capturas e 21 recapturas; $X = 27,735$, $GL = 3$, $P < 0,001$; $X = 44,708$, $GL = 3$, $P < 0,001$) e A3 (62 capturas e 16 recapturas; $X = 11,209$, $GL = 2$, $P = 0,004$; $X = 20,519$, $GL = 2$, $P < 0,001$; Figura 2).

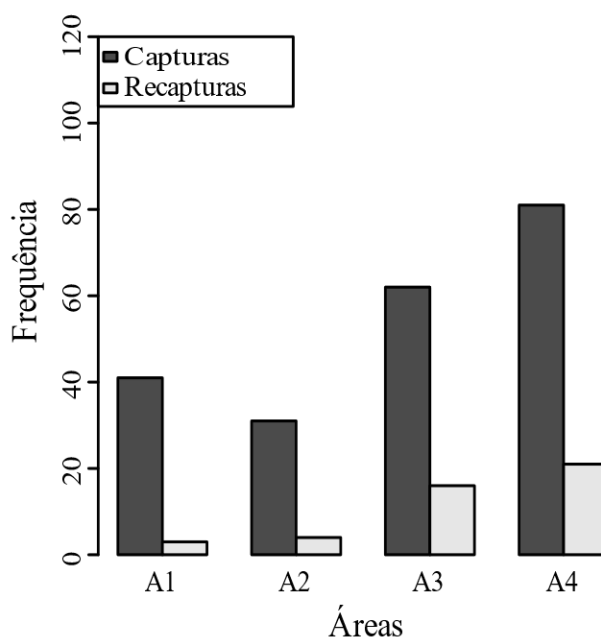


Figura 2 - Abundância de indivíduos de *Ameivula jalapensis* nas parcelas (A) com diferentes regimes de queima na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins.

Fonte: a autora, 2023.

O tamanho da população teve grandes variações sazonais (seca/chuva), com maior estabilidade nas áreas de queimadas mais frequentes e intensas (Figura 3). As áreas A1, A2 e A3 apresentaram maior densidade de árvores e heterogeneidade de dossel, diferente da área A4, onde houve maior ocorrência de regimes de queima mais severos (Figura 4). A A4 apresentou maior tempo pós queima e maiores temperaturas absolutas máximas e umidade relativa máxima. O “nível de verde” também foi maior na área com maior ocorrência de queimadas severas. A A3, onde houve a segunda maior quantidade de regimes de queima mais severos apresentou maior relação com a temperatura média e o melhor desempenho locomotor (Figura 4).

Após as queimadas, o fogo tardio provoca a redução na densidade

das árvores, deixando a área mais aberta (Costa, et al., 2020), nessas áreas os microhábitats se tornam fonte de calor ideal para termorregulação (Sartorius; Vitt; Colli, 1999), essencial para um forrageador ativo como no caso dos teídeos do gênero *Ameivula* (Rocha et al., 2009).

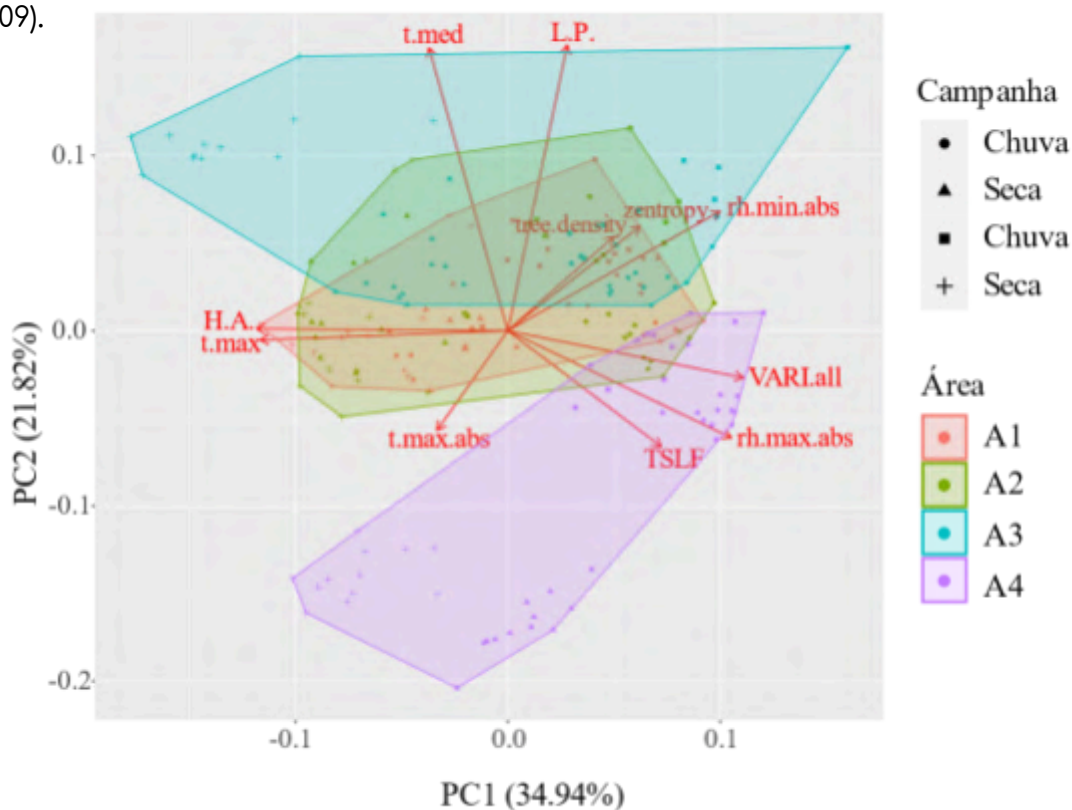


Figura 3 - Variação do tamanho populacional de *Ameivula jalapensis* nas quatro campanhas realizadas na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins.

Fonte: a autora, 2023.

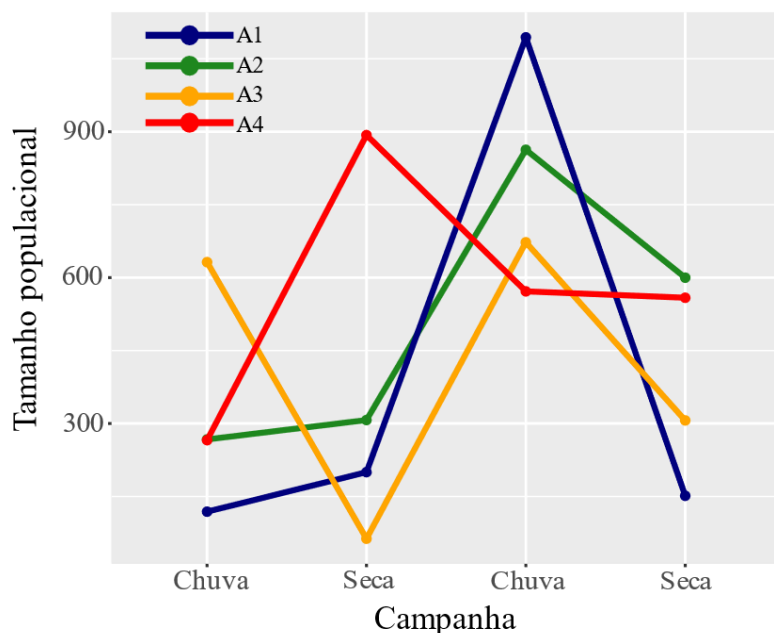
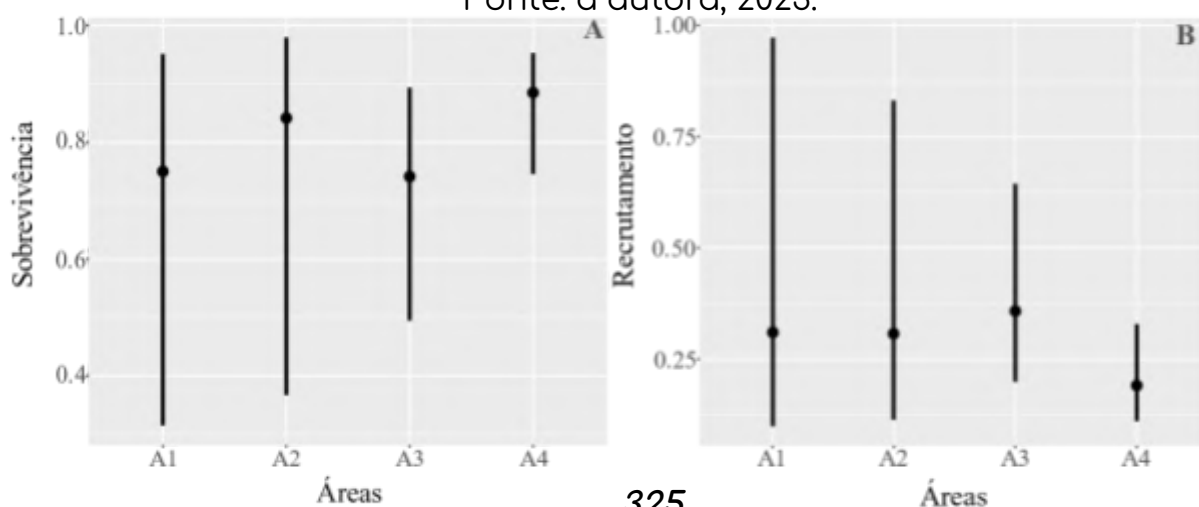


Figura 4- Análise de componentes principais contendo a relação de cada área com as variáveis ambientais (t.med= temperatura média; L.P.=Desempenho locomotor; rh.min.abs=umidade relativa absoluta; zentropy=heterogeneidade de dossel; tree.density=densidade de plantas; VARI.all= nível de “verde”; rh.max.abs=umidade relativa absoluta; TSLF=tempo desde a última queima; t.max.abs=temperatura máxima absoluta; t.max=temperatura máxima; H.A.=horas de atividade).

Fonte: a autora, 2023.



Apesar dos diferentes regimes de queima entre as áreas A2 e A4, ambas apresentaram as maiores taxas de sobrevivência (Figura 5A). As taxas de recrutamento tiveram uma pequena variação entre as áreas, sendo mais alta na A3, segunda área com maior quantidade de queimadas frequentes e intensas, e mais baixa na A4, onde ocorre a maior frequência de queimadas intensas (Figura 5B). Tanto os regimes de queima como o tempo pós queima têm diferentes efeitos sobre a população de lagartos, como mostraram Sousa et al. (2015) em um estudo com a espécie *Micrablepharus atticolus*. Conhecer os intervalos entre uma queimada e outra ajudará a entender as variações que ocorrem na população em cada regime de queima.

Figura 5 - Taxa de recrutamento de *Ameivula jalapensis* nas áreas com diferentes regimes de queima na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins.

Fonte: a autora, 2023.

Entre as áreas, apenas na A1 a população foi desviada para os machos (2,88:1; $X = 7.5896$, $GL = 3$, $P = 0,0553$; Figura 6). A razão sexual também não variou em função da sazonalidade (seca/chuva; $P = 0.04993$). Outras condicionantes ambientais, como a radiação solar e a temperatura do ar, podem influenciar na ocorrência dos indivíduos (Rocha, et al., 2009). Portanto, além do fogo, é importante analisar variáveis e fatores ambientais como as citadas e, umidade e precipitação, que afetem a razão sexual da espécie na área.

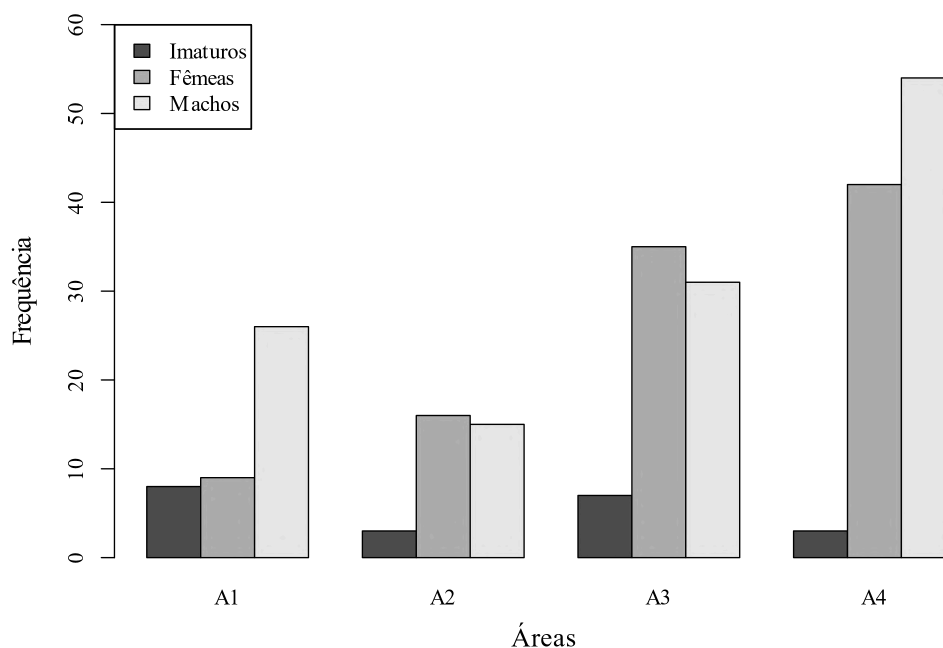


Figura 6 - Razão sexual dos indivíduos por parcela. Na área A1 a população foi desviada para os machos ($P= 0.004059$).

Fonte: a autora, 2023.

O tamanho (CRC) dos indivíduos variou entre os diferentes regimes de queima ($X = 16,476$, $GL = 3$, $P = 0,0009057$), sendo maiores nas áreas mais severas (Figura 7A), a abundância de indivíduos juvenis foi maior em áreas com melhor desempenho locomotor, onde a maior ocorrência desses indivíduos foi nas áreas com regimes de queima menos severos. A média do CRC encontrada para a população foi de $51,1 \pm 6,5$ mm. As áreas mais abertas podem aumentar a chance de predação dos indivíduos juvenis, isso pode acelerar o crescimento desses indivíduos para essas áreas, como foi observado para outros indivíduos do mesmo gênero (Caruccio, et al., 2011) . Apesar do menor macho reprodutor registrado na literatura medir 44mm de CRC (Colli, et al., 2009), no presente estudo foram capturados machos menores que 44mm que, possivelmente,

trata-se de indivíduos ainda não reprodutores. Isso foi observado por Santana et al. (2010) em um estudo com a espécie *Ameivula ocellifera*, que pode ser considerada parente próxima de *A. jalapensis* (Colli, et al., 2009).

Indivíduos juvenis foram capturados em todas as campanhas, com exceção da segunda, realizada na estação seca (Figura 7B). As fêmeas com ovos foram capturadas em todas as campanhas, exceto na primeira, realizada na estação chuvosa. Outros lagartos do gênero *Ameivula* reproduzem sazonalmente no Cerrado, como ocorre para *A. ocellifera* (Mesquita; Colli, 2003) mas, populações de lagartos do gênero *Ameivula* da América do Sul apresentam diversos padrões reprodutivos (Mesquita; Colli, 2003). Apesar das espécies da fauna do Jalapão serem predominantemente do Cerrado, a proximidade com o bioma Caatinga pode fazer com que as variáveis ambientais sejam parecidas (ICMBio, 2013). Assim, a biologia reprodutiva das espécies também pode ser parecida e, para *A. jalapensis* pode ser contínua como para outros do mesmo gênero que ocorrem na Caatinga (Zanchi- Silva; Borges-Nojosa; Galdino, 2014). No entanto, estudos a longo prazo com menor intervalo de coletas são necessários para confirmar essa hipótese.

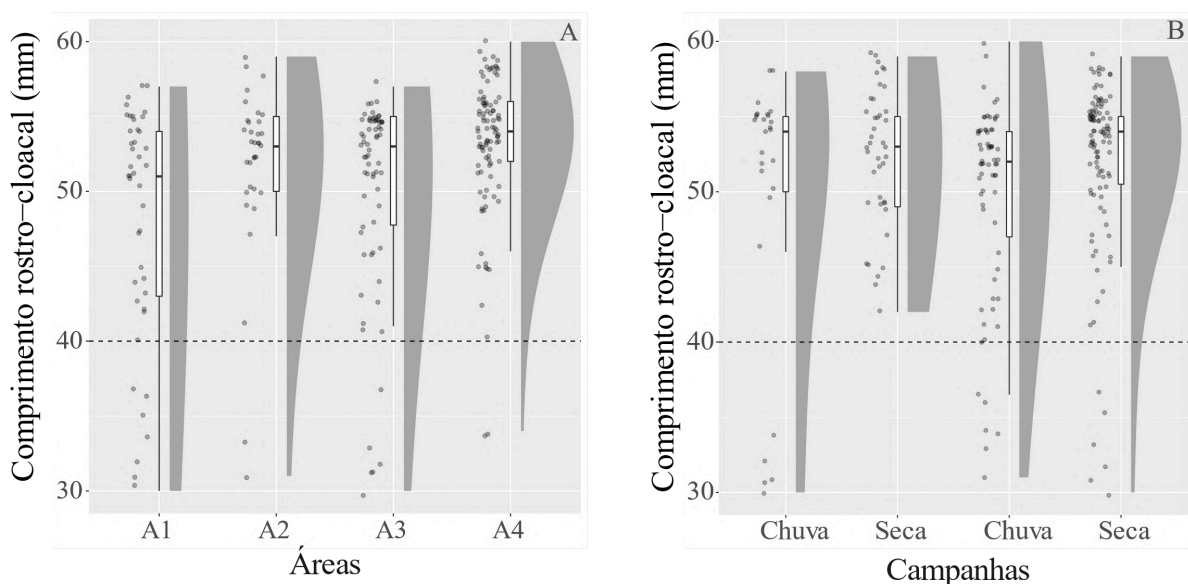


Figura 7 - Variação do comprimento rostro-cloacal (CRC) de *Ameivula jalapensis* entre os diferentes regimes de queima (A) e entre as estações (B) chuvosa (fevereiro/março) e seca (junho/julho) na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, Brasil. A linha central representa o tamanho mínimo de indivíduo com sexo identificado neste estudo.

-

Fonte: a autora, 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma maior frequência de queimadas propicia a formação de ambientes mais abertos e micro-habitats mais favoráveis para termorregulação, fatores que podem influenciar a abundância da espécie;

Regimes de queima mais severos e intensos diminui a densidade de árvores e propicia a formação de ambientes mais abertos microhabitats favoráveis para a termorregulação;

A razão sexual foi desviada para os machos na A1, isso pode indicar que taxas vitais estão sendo afetadas nesta área;

Avaliar fatores como a ecofisiologia dos indivíduos pode ajudar a entender as variações nas taxas de sobrevivência, recrutamento e a variação no tamanho populacional desses indivíduos;

Os resultados sugerem que *A. jalapensis* é beneficiada por regimes de queima mais frequentes e intensos. O fogo tem diferentes efeitos sobre a biodiversidade, e os resultados obtidos neste trabalho são válidos apenas para a população de *A. jalapensis* nas quatro áreas estudadas.

REFERÊNCIAS

- BÜRKNER, P.-C. brms: An R Package for Bayesian Multilevel Models Using Stan. *Journal of Statistical Software*, v. 80, n. 1, 2017.
- CARRETERO, M. A.; LOPES, E. P.; VASCONCELOS, R. An ecophysiological background for biogeographic patterns of two island lizards? *Science of Nature*, v. 103, n. 11-12, 1 dez. 2016.
- CARUCCIO, R. et al. Thermal biology, activity, and population parameters of *Cnemidophorus vacariensis* (Squamata, Teiidae), a lizard endemic to southern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 101, n. 4, p. 283–295, dez. 2011.
- COLLI, G. R. et al. A new species of *Cnemidophorus* from the Jalapão region, in the Central Brazilian cerrado. *Herpetologica*, v. 65, n. 3, p. 311–327, set. 2009.
- COSTA, B. M. et al. Direct and short-term effects of fire on lizard assemblages from a Neotropical savanna hotspot. *Journal of Herpetology*, v. 47, n. 3, p. 502–510, set. 2013.
- COSTA, B. M. et al. Long-term, fire-induced changes in habitat structure and microclimate affect Cerrado lizard communities. *Biodiversity and Conservation*, v. 29, n. 5, p. 1659–1681, 1 abr. 2020.
- DIELE-VIEGAS, L. M. et al. Thermal physiology of Amazonian lizards (Reptilia: Squamata). *PLOS ONE*, v. 13, n. 3, p. e0192834, 7 mar. 2018.
- DJI. DJI Fly: The DJI Mavic Air 2 User Manual. 2023. URL: <https://www.dji.com/mavic-air-2/downloads>.
- DOMÍNGUEZ-GUERRERO, S. F. et al. Thermal physiology responds to interannual temperature shifts in a montane horned lizard, *Phrynosoma orbiculare*. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, v. 335, n. 1, p. 136–145, 1 jan. 2021.
- EFFORD, M. G.; SCHOFIELD, M. R. A spatial open-population capture-recapture model. *Biometrics*, v. 76, n. 2, p. 392–402, 1 jun. 2020.
- ESRI. Variable Importance. Disponível em: https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/arcpy/image_analyst/vari.htm. Acesso em: 18 jun. 2024.
- FIDELIS, A.; PIVELLO, V. R. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no

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

Cerrado e Campos Sulinos? Biodiversidade Brasileira, v. 1, n. 2, p. 12-25, 30 dez. 2011.
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.
Plano de manejo da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins. Brasília:
ICMBio, 2013. Disponível em:

<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/cerrado/lista-de-ucs/esec-serra-geral-do-tocantins/arquivos/esec_serra_geral_do_tocantinsplanodemanejo.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.
KEY BIODIVERSITY AREAS SECRETARIAT. Key Biodiversity Areas: Nature's Hotspots for Conservation. Cidade: Organização,
Ano. Disponível em: <[World Database of KBAs \(keybiodiversityareas.org\)](http://WorldDatabaseofKBAs(keybiodiversityareas.org))>. Acesso em: 15 jun. 2024.

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

LEOTTI, V. B.; COSTER, R.; RIBOLDI, J. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. Revista HCPA, v. 32, p. 227-234, 2012.

MESQUITA, D. O.; COLLI, G. R. Geographical Variation in the Ecology of Populations of Some Brazilian Species of Cnemidophorus (Squamata, Teiidae). Copeia, n. 2, p. 285-298, 2003.

MISTRY, J. et al. Indigenous fire management in the cerrado of Brazil: The case of the Krahô of Tocantins. Human Ecology, v. 33, n. 3, p. 365-386, jun. 2005.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v. 403, n. 6772, p. 853-858, fev. 2000.

NASCIMENTO, I. V. Cerrado: o fogo como agente ecológico. Territorium, n. 8, p. 25-35, 2001.

PRADEL, R. Utilization of Capture-Mark-Recapture for the Study of Recruitment and Population Growth Rate. Biometrics, v. 52, n. 2, p. 703, jun. 1996.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2024. URL <https://www.R-project.org/>.

ROCHA, C. F. D. et al. Comportamento da termorregulação em lagartos brasileiros. Bras, v. 13, n. 1, p. 115-131, 2009.

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

- ROLL, Uri; MEIRI, Shai. GARD 1.7 - updated global distributions for all terrestrial reptiles. Dryad, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.5061/dryad.9cnp5hqmb>>. Acesso em: 15 jun. 2024.
- SALGADO-LABOURIAU, M. L. et al. PAL 0 Late Quaternary vegetational and climatic changes in Cerrado and palm swamp from Central Brazil Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. [s.l: s.n.].
- SANTOS, L. A. C.; MIRANDA, S. C.; NETO, C. M. S. Fitofisionomias do Cerrado: definições e tendências. Revista De Geografia Da UEG, v. 09, p. 1-30, 2020.
- SARTORIUS, S. S.; VITT, L. J.; COLLI, G. R. Use of naturally and anthropogenically disturbed habitats in Amazonian rainforest by the teiid lizard Ameiva ameiva. Biological Conservation, v. 90, n. 2, p. 91-101, set. 1999.
- SILVA, N. A. et al. Effects of caudal autotomy on the locomotor performance of Microblepharus atticolus (Squamata, Gymnophthalmidae). Diversity, v. 13, n. 11, 1 nov. 2021.
- SOUSA, H. C. DE et al. Fire regimes and the demography of the lizard Microblepharus atticolus (Squamata, Gymnophthalmidae) in a biodiversity hotspot. South American Journal of Herpetology, v. 10, n. 3, p. 143-156, 1 dez. 2015.
- TRACKER Video Analysis and Modeling Tool. Tracker. URL: <https://tracker.physlets.org>.
- WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Acta Botanica Brasilica, v. 15, n. 2, p. 282-282, 2006.
- ZANCHI-SILVA, D.; BORGES-NOJOSA, D. M.; GALDINO, C. A. B. Reproduction of a whiptail lizard (Ameivula ocellifera, Teiidae) from a coastal area in northeastern Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciencias, v. 86, n. 3, p. 1263-1271, 1 set. 2014.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Tocantins – FAPT /TO. Financiada pelo Instituto Humanize e Fundo Brasileiro para Biodiversidade – FUNBIO.

Capítulo 20

COMÉRCIO AMBULANTE ALIMENTOS NO ENTORNO DE ESCOLAS PÚBLICAS DA CIDADE DE PALMAS

Euclésia Alves da Silva¹
Kellen Cristine Silva²

RESUMO

O ambiente alimentar inclui locais onde as pessoas vivem, trabalham e estudam, influenciando indiretamente suas escolhas alimentares. No caso das crianças, a escola exerce papel essencial nesse contexto, devido à exposição prolongada ao ambiente alimentar ao redor das escolas. Este relatório final aborda os achados de um estudo ecológico que investigou o comércio ambulante de alimentos no entorno de escolas públicas em Palmas, TO. Foram avaliadas 42 escolas públicas. A coleta de dados foi realizada por meio de um aplicativo específico, cobrindo 24 escolas estaduais e 18 municipais. Os dados foram coletados a partir de um questionário sobre características sociodemográficas dos vendedores, tipos de alimentos vendidos, preços e estratégias de marketing. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da FESP, sob o parecer nº 6.545.422. Dentre as escolas avaliadas, 7 apresentaram vendedores ambulantes, totalizando 9 comerciantes. Os resultados mostram que a presença de vendedores ambulantes é relativamente baixa (16,7%), possivelmente devido à Portaria-SEDUC Nº 643/2022, que proíbe alimentos não compatíveis com o PNAE. A maioria dos vendedores (88,9%) estava posicionada em frente aos portões das escolas, com uso predominante de carrinhos e isopores para comercialização. Alimentos ultraprocessados, como guloseimas e refrigerantes, foram os mais vendidos, refletindo preocupações com o impacto na saúde dos estudantes. Os dados sociodemográficos dos vendedores indicam predominância de indivíduos com baixa escolaridade e situação econômica vulnerável. A análise sugere a necessidade de regulamentações mais rigorosas e políticas públicas que promovam o acesso a alimentos saudáveis, além de alternativas sustentáveis para os vendedores ambulantes. O estudo destaca a importância de abordagens abrangentes para melhorar o ambiente alimentar ao redor das escolas e mitigar riscos de obesidade entre os alunos.

Palavras-chave: Ambiente escolar; comercialização; alimentação

¹ Graduanda em Nutrição, Pibic/CNPq, Universidade Federal do Tocantins, euclesia.alves@mail.uft.edu.br

² Formação, vínculo, instituição, e-mail. (Doutor em Ciência da Nutrição, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Tocantins, kellensilva@mail.uft.edu.br)

INTRODUÇÃO

O ambiente alimentar pode ser definido como um pequeno ambiente que inclui o local onde uma pessoa vive, trabalha, reside no bairro ou estuda. Essas circunstâncias específicas, que abrangem aspectos como a disponibilidade, qualidade e preço dos alimentos, indiretamente influenciam as escolhas de compra da população e moldam os padrões de consumo (COSTA; OLIVEIRA; LOPES, 2015). Quando se trata das crianças, a escola desempenha um papel crucial no contexto do ambiente alimentar, pois é onde elas passam grande parte do seu tempo. Além disso, a exposição a longo prazo ao ambiente alimentar em redor das escolas pode aumentar o risco de obesidade infantil (JIA, et al., 2019), que representa um desafio significativo em termos de saúde pública, assumindo uma importância ainda maior devido à complexidade do tratamento, à alta probabilidade de persistir até a idade adulta e à sua associação com outras doenças não transmissíveis que podem surgir desde a tenra idade.

Organizações internacionais reconhecem que o aumento do peso em crianças e adolescentes está relacionado à presença de alimentos não saudáveis nas lanchonetes escolares e à proximidade das escolas de estabelecimentos que vendem alimentos não saudáveis (WORLD CANCER RESEARCH FUND, 2018; WHO, 2014). Neste sentido, a perspectiva da relação entre altos índices de obesidade e ambiente escolar advém do fato que o ambiente desempenha um papel fundamental na origem e nos resultados dessa condição a curto e longo prazo.

Embora o custo dos alimentos seja uma barreira importante para o consumo alimentar, a localização dos estabelecimentos pode ser um obstáculo para uma alimentação saudável. Crianças que frequentam escolas públicas ou privadas estão expostas a um ambiente que pode incentivar o consumo de alimentos ultraprocessados, devido ao fácil

acesso aos estabelecimentos comerciais próximos (LEITE, et al., 2012). Uma pesquisa que investigou como o ambiente escolar afeta o estado nutricional dos estudantes descobriu que as escolas que possuíam um maior número de lanchonetes e anúncios de alimentos em suas instalações apresentaram uma maior taxa de crianças com obesidade (LOURENÇO, et al., 2019).

Tendo em vista o ambiente alimentar de escolas públicas, a cantina no interior da escola é regulamentada pelo Programa Nacional de Alimentação do Escolar (PNAE), que por sua vez tem como diretriz a promoção de um ambiente alimentar saudável, dessa forma, a venda de alimentos com alto teor calórico e ricos em açúcar, sódio e gordura nas proximidades das escolas pode desencorajar a aceitação da alimentação escolar e prejudicar os potenciais benefícios das ações de Educação Alimentar e Nutricional (EAN) propostas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) em escolas públicas. De maneira semelhante, nas escolas privadas, esses alimentos concorrem com os esforços para regulamentar as cantinas e com a incorporação do tema da alimentação saudável no currículo educacional da escola (HENRIQUES, et al., 2023).

No Brasil, a regulamentação da venda de alimentos nas escolas está em fase de desenvolvimento e apresenta variações consideráveis, especialmente em relação à sua distribuição geográfica (KURIHAYASHI, 2022). Embora tenha havido progresso na expansão da cobertura regulatória para os estados e capitais do Brasil (com uma taxa de 67%), é importante notar que a regulamentação ainda se limita predominantemente às regiões geograficamente mais desenvolvidas (AZEREDO, et al., 2020). No entanto, da mesma forma que ocorre em outros estados e municípios que também têm regulamentos legais semelhantes, surge um desafio relacionado aos vendedores ambulantes que vendem doces nas proximidades de escolas públicas e privadas

(HENRIQUES, et al., 2021).

Portanto, torna-se relevante investigar esses pontos de venda, os tipos de alimentos que são comercializados, a precificação e a publicidade envolvida na divulgação desses alimentos, uma vez que muitos dos vendedores estão localizados na proximidade das escolas, oferecendo principalmente alimentos com alto teor calórico e baixo teor nutricional (LEITE, et al., 2012). A partir desses resultados, é importante apoiar as iniciativas que promovam uma alimentação saudável que já estão sendo implementadas na escola (CASTRO, 2015). Diante disso, este estudo se propõe a investigar o ambiente alimentar no entorno de escolas públicas, e investigar as características da venda de alimentos

MÉTODO E MATERIAIS

Trata-se de um estudo ecológico que tem como unidade de análise o comércio ambulante de alimentos do entorno de escolas públicas de ensino fundamental e médio das áreas urbanas e rurais da cidade de Palmas, capital do Estado do Tocantins. Para realizar a avaliação do comércio ambulante de alimentos (comércio informal) foram coletados dados de uma amostra no entorno das escolas públicas estaduais e municipais.

Os dados apresentados nesse estudo estão alinhados e foram retirados de um estudo multicêntrico denominado Comercialização de Alimentos em Escolas Brasileiras (CAEB), pesquisa feita em parceria com o instituto Vox Populi, no qual vinte e seis capitais brasileiras e o Distrito Federal fazem parte do projeto. Dessa forma, os dados apresentados nesta pesquisa tratam-se apenas da cidade de Palmas, capital do estado do Tocantins. O plano amostral realizado na cidade de Palmas foi proposto com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e das secretarias de educação estadual e municipal. Dessa forma, a amostra compreendeu 25 escolas estaduais e 18 escolas municipais de ensino médio e fundamental.

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

Para a realização da coleta de dados no entorno das escolas foi utilizado um aplicativo desenvolvido especificamente para a aplicação do questionário através do próprio celular, em que as respostas foram salvas em uma base de dados ao fim da entrevista. O questionário utilizado contém os seguintes itens: dados sociodemográficos dos comerciantes de rua, dados gerais do comércio ambulante de alimentos (cadastro em órgãos públicos, tempo de funcionamento, horário de funcionamento), perguntas relacionadas à estrutura do comércio (carrinho, barraca, food truck e banca), localização onde o comércio se encontra (escola pública/privada, porta da escola ou adjacências), alimentos e bebidas comercializados, bem como preços e estratégias de divulgação utilizadas para a venda dos produtos.

Realizou-se um contato inicial com todas as escolas selecionadas para compor a amostra através de chamadas telefônicas, nas quais foram explicados os intuitos da pesquisa e questionada a presença ou não de vendedores ambulantes nas proximidades da escola, visando orientar previamente a equipe em suas visitas. Quando confirmada a presença do ambulante na entrada/saída e entorno das escolas - considerando o entorno como todo o espaço que circunda ou rodeia determinado local, todas as calçadas imediatas em frente e nas laterais das portas de entrada e saída das unidades educacionais - foram coletados dados dos presentes vendedores. Dessa forma, o comerciante foi convidado a participar do estudo; mediante consentimento positivo do vendedor ambulante foi aplicado o questionário.

Mesmo quando as escolas informaram não haver presença de vendedores ambulantes em seu entorno, ou que desconheciam essa informação, foi realizada uma visita presencial para verificar a presença ou ausência dos vendedores. As visitas ocorreram no horário de saída dos alunos, no final da tarde, devido à maior probabilidade de encontrar vendedores ambulantes, o que se justifica pelo clima mais ameno na

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

região. Para realização deste estudo todos os entrevistadores envolvidos foram treinados e capacitados por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais para realizar a coleta dos dados de forma ideal.

ANÁLISE DOS DADOS

As informações obtidas a partir do questionário foram organizadas em uma planilha eletrônica no software Excel, sendo dispostas de maneira sistemática. Os dados foram apresentados tanto em valores absolutos quanto em valores relativos, facilitando a análise comparativa e a compreensão dos resultados.

ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da FESP, sob o parecer nº 6.545.422. Os vendedores ambulantes localizados próximos às escolas receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido tendo como finalidade autorizar a participação na pesquisa por meio de um questionário.

DADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas 42 escolas públicas na cidade de Palmas-TO, das quais apenas 7 apresentaram vendedores ambulantes em suas imediações. Esse número indica uma baixa prevalência de comércio ambulante nas proximidades das escolas, o que pode ser atribuído à PORTARIA- SEDUC Nº 643, de 13 de maio de 2022, que proíbe a comercialização de alimentos não compatíveis com o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE/TO) nas escolas estaduais do Tocantins. Esse dado contrasta com estudos anteriores, como o de Carmo et al.

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

(2018), que identificaram a presença de ambulantes em 58,6% das escolas públicas analisadas, e o de França et al. (2024), que relataram a presença de venda de alimentos em 54,3% das redes públicas de ensino. A Tabela 1 apresenta os dados sociodemográficos dos vendedores ambulantes entrevistados.

Tabela 1 - Perfil sociodemográfico dos vendedores ambulantes (n=9). Palmas (TO), 2024.

Variáveis	n	%
Sexo		
Masculino	7	77,78%
Feminino	2	22,22%
Faixa etária		
18 a 24 anos	1	11,11%
25 a 34 anos	2	22,22%
35 a 44 anos	2	22,22%
45 a 59 anos	4	44,44%
Escolaridade		
Até 4ª série ou 5º ano do Ensino Fundamental	2	22,22%
De 5ª até a 8ª série, ou do 6º até o 9º ano do Ensino Fundamental	3	33,33%
Ensino médio incompleto	2	22,22%
Ensino médio completo	1	11,11%
Superior incompleto	1	11,11%
Superior completo	0	0,00%
Cor/Raça		
Branca	1	11,11%
Preto	2	22,22%
Parda	6	66,67%
Amarela	0	0,00%
NS/RS	0	0,00%
Permitiu FT		

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

Sim	9	100,00%
Não	0	0,00%

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Entre as 7 escolas com vendedores, 3 eram municipais e 4, estaduais. Ao todo, foram encontrados 9 vendedores ambulantes, todos comercializando algum tipo de alimento ou bebida. A maioria (88,8%; n=8) estava localizada em frente ao portão da escola, e os principais meios de comercialização utilizados foram carrinhos (33,3%; n=3) e caixas de isopor (33,3%; n=3)(Tabela 2). Esses dados corroboram com os achados de Peres et al. (2021), que destacam a predominância de estabelecimentos ambulantes próximos aos portões das escolas em regiões urbanas.

Estudos indicam que a proximidade de pontos de venda de alimentos ultraprocessados influencia o consumo desses produtos entre os estudantes. Um estudo transversal realizado em Minas Gerais, Brasil, que investigou a relação entre características do ambiente obesogênico e biomarcadores não tradicionais de obesidade em crianças, concluiu que uma maior densidade de lojas predominantemente de alimentos ultraprocessados ao redor das escolas estava associada a maior gordura corporal total e gordura abdominal nos estudantes. Da mesma forma, a presença de vendas de alimentos prontos para consumo dentro de um buffer de 800 metros ao redor das escolas foi associada à obesidade em adolescentes de Belo Horizonte (FILGUEIRAS et al., 2023; ASSIS et al., 2022).

O conceito de "pântano alimentar", abordado por Peres et al. (2021), reforça o impacto negativo que um ambiente saturado de alimentos ultraprocessados pode ter sobre os hábitos alimentares dos estudantes. A identificação desses pântanos alimentares em áreas urbanas demonstra como as opções alimentares acessíveis e financeiramente viáveis tendem a ser menos saudáveis, uma tendência observada também em Palmas, onde o comércio ambulante oferece alimentos

semelhantes.

A presente pesquisa revelou que os três tipos de alimentos mais vendidos pelos ambulantes foram guloseimas, refrigerantes e salgados fritos, dados que corroboram com estudos anteriores. Os dois primeiros alimentos são considerados ultraprocessados, e o terceiro, embora seja uma preparação culinária, pode apresentar impactos negativos na saúde se consumido em grandes quantidades devido ao método de fritura, podendo ser associado a um maior risco de obesidade abdominal (WAN, et al., 2023). A predominância de lanches com baixo valor nutricional e alta densidade calórica, como salgados fritos, doces e refrigerantes, levanta preocupações sobre o impacto na saúde dos estudantes, especialmente considerando o ambiente obesogênico nas áreas escolares. Peres et al. (2021) identificaram uma alta presença de estabelecimentos que comercializam alimentos ultraprocessados no entorno das escolas e associaram essa presença a um aumento do risco de sobrepeso e obesidade entre crianças e adolescentes.

Além disso, a pesquisa mostrou que 55,5% dos vendedores ambulantes trabalhavam no segmento há menos de 5 anos, e 77,7% informaram que nunca foram impedidos de comercializar seus produtos, conforme apresentado na tabela 2. Betts et al. (2022) encontraram uma associação positiva entre a disponibilidade de frutas e verduras nas escolas e o consumo desses alimentos pelos alunos, observando essa relação apenas na presença de um baixo número de pontos de venda de alimentos nas imediações.

Tabela 2 - Características do serviço de venda de alimentos por ambulantes no entorno das escolas. Palmas (TO), 2024.

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

Variáveis	n	%
Localização:		
Em frente ao portão	8	88,89%
Quarteirão	1	11,11%
Meio de comercialização:		
Carrinho	3	33,33%
Carro particular	1	11,11%
Barraca	1	11,11%
Food Truck	0	0,00%
Banca	0	0,00%
Isopor	3	33,33%
Outros	1	11,11%
Principal renda:		
Sim	9	100,00%
Não	0	0,00%
Tempo de trabalho como ambulante:		
Menos de 2 anos	2	22,22%
Entre 2 a 5 anos	3	33,33%
Entre 5 a 10 anos	3	33,33%
Mais de 10 anos	1	11,11%
Vende em outro local:		
Sim	8	88,89%
Não	1	11,11%
Já foi impedido de vender no local:		
Sim	2	22,22%
Não	7	77,78%

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

Quem tentou impedir a venda:

Fiscais da prefeitura	0	0,00%
Polícia	0	0,00%
Comerciantes	0	0,00%
Pais de alunos	0	0,00%
Diretoria da escola	1	11,11%
Outros	1	11,11%

Já foi interferido pela diretoria da escola:

Sim	0	0,00%
Não	9	100,00%

Principal motivo trabalhar como ambulante:

Gosto/identificação	3	33,33%
Falta de qualificação	0	0,00%
Desemprego	1	11,11%
Falta de oportunidade	4	44,44%
Negócio familiar	1	11,11%
Outros	0	0,00%

Possui cadastro junto a prefeitura:

Sim	5	55,56%
Não	4	44,44%

Já recebeu material de incentivo de produtos que comercializa:

Sim	0	0,00%
Não	9	100,00%

Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2024).

Esse achado sugere que o ambiente alimentar externo pode modificar a relação entre o ambiente interno da escola e a ingestão alimentar dos adolescentes, enfatizando a importância de estratégias direcionadas para aumentar o consumo de frutas e verduras em escolas

com alta densidade de pontos de venda de alimentos. Esse resultado destaca a importância da existência de regulamentações que controlam práticas alimentares em ambientes escolares, pois no Brasil a regulamentação da venda de alimentos no entorno escolar varia entre cidades e estados, entretanto, alguns locais como São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Distrito Federal já apresentam legislações pertinentes a comercialização de alimentos no entorno das escolas.

Em relação à precificação dos produtos, as guloseimas apresentaram os preços mais baixos, variando entre R\$ 0,15 e R\$ 0,50 por unidade. O bombom/chocolate foi o próximo item mais acessível, sendo vendido por R\$ 0,60. Os produtos com preço fixo de R\$ 1,00 incluíram café, picolé e pipoca doce, com esta última também sendo encontrada por R\$ 2,00. A vulnerabilidade econômica dos estudantes, que frequentemente optam por lanches de baixo custo e menor valor nutricional devido a restrições financeiras, foi observada em estudos anteriores (PERES et al., 2021; BERHANE et al., 2022). Essa situação destaca a necessidade de intervenções que vão além da regulamentação do comércio ambulante, incluindo políticas de segurança alimentar e nutricional que garantam acesso a alimentos saudáveis e acessíveis no ambiente escolar. De igual modo, a semelhança nos preços dos alimentos pode influenciar a escolha entre alimentos ultraprocessados e saudáveis, considerando que a palatabilidade dos produtos industrializados pode ser maior, sua aquisição pode ser mais frequente. Os demais alimentos comercializados e sua respectiva precificação estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 - Características dos alimentos comercializados por vendedores ambulantes no entorno das escolas. Palmas (TO), 2024.

Variáveis	Quantidade de Vendedores	Valor Mínimo (R\$)	Valor Máximo (R\$)
Alimentos			

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

Água mineral 500ml				2	2	3
Café 75ml				1	1	1
Refrigerante 350ml				3	3	5
Refrigerante 265ml				1	5	5
Bolo (preparação culinária)				1	8	8
Churros				2	6	6
Bombom/Chocolate				1	0,6	0,6
Guloseimas				4	0,15	0,5
Picolé				1	1	1
Salgadinho de pacote				1	1,5	1,5
Suco natural 300ml				1	2	2
Suco natural 500ml				1	10	10
Salgado assado sem recheio				1	4	4
ultraprocessado						
Salgado assado com recheio				2	4	7
ultraprocessado						
Salgado frito sem recheio				3	4	7
ultraprocessado						
Salgado frito com recheio				3	4	7
ultraprocessado						
Pipoca natural				2	3	5
Pipoca doce de pacote				2	1	2
Geladinho				1	3	3
Algodão Doce				1	5	5
Batata Chips Natural				1	10	10

Fonte: Elaborada pelo próprio autor (2024).

Por fim, o estudo apresenta como limitação, como a possibilidade de algum vendedor ambulante não ter estado presente nos dias em que a coleta de dados foi realizada, logo pode haver mais ou menos ambulantes a depender da época do ano.

Entre as potencialidades deste estudo, pode-se citar que o questionário criado foi baseado em questionários já validados para esse tipo de pesquisa; é um estudo multicêntrico que pode trazer um panorama nacional do ambiente alimentar e entorno das escolas; os pesquisadores foram treinados pelo centro coordenador e utilizou-se um registro de informações para armazenamento dos dados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incidência de comércio ambulante de alimentos no entorno das escolas públicas é relativamente baixa, podendo ser atribuída à implementação de uma Portaria que restringe a comercialização de alimentos nesse território. A prevalência de alimentos de baixo valor nutricional e alta densidade calórica no entorno escolar reforça a necessidade de intervenções que abordem o ambiente alimentar obesogênico. Além disso, a evidência de que esses alimentos são frequentemente vendidos em locais estratégicos, como em frente aos portões das escolas, destaca a necessidade de uma abordagem mais abrangente para a regulamentação e fiscalização desses pontos de venda.

O perfil sociodemográfico dos vendedores ambulantes revela uma concentração significativa de indivíduos com baixa escolaridade e situação econômica vulnerável, o que pode refletir a falta de oportunidades e a necessidade de fontes alternativas de renda. Este contexto aponta para a importância de políticas públicas que não apenas regulam o comércio ambulante, mas que também promovam alternativas sustentáveis e acessíveis para esses trabalhadores, além de garantir o acesso dos estudantes a alimentos saudáveis.

REFERÊNCIAS

AUSTIN, S. Bryn et al. Clustering of fast-food restaurants around schools: a

novel application of spatial statistics to the study of food environments. American journal of public health, v. 95, n. 9, p. 1575-1581, 2005, setembro 2005. Disponível em

<https://ajph.aphapublications.org/doi/full/10.2105/AJPH.2004.056341>.

Acesso em: 12 set 2024.

AZEREDO, Catarina Machado et al. Are laws restricting soft drinks sales in Brazilian schools able to lower their availability?. Revista de Saúde Pública, v. 54, p. 42, 24 abril 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2020054001227>. Acesso em: 12 set. 2024

BERHANE, Hanna Y. et al. Food environment around schools and adolescent consumption of unhealthy foods in Addis Ababa, Ethiopia. Maternal & Child Nutrition, p. e13415, 31 março 2022. Disponível em: DOI: 10.1111/mcn.13415. Acesso em: 12 set. 2024.

BETTS, Grace M. et al. Impact of the external school food environment on the associations of internal school food environment with high schoolers' diet and BMI. Public health nutrition, v. 25, n. 11, p. 3086-3095, 25 abril 2022. Disponível em: DOI: 10.1017/S1368980022000994. Acesso em: 12 set. 2024.

CARDOZO, Najla de Oliveira et al. Ambiente alimentar e excesso de peso em escolares: uma revisão sistemática sul-americana. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 46, p. e164, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.164>. Acesso em: 12 set. 2024.

CARMO, Ariene Silva do et al. The food environment of Brazilian public and private schools. Cadernos de Saúde Pública, v. 34, n. 12, p. e00014918, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00014918>. Acesso em: 12 set. 2024.

CASTRO, Inês Rugani Ribeiro de. Desafios e perspectivas para a promoção da alimentação adequada e saudável no Brasil. Cadernos de Saúde Pública, v. 31, n. 1, p. 7-9, janeiro 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPE010115>. Acesso em: 12 set. 2024.

CHEN, Hsin-Jen; WANG, Youfa. Changes in the neighborhood food store

environment and children's body mass index at peripuberty in the United States. *Journal of Adolescent Health*, v. 58, n. 1, p. 111-118, 1 janeiro 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2015.09.012>.

Acesso em: 12 set. 2024.

DE ASSIS, Máira Macário et al. Food environment, social deprivation and obesity among students from Brazilian public schools. *Public health nutrition*, v. 22, n. 11, p. 1920-1927, 11 maio 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S136898001800112X>. Acesso em: 12 set. 2024.

DE FRANÇA, Fabiana Chagas Oliveira et al. Food and Consumers' Environment Inside and around Federal Public Schools in Bahia, Brazil. *Nutrients*, v. 16, n. 2, p. 201, 8 janeiro 2024. Disponível em: DOI: 10.3390/nu16020201. Acesso em: 12 set. 2024.

DOS SANTOS GAETANI, Raquel; RIBEIRO, Luciana Cisoto. Produtos comercializados em cantinas escolares do município de Ribeirão Preto. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v. 28, n. 4, p. 587-595, dezembro 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5020/18061230.2015.p587>. Acesso em: 12 set. 2024.

FILGUEIRAS, Mariana De Santis et al. Characteristics of the obesogenic environment around schools are associated with body fat and low-grade inflammation in Brazilian children. *Public Health Nutrition*, v. 26, n. 11, p. 2407-2417, 10 agosto 2023. Disponível em: DOI:

10.1017/S1368980023001696. Acesso em: 12 set. 2024.

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Resolução nº 6, de 8 de maio de 2020. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *School food and nutrition framework*. Rome, 36 p., 2019.

GABRIEL, Cristine Garcia et al. Regulamentação da comercialização de alimentos no ambiente escolar: análise dos dispositivos legais brasileiros

que buscam a alimentação saudável. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 71, n. 1, p. 11-20, 8 fevereiro 2012. Disponível em: <https://periodicoshomolog.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/article/view/32385>. Acesso em: 12 set. 2024.

HENRIQUES, Patrícia et al. Políticas de Saúde e de Segurança Alimentar e Nutricional: desafios para o controle da obesidade infantil. Ciência & Saúde Coletiva, v. 23, p. 4143-4152, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182312.34972016>. Acesso em: 12 set. 2024.

JIA, Peng et al. Effects of school neighborhood food environments on childhood obesity at multiple scales: a longitudinal kindergarten cohort study in the USA. BMC medicine, v. 17, p. 1-15, 22 maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12916-019-1329-2>. Acesso em: 12 set. 2024.

LEITE, Fernanda Helena Marrocos et al. Oferta de alimentos processados no entorno de escolas públicas em área urbana. Jornal de Pediatria, v. 88, p. 328-334, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.2223/JPED.2210>. Acesso em: 12 set. 2024.

LOURENÇO, Ana Eliza Port et al. Influência da ambiência escolar no estado nutricional de pré- escolares de Macaé, Rio de Janeiro, Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, v. 24, p. 2399-2410, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018247.19392017>. Acesso em: 12 set. 2024.

Ministério da Saúde. Atlas da obesidade infantil no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. 13 p. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/dados_atlas_obesidade.pdf.

Ministério da Saúde (Brasil). Regulamentação da comercialização de alimentos em escolas no Brasil: experiências estaduais e municipais. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

MISSBACH, Benjamin et al. School food environment: Quality and advertisement frequency of child-oriented packaged products within walking distance of public schools. Preventive medicine reports, v. 6, p.

307-313, junho 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.j.pmedr.2017.03.021>. Acesso em: 12 set. 2024.

NOVAES, Taiane Gonçalves et al. Availability of food stores around Brazilian schools. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 27, n. 06, p. 2373-2383, 2 dezembro 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/1413-81232022276.19372021>. Acesso em: 12 set. 2024.

Organização Mundial da Saúde. Plano de ação global para a prevenção e controle de doenças não transmissíveis 2013-2020. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2013.

Organização Mundial da Saúde. Reunião global da OMS para acelerar o progresso na meta 3.4 dos ODS sobre doenças não transmissíveis e saúde mental. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2020.

PERES, Carla Marien da Costa et al. O ambiente alimentar comunitário e a presença de pântanos alimentares no entorno das escolas de uma metrópole brasileira. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37,

p. e00205120, setembro 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00205120>. Acesso em: 12 set. 2024.

VEIGA NETO, Alipio Ramos; MELO, Larissa Grace Nogueira Serafim de. Fatores de influência no comportamento de compra de alimentos por crianças. *Saúde e Sociedade*, v. 22, p. 441-455, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902013000200015>. Acesso em: 12 set. 2024.

WAN, Xuzhi et al. Fried food consumption, genetic risk, and incident obesity: a prospective study. *Food & Function*, v. 15, n. 5, p. 2760-2771, 31 janeiro 2024. Disponível em: DOI: 10.1039/d3fo02803h. Acesso em: 12 set. 2024.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins e pelo Instituto Ibirapitanga.

Capítulo 21

ESTUDO DA ESTABILIDADE DE CÉLULAS ÍNTEGRAS COM ATIVIDADE DE TRANSFRUTOSILAÇÃO IMOBILIZADAS EM BUCHA VEGETAL PARA A PRODUÇÃO DE FRUTO-OLIGOSSACARÍDEOS

Valéria Pereira da Silva
Sergio Andres Villalba Morales
Michelle da Cunha Abreu Xavier

RESUMO

Os fruto-oligossacarídeos (FOS) são açúcares prebióticos que têm recebido atenção crescente nos últimos anos devido aos seus potenciais benefícios à saúde, e têm sido amplamente utilizados na indústria alimentícia como aditivos alimentares, devido às suas propriedades de melhoramento de textura e estabilidade dos alimentos. O presente trabalho teve como objetivo o estudo da estabilidade das células de *Aspergillus oryzae* IPT - 301, com atividade de transfrutossilação, imobilizadas em bucha vegetal e avaliar o seu desempenho como biocatalisador. Diante desse contexto, foram realizados testes de estabilidade térmica e de reuso com imobilização em bucha vegetal, onde o processo ocorreu em incubadora orbital do tipo Shaker a 30 °C, pH 5,5 e 200 rpm por 28 horas. A atividade de transfrutossilação foi determinada a partir da utilização de meio reacional com concentração 48,0 g L⁻¹ a 50° C, pH 5,5 e 190 rpm. Os ensaios de estabilidade térmica realizados até o 7º ciclo, apresentaram uma redução de 25% de perda de atividade de transfrutossilação comparado ao 1º ciclo. Os resultados também destacam um crescimento de 0,8930 g de biomassa/g de bucha vegetal no período de 28 horas de cultivo submerso, podendo ser aproveitadas e indicando um alto potencial de utilização de células catalíticas imobilizadas em bucha vegetal para fabricação de FOS.

Palavras-chave: Frutooligossacarídeos, *Aspergillus Oryzae*, bucha vegetal.

INTRODUÇÃO

Os Fruto-oligossacarídeos (FOS) são carboidratos de cadeia curta compostos por moléculas de frutose unidas a uma molécula terminal de glicose. A crescente demanda por alimentos funcionais e ingredientes naturais está impulsionando a pesquisa e o desenvolvimento de métodos eficientes e sustentáveis para a produção de FOS, incluindo o uso de processos biotecnológicos, como a imobilização de enzimas e microrganismos em suportes naturais, como a bucha vegetal (Veja e Zuniga, 2020).

Os Fruto-oligossacarídeos (FOS) têm baixo valor calórico, pois não são digeridos pelo intestino delgado. Eles oferecem vários benefícios à saúde, como a absorção de minerais como cálcio e magnésio, além de ajudar a regular a glicemia e o colesterol. (Davani-Davari et al., 2019). Estudos recentes também indicam que o consumo de FOS pode melhorar a função imunológica e reduzir o risco de doenças metabólicas, como diabetes tipo 2 e obesidade. (Guo et al., 2021).

O fungo *Aspergillus oryzae* é amplamente empregado na indústria alimentícia e biotecnológica devido à sua habilidade de produzir uma gama diversificada de enzimas de interesse industrial, incluindo a FTase. (Machida et al., 2008). Especificamente, a cepa *Aspergillus oryzae* IPT 301 tem se destacado pela sua alta capacidade de produção enzimática e eficiência na síntese de FOS (Souza-Motta et al., 2013). A adaptabilidade do *Aspergillus oryzae* a diversas condições de cultivo torna-o um candidato promissor para aplicações em processos industriais de produção de enzimas. Além disso, o uso de microrganismos como *Aspergillus oryzae* IPT 301 para a imobilização de enzimas tem se

revelado uma estratégia eficaz para aumentar a estabilidade e a reutilização das enzimas, o que melhora a viabilidade econômica dos processos de produção de FOS. (Ribeiro et al., 2014).

O desenvolvimento de biocatalisadores para a produção de FOS visa descobrir e aprimorar enzimas específicas, além de otimizar as condições de reação e os sistemas de produção. Esses avanços podem viabilizar a produção em larga escala a custos reduzidos, o que pode aumentar a aplicação de FOS em alimentos e bebidas funcionais. No entanto, o uso de enzimas solúveis apresenta desafios, como elevados custos de produção, instabilidade fora de seu ambiente natural e perda de atividade, o que resulta em custos mais altos e uma vida útil reduzida.

Uma estratégia promissora é o uso celular com atividade enzimática imobilizada em suportes porosos. A bucha vegetal (*Luffa cylindrica*), da família das cucurbitáceas, é amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Seu fruto seco forma uma estrutura fibrosa que é utilizada como esponja natural, oferecendo uma alternativa ecológica às esponjas sintéticas. Por ser biodegradável e renovável, a bucha vegetal se destaca como uma opção sustentável, pois não gera resíduos plásticos e pode ser compostada após o uso (Ribeiro et al., 2020).

O presente trabalho tem como objetivo o estudo da estabilidade durante o armazenamento das células de *Aspergillus oryzae* IPT - 301, com atividade de transfrutoseilação imobilizadas em bucha vegetal e avaliar o seu desempenho como biocatalisadores da reação de transfrutoseilação da sacarose em biorreator batelada visando a produção de Fruto-oligossacarídeos (FOS).

MÉTODO E MATERIAIS

Matéria-prima – suporte

A bucha vegetal foi o material escolhido para ser o suporte da imobilização enzimática e foi obtida por doação de produtores rurais da

região de Palmas - TO. Neste material foi realizado cortes interiores em formato de disco (2,0 cm de diâmetro x 0,6 cm de altura).

Pré-tratamento

Os suportes em formato de disco devidamente cortados foram pré-tratados sendo inseridos em um béquer com água destilada e levado ao banho maria a 90 °C por 30 minutos. Em seguida, a água foi descartada e adicionada nova água destilada, em que o material ficou em contato por 24 horas. Nesse período a água destilada foi trocada duas vezes. Após as 24 horas, a água foi removida, permanecendo assim somente o suporte, que foi levado à estufa para secagem a 70 °C durante 6 horas (Araújo, 2021). O experimento foi realizado em duplicata.

Microrganismo

A cepa do fungo *Aspergillus oryzae* IPT-301 foi fornecida pelo Laboratório de Biotecnologia Industrial do Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo (LBI/IPT-SP).

Cultivo submerso e imobilização de *Aspergillus oryzae* IPT-301 em bucha vegetal

A partir do fungo *Aspergillus oryzae* IPT-30, foi preparado meio de cultura sintético em pH 5,5, ajustado com solução de HCl 0,1 M. O meio de cultura era composto dos seguintes reagentes e concentrações: sacarose (150 g. L^{-1}), extrato de levedura (5,0 g. L^{-1}), $KH_2 PO_4$ (2,0 g. L^{-1}), $MgSO_4 \cdot 7H_2 O$ (0,5 g. L^{-1}), $MnCl_2 \cdot 4H_2 O$ (0,3 g. L^{-1}) e $FeSO_4 \cdot 7H_2 O$ (0,01 g. L^{-1}) e $NaNO_3$ (5,0 g.

L^{-1}). O meio de cultura (50 mL) foi esterilizado em autoclave por 15 minutos a 120 °C a 2,022 atm. Em seguida, 500 μL de esporos do fungo na concentração de 1×10^7 esporos mL^{-1} foram inoculados no suporte, com o uso de uma capela de fluxo laminar, e incubados no Shaker a 30 °C a 200

rpm por 28 horas (Ottoni et al., 2012; Cunha et al., 2019).

Determinação da atividade enzimática e quantificação de açúcares

A atividade de transfrutoseilação (AT) foi determinada conforme procedimento descrito por Cunha et al. (2019). Para isso, 1 g do biocatalisador heterogêneo (biomassa imobilizada no suporte), foi incubado com 3,7 mL de solução de sacarose 47 % ($m\ v^{-1}$) e 1,2 mL de tampão tris-acetato 0,2 mol L^{-1} , pH 5,5. A reação foi conduzida em banho Dubnoff a 50 °C, 190 rpm por 1 h e interrompida pela imersão do meio reacional em água em ebulição por 10 min, seguido por resfriamento em banho de água e gelo por 5 min para inativação enzimática. Posteriormente, o meio reacional foi filtrado à vácuo e a concentração de açúcares redutores e glicose foram quantificados.

As amostras coletadas serão imersas em banho de água fervente durante 10 minutos, seguido por banho de água e gelo por 5 minutos para interrupção da reação enzimática. Uma unidade (1U) de atividade de transfrutoseilação foram definidas como a quantidade de enzima que produz um micromol (1 μ mol) de frutose transfrutoseilada (transferida) por minuto, sob condições experimentais estabelecidas (Cunha et al., 2019). As concentrações de glicose (G) e açúcares redutores (AR) foram quantificadas pelos métodos colorimétricos GOD/PAP® (kit enzimático glicose-oxidase) e DNS (ácido 3,5 dinitrosalicílico) (Miller, 1959), respectivamente. As concentrações de frutose liberada (F) e frutose transfrutoseilada (transferida) (FT) no meio reacional serão determinadas pelas Equações (4) e (5) (Cunha et al., 2019).

$$[F] = [AR] - [G] \quad (4)$$

$$[FT] = [G] - [F] \quad (5)$$

Ensaio de estabilidade térmica do biocatalisador

Para a realização do ensaio de estabilidade térmica, foi avaliada durante ciclos de reações sequenciais, onde o biocatalisador foi adicionado em um Erlenmeyer de 250 ml contendo meio reacional de 37 mL de solução de sacarose comercial 47% (m/v) e 12 mL de tampão tris-acetato 0,2 mol/L⁻¹) e ajustado pH 5,5. A reação enzimática foi conduzida em incubadora Shaker (Tecnal®, Modelo TE – 4200) a 190 rpm a 50 °C. Foram coletadas alíquotas de cada amostra em períodos de tempos específicos (1 h, 2 h, 4 h, 6 h, 8 h e 24 h). O caldo foi filtrado e utilizado para determinação enzimática.

Ensaio de reuso do biocatalisador

Para o ensaio de reuso, uma massa de 2,20 g de células imobilizadas em bucha vegetal foi adicionada a um Erlenmeyer de 250 ml contendo 3,7 mL de solução de sacarose 63,5% e 1,2 mL de tampão tris-acetato 0,2 mol/L, pH 5,5. A reação enzimática foi conduzida em incubadora Shaker (Tecnal®, Modelo TE – 4200), 190 rpm a 50° C por 1 h. Ao término de cada ciclo batelada, as células utilizadas foram filtradas a vácuo e lavadas com água destilada para retirada do excesso de sacarose presente na reação e, então, foram reintroduzidas em um novo meio reacional sob as mesmas condições experimentais. O caldo filtrado foi utilizado para determinação enzimática. Ao fim de 6 bateladas, o biocatalisador foi armazenado por 26 dias em tampão-acetato e posteriormente realizado um novo reuso sob as mesmas condições experimentais para avaliar a atividade após o armazenamento. Os experimentos foram realizados em duplicata.

Determinação da concentração de açúcares redutores

A concentração de açúcar redutor total foi determinada pelo

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

método do ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS). A solução DNS foi preparada e a quantificação de AR foi realizada pela adição da amostra oriunda da reação enzimática em 500 μ L da solução reagente (DNS). A reação foi conduzida em banho maria a 100° C e resfriado em banho maria de água e gelo por 5 min, seguido pela adição de 4 mL de água destilada. O branco foi obtido substituindo a alíquota de amostra por água destilada. A concentração de açúcares redutores totais foi determinada a 540 nm com auxílio de um espectrofotômetro.

Determinação da concentração de glicose

A concentração de glicose foi determinada pelo método GOD/PAP (Cunha, 2017;Garcia, 2018). A determinação foi realizada pela adição da amostra oriunda da reação enzimática em 2 mL da solução reagente. O branco foi obtido substituindo a alíquota de amostra por água destilada. A reação foi conduzida em banho maria a 37 °C por 5 min. Após esse período a concentração de glicose foi determinada a 505 nm com auxílio de um espectrofotômetro.

DADOS E DISCUSSÃO

Pré-Tratamento

Foram observadas características visuais na bucha vegetal pré-tratada semelhantes a bucha in natura, como mostra a Figura 1. Aspectos como cor sofreram pequenas alterações, deixando mais esbranquiçado e seco. Enquanto o tamanho e o formato da bucha permaneceram intactos.

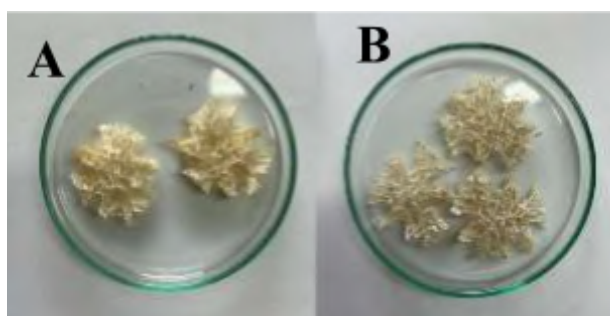


Figura 1: Bucha vegetal cortada em cilindros de aproximadamente 2,0 cm de diâmetro e 0,6 cm de altura. (A) In natura. (B) Pré-tratada.

Fonte: própria autora.

Ensaio de atividade enzimática nas células imobilizadas

Os ensaios de atividade enzimática na bucha vegetal com as células já imobilizadas foram realizados após o término de 28 h de cultivo submerso. Obteve-se um crescimento de aproximadamente de 0,8930 g de biomassa/bucha vegetal.



Figura 2: As células do fungo *A. oryzae* IPT-301 imobilizadas na bucha vegetal.

Fonte: própria autora.

O cultivo das células de *Aspergillus oryzae* IPT-301, na presença da bucha vegetal, apresentou um crescimento diretamente no material de suporte, observando-se que o fungo tem preferência pelo crescimento celular diretamente pela bucha vegetal. Isso caracteriza o cultivo e a imobilização das células íntegras com atividade catalítica (enzima micelial).



Figura 3: Cultivo submerso do fungo *A. oryzae* IPT -301 na bucha vegetal.

Fonte: própria autora.

Durante a imobilização, foi possível observar grande aderência no suporte em formato de disco, desenvolvendo, assim, uma biomassa catalítica de alta concentração de células por grama de suporte. Iqbal et al. (2005), visando a produção de discos de bucha vegetal com biomassa de *P. chrysosporium* imobilizada para remoção de íons de metais pesados e compostos clorados, relataram algumas vantagens como biodegradabilidade, baixo custo e capacidade de absorção para a utilização do material orgânico como suporte de imobilização.

Ensaio de estabilidade do biocatalisador

Os ensaios de estabilidade térmica do biocatalizador imobilizados em bucha vegetal realizados em modo batelada são apresentados na Figura 3. Observa-se a diminuição de glicose e frutose transfrutossilada ao longo do tempo, que pode ser atribuído à queda na atividade enzimática.

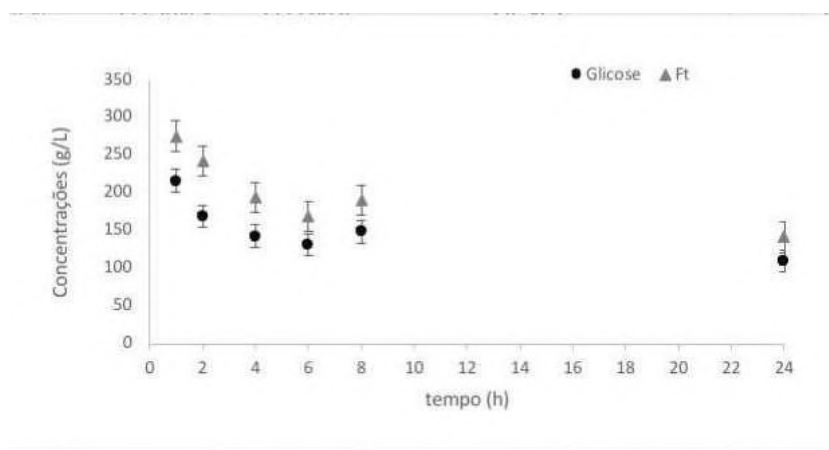


Figura 3: Ensaio de estabilidade do biocatalisador imobilizados em bucha vegetal em função de tempos específicos (1 h, 2 h, 4 h, 6 h, 8 h, 24 h).
Fonte: própria autora.

Ensaio de reuso do biocatalizador

Os ensaios de estabilidade térmica do biocatalizador imobilizado em bucha vegetal, foram realizados durante 7 ciclos, sendo 6 ciclos consecutivos e mais 1 ciclo após o armazenamento de 26 dias.

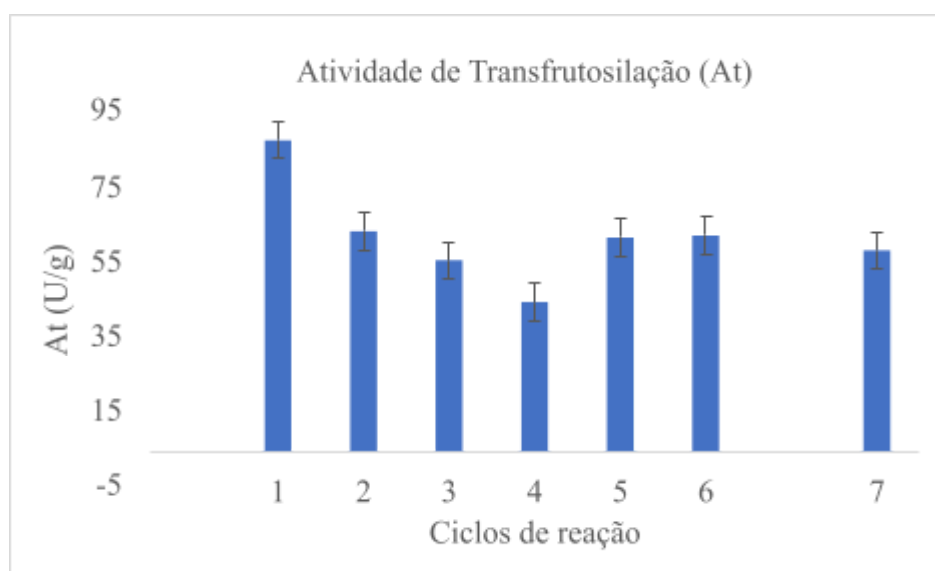


Figura 4: Ensaio de reuso de *Aspergillus oryzae* IPT-301 em bucha vegetal.

Fonte: Própria autora.

Ao analisar a Figura 4, observou-se que houve uma perda em torno de 25% da sua atividade de transfrutoseilação (At) comparada ao ciclo inicial, sendo que a partir do quinto ciclo, se manteve constante até a sétima batelada que foi realizada após o período de armazenamento de 26 dias.

Ao fim do sétimo ciclo foi constatado que não houve perdas significativas da biomassa catalítica imobilizada em bucha vegetal, o que indicou uma boa ligação entre as células do microrganismo e a bucha vegetal, mesmo após o seu período de armazenamento de 26 dias. De acordo com estudos comprovados de Ferreira (2018), a enzima imobilizada apresenta uma maior estabilidade térmica em comparação com a enzima livre, indicando assim que a ligação da enzima à bucha vegetal aumenta sua rigidez, preserva suas propriedades catalíticas e permite que a enzima imobilizada atue por um período mais longo sobre o substrato.

A Figura 4 apresenta os resultados das atividades de transfrutossilacção ao longo dos ensaios (em 1 hora de reacção enzimática) em um processo de batelada contínuo, onde se observa redução de frutose transfrutossilada e glicose. Garcia (2018) apresentou que para reacção em modo batelada, possivelmente pode alcançar até 75% de sua atividade recuperada para a células íntegras imobilizada em 12 horas de reacção.

Os resultados demonstram que o biocatalisador apresentou reuso durante 7 ciclos, possivelmente podendo ser utilizado em até mais ciclos, demonstrando potencial de utilização em processos industriais. A utilização deste biocatalisador torna-se vantajosa devido à estabilidade da enzima imobilizada, o uso da bucha vegetal, como um material orgânico de baixo custo, e a redução de custos e insumos com a produção e imobilização das células.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando os ensaios de estabilidades de *Aspergillus oryzae* IPT-301 imobilizado em bucha vegetal, visando a utilização da enzima Frutossiltransferase para a produção de Frutooligossacarídeos, foi determinado um crescimento 0,8930 g de biomassa/g de bucha vegetal

no período de 28 horas de cultivo submerso. Os ensaios de reuso mostraram que as células do microrganismo imobilizadas na bucha vegetal suportam até 7 ciclos com baixa redução na atividade de Transfrutossilação, sendo de cerca de 25% da atividade enzimática inicial, demonstrando o potencial de utilização deste suporte orgânico para o cultivo e imobilização celular do *A. oryzae* IPT-301, para produção de FOS. E por último, observou-se alta concentração de frutose transfrutossilada, levando em conta que ao final da reação ainda há resquícios de sacarose e outros açúcares liberados no processo.

REFERÊNCIAS

- Araujo, I. M. Imobilização de frutossiltransferase extracelular de *Aspergillus oryzae* IPT 301 em polihidroxibutirato e sua caracterização bioquímica para a produção de frutooligossacarídeos. 2021. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, MG, 2021.
- Cunha, J. de S. Produção e caracterização da enzima frutossiltransferase de *Aspergillus oryzae* IPT- 301 visando obtenção de frutooligossacarídeos. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alfenas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Poços de Caldas, MG, 2017.
- Cunha, J.S., Ottoni, C.A., Morales, S.A.V., Silva, E.S., Maiorano, A.E., Perna, R.F. Síntese e caracterização de frutossiltransferase de *Aspergillus oryzae* IPT-301 para produção de frutooligossacarídeos. *Revista Brasileira de Engenharia Química*, v. 36, p. 657-658, 2019.
- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S. J., Berenjian, A., Ghasemi, Y. (2019). Prebióticos: Definição, tipos, fontes, mecanismos e aplicações clínicas. *Foods*, v. 8, n. 3, p. 92, 2019.
- GARCIA, R. L. Imobilização da biomassa catalítica de *Aspergillus oryzae* IPT301, caracterização e aplicação na produção de

- frutooligossacarídeos. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2018.
- Guo, H., Chi, Y., Zhan, Z., e Zhang, J. (2021). Efeitos dos prebióticos na resposta imune, açúcar no sangue e metabolismo lipídico em indivíduos saudáveis e com distúrbios metabólicos. *Nutrientes*, v. 13, n. 8, p. 2607, 2021.
- Imobilização de β -glicosidase de soja em bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) utilizando trimetafosfato de sódio como ativador. *Evidência*, Joaçaba. v. 18, n. 2, p. 177-197, jul./dez. 2018.
- Iqbal, M.; Saeed, A.; Edyvean, R. et al. Produção de discos de biomassa fúngica imobilizada em esponja de loofa (FBILS) para a remoção de íons de metais pesados e compostos clorados de solução aquosa. *Cartas de Biotecnologia*, v. 27, p. 1319-1323, 2005.
- Machida, M., Asai, K., Sano, M., Tanaka, T., Kumagai, T., Terai, G., Isono, K. (2008). Sequenciamento e Análise do Genoma de *Aspergillus oryzae*. *Nature*, v. 438, n. 7071, p. 1157-1161, 2005.
- Miller, G. L. Uso do Reagente Ácido Dinitrosalicílico para Determinação de Açúcares Redutores. *Química Analítica*, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- Ottoni, C.A.; Cuervo, R.; Picolli, R.M.; Moreira, R.; Maresma, B.G.; Silva, E.S.; Rodrigues, M.F.A.; Maiorano, A.E. Otimização do meio para a produção de β -frutofuranosidase por *Aspergillus oryzae*. *Revista Brasileira de Engenharia Química*, v. 29, n. 49, p. 2012.
- Souza-Motta, C. M., Cavalcanti, M. A. Q., Fernandes, M. J. S., Lima, D. M. M., Nascimento, J. P. (2013). Fungos filamentosos isolados do solo e sua eficiência na produção de amilases. *Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia*, v. 56, n. 5, p. 891-899, 2013. *Journal of Food Science and Technology*, 57(11), 3817-3829.

FINANCIAMENTO

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

CNPq (Bolsas) e projeto CNPq universal 408302/2023-2.

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.

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

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.

