

stricto
ensu
Editora

Ciência, Inovação e Tecnologia:

Rumos para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia



ISBN: 978-65-80261-45-1

Organizadores:

Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva
Leila Priscila Peters
Clarice Maia Carvalho

2024

Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva

Leila Priscila Peters

Clarice Maia Carvalho

(Organizadores)



III Workshop



**Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia
Consolidando Avanços e Rumo à Expansão**

Rio Branco, Acre

Stricto Sensu Editora

CNPJ: 32.249.055/001-26

Prefixos Editorial: ISBN: 80261 – 86283 / DOI: 10.35170

Editora Geral: Profa. Dra. Naila Fernanda Sbsczk Pereira Meneguetti

Editor Científico: Prof. Dr. Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti

Bibliotecária: Tábata Nunes Tavares Bonin – CRB 11/935

Capa: Elaborada por Led Camargo dos Santos (ledcamargo.s@gmail.com). Arte da capa elaborada por Ana Lúcia Correa Velásquez.

Avaliação: Foi realizada avaliação por pares, por pareceristas *ad hoc*

Revisão: Realizada pelos autores e organizadores

Conselho Editorial

Prof^a. Dr^a. Ageane Mota da Silva (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre)

Prof. Dr. Amilton José Freire de Queiroz (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto (Universidade Federal de Goiás – UFG)

Prof. Dr. Edson da Silva (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri)

Prof^a. Dr^a. Denise Jovê Cesar (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina)

Prof. Dr. Francisco Carlos da Silva (Centro Universitário São Lucas)

Prof. Dr. Humberto Hissashi Takeda (Universidade Federal de Rondônia)

Prof. Msc. Herley da Luz Brasil (Juiz Federal – Acre)

Prof. Dr. Jader de Oliveira (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Araraquara)

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos (Universidade Federal do Piauí – UFPI)

Prof. Dr. Leandro José Ramos (Universidade Federal do Acre – UFAC)

Prof. Dr. Luís Eduardo Maggi (Universidade Federal do Acre – UFAC)

Prof. Dr. Marco Aurélio de Jesus (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia)

Prof^a. Dr^a. Mariluce Paes de Souza (Universidade Federal de Rondônia)

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bernarde (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Romeu Paulo Martins Silva (Universidade Federal de Goiás)

Prof. Dr. Renato Abreu Lima (Universidade Federal do Amazonas)

Prof. Dr. Rodrigo de Jesus Silva (Universidade Federal Rural da Amazônia)

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569

Ciência, inovação e tecnologia na Amazônia: rumos para o desenvolvimento sustentável da amazônia / Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva, Leila Priscila Peters, Clarice Maia Carvalho. Rio Branco: Stricto Sensu, 2024. 105 p.:il

ISBN: 978-65-80261-45-1

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261451

1. Ciência. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Título. II. Silva, Berenice Kussumoto de Alcântara da. III. Peters, Leila Priscila. IV. Carvalho, Clarice Maia.

CDD 22. ed. 607.0918

Bibliotecária Responsável: Tábata Nunes Tavares Bonin / CRB 11-935

O conteúdo dos capítulos do presente livro, correções e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

É permitido o download deste livro e o compartilhamento do mesmo, desde que sejam atribuídos créditos aos autores e a editora, não sendo permitido à alteração em nenhuma forma ou utilizá-lo para fins comerciais.

www.sseditora.com.br

PREFÁCIO

O III Workshop do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, realizado na Universidade Federal do Acre (UFAC), em Rio Branco, representa mais um passo significativo na consolidação do conhecimento científico voltado para o desenvolvimento sustentável da região amazônica. Este evento, realizado nos dias 11, 12 e 13 de dezembro de 2024, ao reunir pesquisadores, estudantes e profissionais da área, promoveu o intercâmbio de ideias e o fortalecimento da produção acadêmica em um contexto relevante e desafiador.

A presente obra, fruto deste encontro acadêmico, reflete a diversidade e a riqueza das pesquisas desenvolvidas no âmbito do Programa de Pós-Graduação. O livro é composto por 32 resumos simples, que oferecem um panorama abrangente dos temas explorados durante o evento, e por cinco capítulos completos de autores que optaram por compartilhar suas contribuições de forma mais detalhada.

A UFAC, ao sediar este evento, reafirma seu papel central na formação de profissionais qualificados e na promoção da ciência comprometida com o desenvolvimento regional. A troca de conhecimentos e experiências vivenciada durante o Workshop certamente ecoará para além dos muros da universidade, inspirando novas parcerias e projetos de pesquisa que fortaleçam a ciência amazônica.

Agradecemos a todos os participantes, autores, organizadores e colaboradores que tornaram este evento e essa publicação possíveis. Que este livro seja uma fonte de inspiração e conhecimento, impulsionando ainda mais o avanço da ciência, da inovação e da tecnologia voltadas para o bem-estar da Amazônia e de seus povos.

Boa leitura!

SUMÁRIO

CAPÍTULO. 1.....07

INFLUÊNCIA DOS EVENTOS CLIMÁTICOS DE EL NIÑO E LA NIÑA EM UMA ÁREA DE FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

José Luiz Monteiro Benicio de Melo (Universidade Federal do Acre)

Guilherme Henrique Gallo Silva (Universidade Federal do Acre)

André Jezreel Barros Bandeira (Universidade Federal do Acre)

Dan Gustavo Feitosa Braga (Universidade Federal do Acre)

Jesus Padilha (Universidade Federal do Acre)

Alana Karen Mariano da Silva (Universidade Federal do Acre)

Regiane Souza Vilanova (Universidade Federal do Acre)

Rafael Coll Delgado (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261451.01

CAPÍTULO. 2.....19

EFEITO DO CÁDMIO NO CRESCIMENTO DE DOIS GENÓTIPOS DE CACAUEIRO

Erlangela Rocha Viga (Universidade Federal do Acre)

Vanderley Borges dos Santos (Universidade Federal do Acre)

Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261451.02

CAPÍTULO. 3.....32

AVALIAÇÃO DE PARQUES LINEARES AMAZÔNICOS: ANÁLISE DA PAISAGEM COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE GESTÃO

Laís Medeiros de Araújo (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261451.03

CAPÍTULO. 4.....48

RESISTÊNCIA DE MADEIRAS TRATADAS COM PRODUTOS DE ACABAMENTO À DEGRADAÇÃO POR FUNGOS

Fernando José Fernandes Martins Junior (Universidade Federal do Acre)

Laryssa dos Santos Prado (Universidade Federal do Acre)

Patrícia Gomes Ribeiro (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261451.04

CAPÍTULO. 5.....58

METABÓLITOS DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DO CUPUAÇUZEIRO NO CONTROLE DE BACTÉRIAS CAUSADORAS DE PNEUMONIA

Jady Rebeca Marques Rêgo (Universidade Federal do Acre)

Geyse Souza Santos (Universidade Federal do Acre)

Laryssa dos Santos Prado (Universidade Federal do Acre)

Clarice Maia Carvalho (Universidade Federal do Acre)

Leila Priscila Peters (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261451.05

RESUMOS.....68

ORGANIZADORES.....100

ÍNDICE REMISSIVO101

INFLUÊNCIA DOS EVENTOS CLIMÁTICOS DE EL NIÑO E LA NIÑA EM UMA ÁREA DE FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

José Luiz Monteiro Benicio de Melo¹, Guilherme Henrique Gallo Silva¹, André Jezreel Barros Bandeira¹, Dan Gustavo Feitosa Braga¹, Jesus Padilha¹, Alana Karen Mariano da Silva¹, Regiane Souza Vilanova¹ e Rafael Coll Delgado¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro integrado de Meteorologia Agrícola e Florestal, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

O bioma amazônico desempenha um papel essencial na regulação do clima global, mas enfrenta crescentes ameaças devido às mudanças climáticas e eventos extremos, como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Para avaliar o impacto desses eventos sobre a vegetação, os índices de vegetação (VIs) obtidos por sensoriamento remoto são ferramentas valiosas. Este estudo analisou a resposta da vegetação a diferentes fases do ENOS, associando variáveis meteorológicas aos índices NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index), com objetivo de identificar as variáveis que mais influenciam a dinâmica da vegetação e determinar qual índice é mais sensível a essas mudanças. Os dados meteorológicos foram extraídos do conjunto Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD) para os períodos de Neutralidade (2012-2014), El Niño (2014-2016) e La Niña (2021-2023). Já os índices de vegetação foram obtidos a partir do produto MOD13Q1 da NASA, utilizando a biblioteca MODISTools no software RStudio Versão 4.3.3. A análise de correlação foi realizada pelo método de Spearman. Os resultados indicam que o EVI é mais sensível às oscilações do ENOS, apresentando forte correlação com a temperatura durante o El Niño; com a precipitação e a umidade durante a La Niña; e, em períodos de Neutralidade, com a precipitação, seguida pela temperatura. Já o NDVI demonstrou impactos significativos apenas durante o El Niño. Esses achados reforçam a importância do uso de índices de vegetação no monitoramento das respostas da floresta amazônica a eventos climáticos extremos, contribuindo para uma melhor compreensão dos impactos das mudanças climáticas na região.

Palavras-chave: Amazônia, Mudanças climáticas e El Niño-Oscilação Sul (ENOS).

ABSTRACT

The Amazon biome plays an essential role in regulating the global climate, but faces increasing threats due to climate change and extreme events such as the El Niño-Southern Oscillation (ENSO). To assess the impact of these events on vegetation, vegetation indices (VIs) obtained by remote sensing are valuable tools. This study analyzed the response of

vegetation to different phases of ENSO, associating meteorological variables with the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and EVI (Enhanced Vegetation Index) indices, with the aim of identifying the variables that most influence vegetation dynamics and determining which index is most sensitive to these changes. Meteorological data were extracted from the Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD) set for the periods of Neutrality (2012-2014), El Niño (2014-2016) and La Niña (2021-2023). Vegetation indices were obtained from NASA's MOD13Q1 product, using the MODISTools library in RStudio Version 4.3.3 software. Correlation analysis was performed using the Spearman method. The results indicate that the EVI is more sensitive to ENSO oscillations, showing a strong correlation with temperature during El Niño; with precipitation and humidity during La Niña; and, in periods of Neutrality, with precipitation, followed by temperature. NDVI demonstrated significant impacts only during El Niño. These findings reinforce the importance of using vegetation indices in monitoring the Amazon forest's responses to extreme climate events, contributing to a better understanding of the impacts of climate change in the region.

Key-words: Amazon, Climate change and El Niño-Southern Oscillation (ENSO).

1. INTRODUÇÃO

O bioma amazônico, o mais extenso e biodiverso do planeta, desempenha um papel crucial na regulação do clima global (ARTAXO et al., 2014). No entanto, enfrenta impactos crescentes das mudanças climáticas, que afetam diretamente os ecossistemas terrestres, resultando na perda de cobertura florestal e comprometendo processos climáticos e hidrológicos. Esses efeitos são agravados pela intensificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) decorrentes das atividades humanas, que impulsionam o aumento das temperaturas em escala global (KABIR et al., 2023).

Os eventos de El Niño-Oscilação do Sul (ENOS) têm grande impacto no clima global, alterando as taxas de precipitação e temperatura (SILVA; DE SOUZA ROLIM; DE OLIVEIRA APARECIDO, 2022). Sendo caracterizado por uma fase quente e seca (El Niño) e uma fase fria e úmida (La Niña), essas, por sua vez, podem afetar diretamente o desenvolvimento dos organismos bióticos (VENCL; SRYGLEY, 2023).

Os índices de vegetação, provenientes de sensores remotos, se mostram ser uma poderosa ferramenta para compreensão da dinâmica da vegetação, fornecendo informações sobre vigor, atividade de clorofila, estresse hídrico e quantidade de vegetação, permitindo a relação e compreensão dos impactos das mudanças climáticas e eventos extremos sobre ambientes naturais (VÉLEZ; MARTÍNEZ-PEÑA; CASTRILLO, 2023).

Estudos como de Zhong et al. (2021), que avaliou o EVI (Enhanced Vegetation Index - Índice de Vegetação Melhorado) na bacia do Rio Amazonas durante estação seca e

estação chuvosa, demonstra como os índices de vegetação podem ser utilizados para a compreensão da dinâmica da vegetação que se altera durante períodos secos e períodos úmidos, e que esses podem se relacionar de maneira diferente com as variáveis meteorológicas como precipitação e temperatura do ar a depender da disponibilidade dos próprios.

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - Índice Normalizado de Diferença de Vegetação) também pode ser correlacionado com variáveis meteorológicas, como demonstrado no estudo de Li et al. (2021), que relacionou as variáveis precipitação, umidade, horas de luz solar, temperatura do ar e pressão atmosférica com o NDVI em escala mensal e sazonal na área do Planalto de Loess. O estudo constatou que todas as variáveis, com exceção da pressão atmosférica, se correlacionam positivamente com a vegetação, sendo a precipitação a que mais afeta sazonalmente a vegetação.

O objetivo deste estudo é avaliar a relação entre a vegetação e as variáveis climáticas durante os eventos de Neutralidade, El Niño e La Niña, utilizando os índices de vegetação EVI (Enhanced Vegetation Index) e NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Além disso, busca-se identificar qual desses índices é mais adequado para compreender a dinâmica da vegetação em períodos de eventos climáticos extremos.

2. MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi executado na área de floresta pertencente à Colônia Boa Vista, localizada na latitude 9°54'42"S e longitude de 67°46'03"W, no município de Rio Branco, no estado do Acre (Figura 1), tendo tipologia florestal de Floresta Ombrófila Aberta, de acordo com a fonte de dados de vegetação pertencente ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A área de estudo se localiza em uma região de clima de monção tropical (Am) de acordo com a classificação de Köppen, com temperaturas entre 24 e 26 °C, e precipitação anual de 2.200 a 2.500 mm (ALVARES et al., 2013).

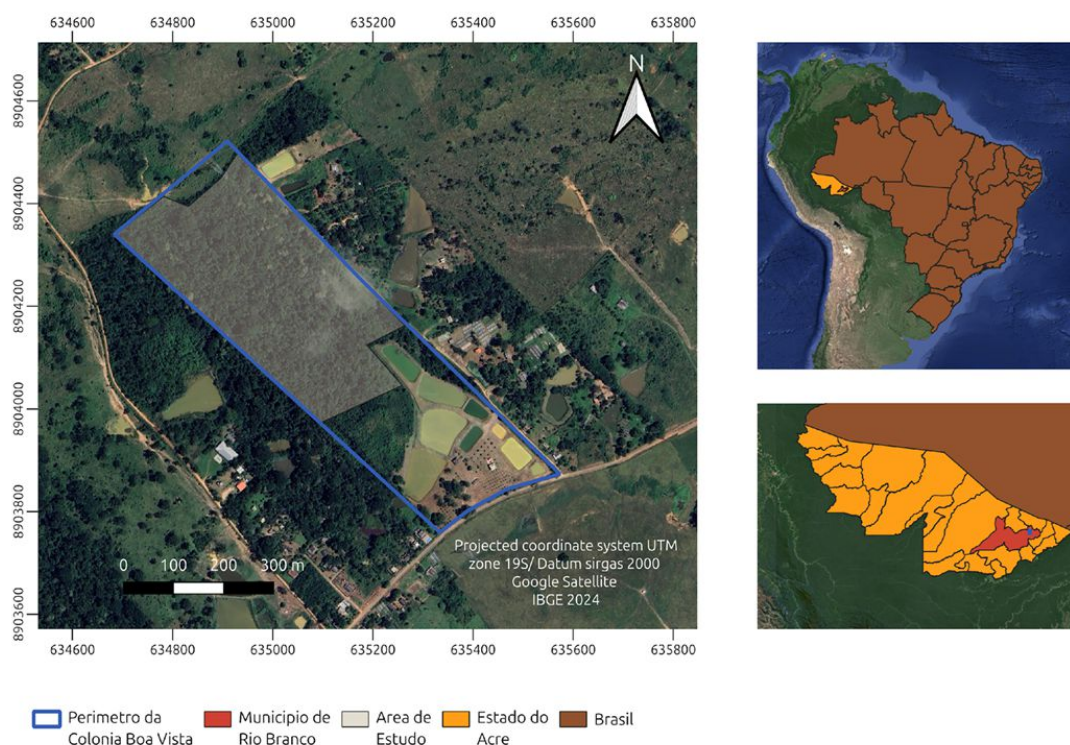


Figura 1. Mapa descritivo da área de estudo

2.2. VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Os dados meteorológicos foram baixados do conjunto de dados Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD), pertencente a Xavier et al. (2022), em formato NetCDF com resolução espacial de 11 km x 11 km e resolução temporal diária, desse modo foram obtidos os dados de temperaturas máxima ($t_x, ^\circ\text{C}$), temperatura mínima ($t_n, ^\circ\text{C}$), umidade relativa (UR, %) e precipitação (Prec, mm), para os períodos de Neutralidade que, se estende de Junho de 2012 a Outubro de 2014, El Niño, que inicia se em Novembro de 2014 e finaliza em Maio de 2016 e La niña, que começa em Setembro de 2021 e se conclui em Fevereiro de 2023, estes evento de ENOS são compostos por dois eventos a parte cada, com classificações diferentes, como demonstrado na Tabela 1. Posteriormente, foi gerada, no software de geoprocessamento Quantum GIS (QGIS) Versão 3.28 uma célula de grade com resolução espacial de 11 km x 11 km sendo essa utilizada no software RStudio (Versão 4.3.3), com uso das bibliotecas raster e terra para extrair as variáveis na área de estudo. Sendo essas, convertidas da escala diária para mensal, usando a biblioteca dplyr, contida no RStudio (Versão 4.3.3), desse modo foi calculado a média da temperatura máxima e da mínima do ar, para obtenção da temperatura média do ar ($t_{\text{avg}}, ^\circ\text{C}$).

Tabela 1. Especificação dos eventos de ENOS

Eventos de ENOS	Período	Classificação
El Niño 2014-2016	2014-2015	Fraco
	2015-2016	Muito forte
La Niña 2021-2023	2021-2022	Moderado
	2022-2023	Fraca
Neutralidade	2012-2013	-
	2013-2014	-

2.3. DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Os dados de índice de vegetação foram obtidos do produto MOD13Q1, do satélite Terra pertencente à NASA. O produto tem resolução espacial de 250 m e temporal de 16 dias, sendo composto por duas camadas de índice de vegetação: o EVI, que é gerado a partir da Equação 1 proposta por Huete et al. (1997), e o NDVI, que provém da Equação 2 descrita por Rouse et al. (1974). Os dados foram baixados para os eventos de Neutralidade (2012-2014), El Niño (2014-2016) e La Niña (2021-2023), sendo extraídos para o centroide da área através da biblioteca MODISTools contida no software RStudio, versão 4.3.3. Posteriormente, os dados foram convertidos da escala de 16 dias para uma escala mensal.

Equação 1. Fórmula para o cálculo do EVI descrita por Huete et al. (1997).

$$EVI = G \cdot \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C_1 \cdot RED - C_2 \cdot BLUE + L)}$$

Em que:

NIR: Reflectância no infravermelho próximo na banda espectral de 841-876 nm ;

RED: Reflectância no vermelho na banda espectral de 620-670 nm;

BLUE: Reflectância no azul na banda espectral de 459-479 nm;

G: Fator de ganho (2.5);

C1: Coeficiente para correção atmosférica (6);

C2: Outro coeficiente para correção atmosférica (7.5);

L: Fator de ajuste de solo (1).

Equação 2. Fórmula para o cálculo do NDVI Rouse et al. (1974)

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Em que:

NIR: Reflectância no infravermelho próximo na banda espectral de 841-876 nm;

RED: Reflectância no vermelho na banda espectral de 620-670 nm;

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise da relação das variáveis meteorológicas com a vegetação foi utilizada uma matriz de correlação pelo método não paramétrico de Spearman, e por meio da biblioteca corrplot contida software RStudio (Versão 4.3.3) foram gerados gráficos para interpretação dos resultados. além disso foi realizada uma comparação do EVI e NDVI para todos os eventos de ENOS usando gráficos gerados na biblioteca ggplot2 no mesmo software.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a matriz de correlação pelo método de Spearman durante o El Niño (Figura 2) observa-se que a t_{avg} (°C) foi a variável que mais se correlacionou positivamente com o EVI (0,46), esses resultados se assemelham aos observado por Doughty et al. (2021) que mostrou valores altos de EVI associado a temperatura em locais úmidos de floresta tropical. De forma homóloga, a Prec (mm) também apresentou resultado positivo associado ao EVI (0,13) entretanto menor do que o da temperatura, corroborando com o descrito por Zhong et al. (2021), onde tanto a temperatura quanto a precipitação influenciam positivamente na vegetação, e que durante a estação seca, em que há maiores valores de temperatura, o EVI demonstrou tendências positivas. A UR(%) apresentou valor negativo de coeficiente de correlação com o EVI (-0,24) durante o evento, isso pode se dar por sua relação inversa com a t_{avg} (°C) como demonstrado na Figura 2.

O NDVI por sua vez se relacionou positivamente com a t_{avg} (°C) apresentando valor de correlação de 0,12 se assemelhando ao descrito por Chen et al. (2024), que ao estudar os efeitos de temperaturas extremas sobre a vegetação através do NDVI, observou correlação positiva entre temperaturas elevadas e o crescimento da vegetação. Entretanto,

a correlação positiva observada no El Niño 2014-2016 é fraca indicando que o efeito da t_{avg} °C sobre a vegetação é mínimo, já a Prec (mm) e a UR(%) apresentaram resultado negativo de coeficiente de correlação associado ao NDVI (-0,36 e -0,41) contrapondo o encontrado por Wu e Cheng (2022), que ao analisar a correlação das variáveis meteorológicas temperatura, precipitação e PWV (Precipitable Water Vapor), para 4 regiões da China, observou valores positivos de correlação para todas as variáveis. Esses resultados distintos podem se dar pelo maior índice pluviométrico que ocorre na região amazônica.

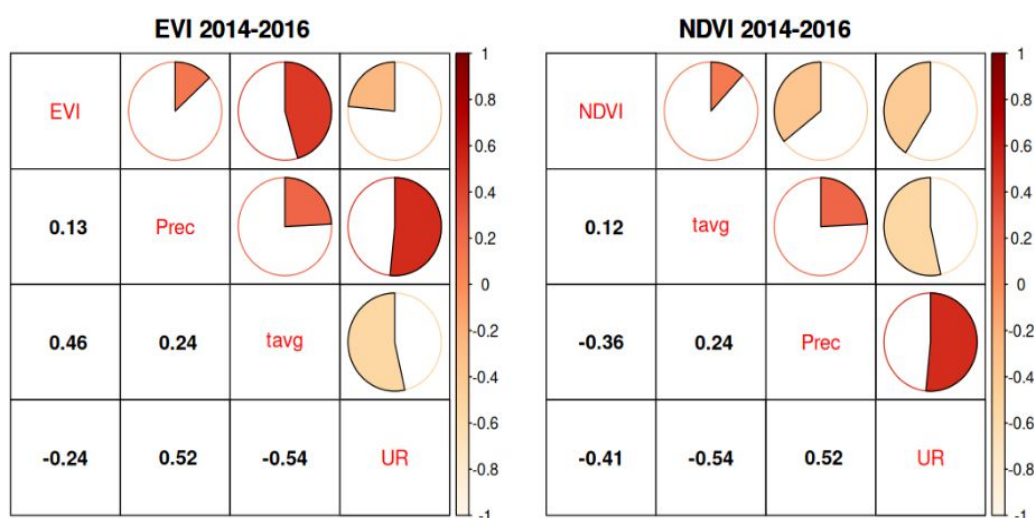


Figura 2. Matriz de correlação do EVI e do NDVI para o Evento de El Niño.

Já durante o evento de La Niña observou-se uma correlação negativa do EVI com a t_{avg} °C (-0,04) e correlação positiva com a UR (%) e Prec (mm) apresentando coeficientes de 0,25 e 0,36 respectivamente como observado na Figura 3, corroborando com os resultados achados por Moreira, Fontana e Kulplich (2019) que observou correlação do EVI com a precipitação em áreas de campo dos biomas Mata Atlântica e Pampa. O NDVI apresentou relação positiva somente com a umidade relativa durante a La Niña (0,01), apesar disso a correlação é fraca (Figura 3), se assemelhando com o observado por Wu e Cheng (2022) onde a região sul da China apresentou menor correlação do NDVI com a precipitação pela sua maior ocorrência na área, além disso ao analisar a figura observa-se uma correlação positiva da UR% com a Prec mm indicando que as duas têm comportamento similar, e por isso a UR% se correlaciona positivamente com o NDVI porém com menor intensidade quando comparada com as demais variáveis.

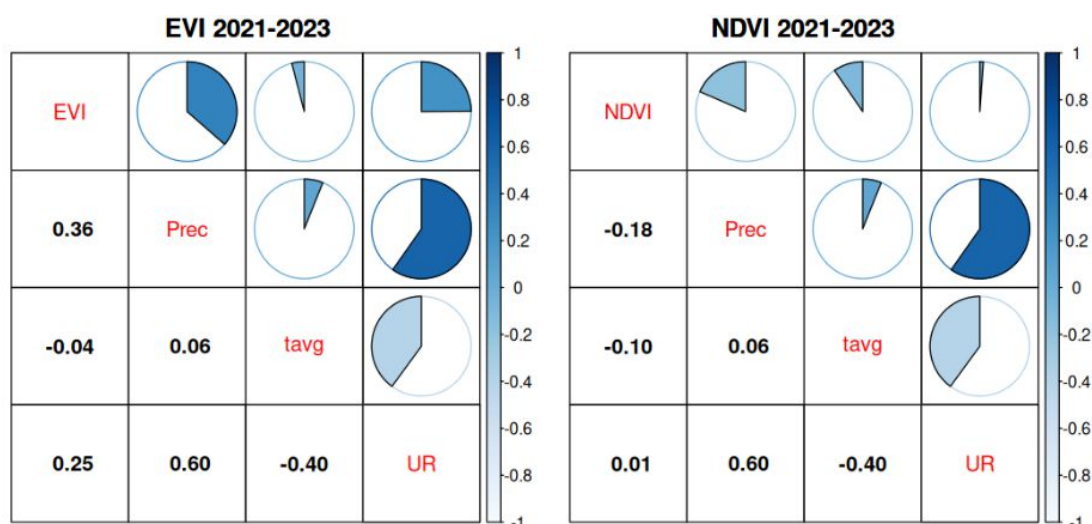


Figura 3. Matriz de correlação do EVI e do NDVI para o Evento de La Niña.

Durante a Neutralidade tanto a t_{avg} ($^{\circ}\text{C}$) quanto a Prec (mm) se correlacionaram positivamente com EVI tendo coeficientes de correlação de 0,28 e 0,31 (Figura 4). Sendo semelhante ao descrito por Costa, Kulplich e Ubessi (2015), onde a precipitação e a temperatura atuam sobre o EVI mutuamente, já a relação negativa do EVI com a UR(%) pode se justificar pela correlação negativa da UR% com a t_{avg} ($^{\circ}\text{C}$). O NDVI apresentou correlação negativa com todas as variáveis, sendo a t_{avg} ($^{\circ}\text{C}$) com menor correlação(-0.05) como observado na Figura 4. Esses resultados discordam dos apresentados por Naga et al. (2023), que encontrou relação positiva do NDVI com a precipitação e negativa forte com a temperatura.

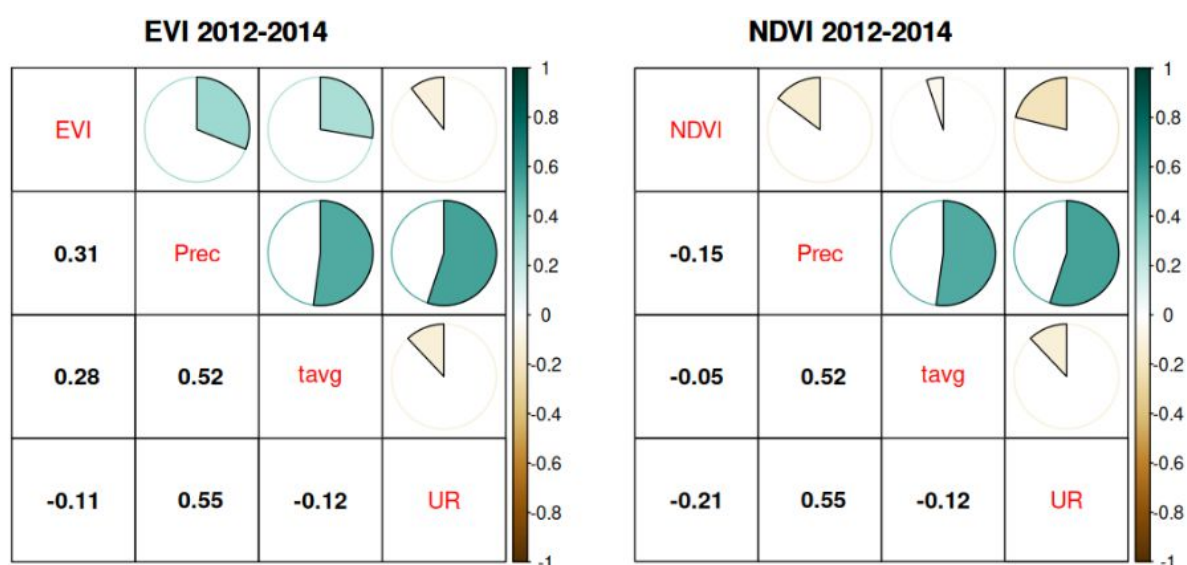


Figura 4. Matriz de correlação do EVI e do NDVI para a Neutralidade.

Ao comparar o EVI com o NDVI para todos os eventos, observa-se que o NDVI apresenta valores de índice superiores aos do EVI para todos os eventos estudados, indicando que a vegetação é mais densa e apresenta maior vigor quando comparada a estimativa do EVI (Figura 5). Isso pode ocorrer devido à diferença dos dois índices onde o NDVI tem a característica de saturação em áreas densamente vegetadas (QIU et al., 2018). Apesar disso, o NDVI e o EVI apresentam o mesmo comportamento durante os eventos, indicando que as diferenças em suas correlações com as variáveis meteorológicas se dão pelas diferenças de valores entre os índices.

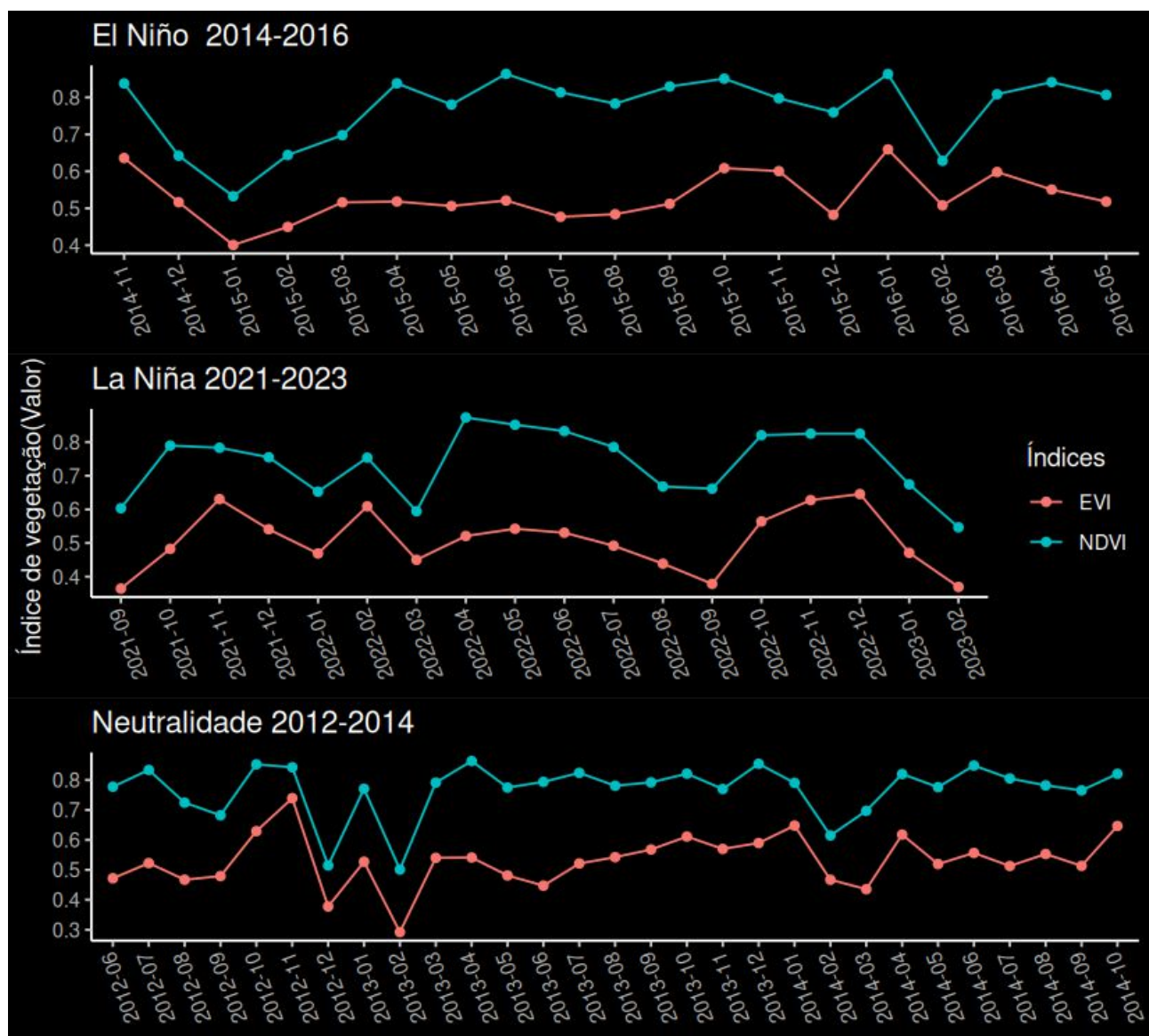


Figura 5. Comparação dos valores de EVI e NDVI para todos os Eventos.

4. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostram que a influência das variáveis meteorológicas sobre a vegetação, medida pelo EVI (Enhanced Vegetation Index), varia de acordo com o evento ENOS (El Niño-Oscilação Sul). Durante o El Niño, a temperatura média (t_{avg} , °C) foi a variável com maior impacto positivo sobre a vegetação, seguida pela precipitação (Prec, mm). Já na La Niña, a Prec (mm) e a umidade relativa do ar (UR, %) foram os principais fatores de influência, enquanto nos períodos de neutralidade, a t_{avg} (°C) e a Prec (mm) tiveram maior relevância. Essas variações refletem as características de cada evento: o El Niño, associado a menor cobertura de nuvens, maior radiação solar e temperaturas elevadas; e a La Niña, caracterizada por maior cobertura de nuvens e volume de precipitação, resultando em maior umidade.

Por outro lado, o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) apresentou forte influência das variáveis meteorológicas apenas durante o El Niño, indicando que é menos sensível às oscilações do ENOS. Além disso, ao comparar os dois índices, observou-se que o NDVI apresentou valores mais elevados do que o EVI, o que sugere uma maior estimativa de volume de vegetação. No entanto, essa diferença pode ser atribuída à tendência de saturação do NDVI em áreas densamente vegetadas, resultando na superestimação da cobertura vegetal.

Dessa forma, os resultados deste estudo fornecem suporte para pesquisas voltadas à análise da dinâmica da vegetação durante eventos climáticos extremos na Amazônia Ocidental. Além disso, contribuem para a escolha de ferramentas de sensoriamento remoto mais adequadas ao monitoramento da vegetação em resposta às mudanças climáticas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Grupo de Pesquisa Cimapf (Centro Integrado de Meteorologia Agrícola e Florestal), a Universidade Federal do Acre (UFAC) por disponibilizar o laboratório ao grupo de pesquisa, ao Programa de pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (CITA), pelo convite para publicação do trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.D.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARTAXO, P.; DIAS, M.A.F.D.S.; NAGY, L.; LUIZÃO, F.J.; CUNHA, H.B.D.; QUESADA, C.A.; et al. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica. **Ciência e Cultura**, 66 (3), 41-46, 2014.
- CHEN, Y.; ZHANG, Y.; ZHANG, H.; WANG, J. Extreme temperatures affect NDVI in Karst ecological fragile area. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 155, n. 3, p. 2017-2029, 2024.
- COSTA, L.; KUPLICH, T.M.; UBESSI, C. Tabulação cruzada entre índice de vegetação mensal e as variáveis climáticas precipitação e temperatura no Estado do Rio Grande do Sul. **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. João Pessoa, Anais do XVII SBSR, p. 4776-4783, 2015.
- DOUGHTY, R.; XIAO, X.; QIN, Y.; WU, X.; ZHANG, Y.; MOORE III, B. Small anomalies in dry-season greenness and chlorophyll fluorescence for Amazon moist tropical forests during El Niño and La Niña. **Remote Sensing of Environment**, v. 253, p. 112196, 2021.
- HUETE, A.R.; LIU, H.Q.; BATCHILY, K.V.; VAN LEEUWEN, W.J.D.A. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote sensing of environment**, v. 59, n. 3, p. 440-451, 1997.
- KABIR, M.; HABIBA, U.E.; KHAN, W.; SHAH, A.; RAHIM, S.; PATRICIO, R.; et al. Climate change due to increasing concentration of carbon dioxide and its impacts on environment in 21st century; a mini review. **Journal of King Saud University-Science**, v. 35, n. 5, p. 102693, 2023.
- LI, P.; WANG, J.; LIU, M.; XUE, Z.; BAGHERZADEH, A.; LIU, M.; Spatio-temporal variation characteristics of NDVI and its response to climate on the Loess Plateau from 1985 to 2015. **Catena**, v. 203, p. 105331, 2021.
- MOREIRA, A.; FONTANA, D.C.; KUPLICH, T.M. Wavelet approach applied to EVI/MODIS time series and meteorological data. **ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing**, v. 147, p. 335-344, 2019.
- NAGA RAJESH, A.; ABINAYA, S.; PURNA DURGA, G.; LAKSHMI KUMAR, T.V. Long-term relationships of MODIS NDVI with rainfall, land surface temperature, surface soil moisture and groundwater storage over monsoon core region of India. **Arid Land Research and Management**, v. 37, n. 1, p. 51-70, 2023.
- QIU, J.; YANG, J.; WANG, Y.; SU, H. A comparison of NDVI and EVI in the DisTrad model for thermal sub-pixel mapping in densely vegetated areas: A case study in Southern China. **International Journal of Remote Sensing**, v. 39, n. 8, p. 2105-2118, 2018.
- ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEERING, D.W.; Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. **NASA Spec. Publ**, v. 351, n. 1, p. 309, 1974.

SILVA, K.A.; DE SOUZA ROLIM, G.; DE OLIVEIRA APARECIDO, L.E. Forecasting El Niño and La Niña events using decision tree classifier. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 148, n. 3, p. 1279-1288, 2022.

VENCL, F.V.; SRYGLEY, R.B. El Nino oscillations impact anti-predator defences to alter survival of an herbivorous beetle in a neotropical wet forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 39, p. e34, 2023.

VÉLEZ, S.; MARTÍNEZ-PEÑA, R.; CASTRILLO, D. Beyond vegetation: A review unveiling additional insights into agriculture and forestry through the application of vegetation indices. **J**, v. 6, n. 3, p. 421-436, 2023.

WU, J.; CHENG, Y. Spatial analysis and model construction of NDVI Based on meteorological data. **MATEC Web of Conferences**, Vol. 355, p. 03040, 2022.

XAVIER, A.C.; SCANLON, B.R.; KING, C.W.; ALVES, A.I. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). **International Journal of Climatology**, v. 42, n. 16, p. 8390-8404, 2022.

ZHONG, R.; WANG, P.; MAO, G.; CHEN, A.; LIU, J. Spatiotemporal variation of enhanced vegetation index in the Amazon Basin and its response to climate change. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v. 123, p. 103024, 2021.

EFEITO DO CÁDMIO NO CRESCIMENTO DE DOIS GENÓTIPOS DE CACAUEIRO

Erlangela Rocha Viga¹, Vanderley Borges dos Santos² e Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva²

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPG/CITA), Rio Branco Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN) Rio Branco Acre, Brasil.

RESUMO

O estudo explora os efeitos do cádmio em dois genótipos distintos de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.), investigando no crescimento das plantas. A pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar se existe tolerância das duas variedades de cacau, uma melhorada e outra nativa, ao cádmio. O cádmio é amplamente conhecido por ser um metal tóxico que pode causar sérios impactos tanto no crescimento quanto na fisiologia das plantas. Além disso, sua presença no solo representa um risco significativo para a saúde humana, uma vez que o metal pode entrar na cadeia alimentar por meio das culturas alimentares. O experimento foi conduzido em estufas da Universidade Federal do Acre, onde as mudas de cacau foram divididas em dois tratamentos principais: com e sem cádmio. Foram utilizadas tanto plantas melhoradas quanto nativas, e a concentração de cádmio aplicada seguiu limites considerados seguros para solos agrícolas. As plantas foram monitoradas por 105 dias, com avaliações periódicas da altura para analisar o crescimento e vigor em resposta à presença do metal. Os dados foram submetidos a análises estatísticas, incluindo o uso de testes de significância para identificar possíveis diferenças entre os tratamentos. Em conclusão, a pesquisa sugere que, embora o cádmio seja um metal pesado altamente tóxico, as plantas de cacau estudadas demonstraram uma notável capacidade de adaptação ao estresse causado por esse elemento. A investigação a essa possível tolerância poderá abrir novas possibilidades para o melhoramento genético de cacau, visando à produção sustentável em solos contaminados.

Palavras-chave: Cádmio, Tolerância e Cacaueiro.

ABSTRACT

The study explores the effects of cadmium on two distinct genotypes of cacao (*Theobroma cacao* L.), investigating its impact on plant growth. The research was conducted to assess whether the two cacao varieties—one improved and one native—exhibit tolerance to cadmium. Cadmium is widely known as a toxic metal that can severely affect both plant growth and physiology. Moreover, its presence in the soil poses a significant risk to human health, as the metal can enter the food chain through agricultural crops. The experiment was conducted in greenhouses at the Federal University of Acre, where cacao seedlings were

divided into two main treatments: with and without cadmium. Both improved and native plants were used, and the applied cadmium concentration followed limits considered safe for agricultural soils. The plants were monitored for 105 days, with periodic height assessments to analyze growth and vigor in response to the metal's presence. Data were subjected to statistical analyses, including significance tests to identify potential differences between treatments. In conclusion, the research suggests that, although cadmium is a highly toxic heavy metal, the studied cacao plants exhibited a remarkable ability to adapt to the stress caused by this element. Investigating this potential tolerance could open new possibilities for cacao genetic improvement, aiming at sustainable production in contaminated soils.

Keywords: Cadmium, Tolerance and Cacao.

1. INTRODUÇÃO

A contaminação por metais pesados tem se tornado, cada vez mais, um sério problema ambiental. Existem várias fontes poluentes e ações antropogênicas como mineração, uso de fertilizantes fosfatados, rejeitos industriais, descarte errôneo de pilhas e baterias, uso demasiado de pesticidas etc., que vêm acrescentando cada vez mais estes metais ao meio ambiente (SOUZA et al., 2014).

Os metais pesados interferem prejudicialmente no crescimento, distribuição e no ciclo biológico das espécies vegetais, fazendo-se necessário a busca por plantas que apresentem mecanismos de tolerância para serem utilizadas em áreas contaminadas e que sirvam de alternativa para fitorremediação (RODRIGUES et al., 2016). Dentre os metais pesados, o cádmio (Cd) é um dos mais tóxicos devido à sua rápida mobilidade e por sua natureza hidrofílica, é rapidamente absorvido e acumulado nas plantas, podendo causar vários sintomas e efeitos fisiológicos nas plantas, dentre eles: redução do crescimento, dano ao aparato fotossintético, inibição da germinação e indução de peroxidação (NAHAR et al., 2016).

Devido à facilidade das plantas em absorver e acumular o Cd presente no solo, este metal entra na cadeia alimentar podendo se tornar uma séria ameaça para a saúde humana. O Cd se acumula principalmente nos rins, podendo também causar danos aos pulmões, fígado, cérebro, sistemas ósseo e sanguíneo (JÄRUP; AKESSON, 2009). Além disso, sabe-se que o Cd é um elemento carcinogênico, teratogênico e mutagênico. Sabe-se ainda que existe uma variação da capacidade de acúmulo de cádmio entre e dentro das espécies. Além disso, a maioria das plantas retém a maior parte do Cd absorvido nas raízes, limitando a propagação do metal pela planta toda e prevenindo o seu acúmulo dentro das sementes (UENO et al., 2010; NOCITO et al., 2011).

A habilidade da raiz em reter o Cd parece resultar de um complexo equilíbrio entre diferentes processos de tolerância envolvidos na quelação do Cd, bem como sua compartimentalização, adsorção e translocação (NOCITO et al., 2011). Plantas tolerantes ao Cd são detectadas quando são capazes de sobreviver em ambientes com elevada concentração desse elemento. Essa capacidade pode ser adquirida ao longo do tempo, devido a planta adaptar-se a esse meio estressante (GRATÃO et al. 2008; RODRIGUES et al., 2016).

O *Theobroma cacao* L., conhecido como cacaueiro, é uma espécie de árvore nativa da floresta tropical da América do Sul e da América central. Sua popularidade é decorrente de suas propriedades funcionais, de seu sabor e sobretudo por ser a matéria-prima do chocolate (RIBAS et al 2018).

O cacau possui alta capacidade de extrair, transportar e acumular cádmio em seus frutos, o que aumenta a probabilidade de encontrar vestígios desse metal em grãos cultivados em solos com disponibilidade de Cd. A presença de Cd em solos de cacau tem sido relatada em vários países produtores das Américas, como Venezuela, Peru, Equador, Colômbia, Bolívia e Honduras. Por isso, é crucial desenvolver alternativas que mitiguem a absorção de Cd pela planta, para proteger tanto o mercado de produtos derivados do cacau quanto a segurança alimentar, evitando riscos à saúde do consumidor (SANDOVAL et al., 2019).

Existem poucos estudos que investigam a variação genética no acúmulo e na partição de cádmio em cacau, o que sugere a existência de diferenças genotípicas. No entanto, esses estudos são limitados tanto no número de genótipos analisados, quanto nas condições em que as avaliações são realizadas. Muitas vezes, as pesquisas utilizam mudas provenientes de dois cruzamentos sob condições ambientais controladas, o que não permite uma análise completa da variação genética na bioacumulação de cádmio no cacau (LEWIS et al., 2018).

A agência Europeia de segurança alimentar (EFSA) identificou os chocolates como contribuintes para o consumo de cádmio em produtos à base de cacau. Devido a isso, limites máximos permitidos de cádmio foram estabelecidos onde requer níveis máximos de 0,1 mg de Cd por Kg de peso úmido para chocolate ao leite; 0,8 mg de Cd por Kg de peso úmido para chocolates amargos e 0,6 mg de Cd por Kg de chocolate em pó (LEWIS et al., 2018).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar dois genótipos de *Theobroma cacao* L. com relação à sua tolerância ao cádmio, estudar a translocação do cádmio nos dois genótipos, bem como avaliar o efeito do cádmio na anatomia dessas plantas.

2. MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E PREPARO DAS AMOSTRAS

O experimento foi conduzido nas estufas agrícolas e no Laboratório de Botânica da Universidade Federal do Acre. A etapa inicial do projeto consistiu na semeadura de sementes de cacau, previamente identificadas como de variedades melhoradas, provenientes da EMBRAPA/CEPLAC. Antes do plantio, as amêndoas foram cuidadosamente lavadas com água corrente para remover o excesso de polpa, como medida preventiva contra a infestação por formigas. Em seguida, as sementes foram dispostas em bandejas contendo areia, onde permaneceram até a germinação completa, que se deu após aproximadamente 15 dias. As mudas de cacau, identificadas como nativas, foram obtidas do assentamento RECCA/NOVA CALIFORNIA (Figura 1).



Figura 1. Sementes de cacau melhorado (A); sementes de cacau depois de lavadas prontas para a semeadura (B); Semeadura nas bandejas (C); Mudanças de cacau nativo (C).

Após a germinação, as plântulas de cacau foram transplantadas para vasos de polietileno com capacidade de 5 litros, utilizando um substrato composto por 40 litros de palheira, 30 litros de areia e 30 litros de cascalho de seringueira, sem qualquer tratamento

prévio. As plantas foram cultivadas em condições ambientais não controladas de temperatura e umidade relativa do ar (UR%), porém com redução da incidência de luz solar por meio de uma tela de sombreamento de 50%, protegendo-as da radiação direta. A irrigação foi realizada regularmente para evitar a desidratação e garantir o desenvolvimento adequado das plântula.

2.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

Antes de fazer a contaminação do solo, algumas amostras de cacau foram enviadas para o Laboratório Brasileiro de Análises Ambientais e Agrícolas (LABRAS) para verificar se as mudas de cacau tanto nativa como melhoradas estavam livres de qualquer impureza ou de alguma possível contaminação. Para a análise foram escolhidas duas plantas de cada bloco e divididas em três partes: folha, caule e raiz. As plantas foram secas em estufa a 60°C por 48 horas. Após esse tempo elas foram maceradas em um almofariz com pistilo de porcelana até a obtenção de um pó fino.

2.3. PREPARO DO EXPERIMENTO

O estudo envolveu dois tratamentos distintos: o primeiro com onze mudas não expostas ao cádmio (0 mg.kg⁻¹) e o segundo com doze mudas submetidas ao cádmio. A dosagem de cádmio aplicada foi calculada proporcionalmente, baseando-se no volume de solo de cada vaso, que possuía 2,4 kg de capacidade. Seguindo o limite de (3 mg.kg⁻¹ de CdCl₂) quantidade permitida em solos agrícolas, então, realizou-se o cálculo multiplicando a capacidade do vaso (2,4 kg) pelo número de vasos (12) e pela concentração permitida de cádmio (3 mg.kg⁻¹).

Para preparar a solução aquosa, procedeu-se a dissolução de cloreto de cádmio di-hidratado (0,0864 g) de (CdCl₂H₂O) em água destilada. A quantidade necessária de água destilada foi calculada pela multiplicação da capacidade da proveta, que é de 100 ml, pelo número de vasos (12). Isso resultou em um volume total de 1,2 litros (L). Esse volume foi então dividido igualmente entre os vasos, resultando em 100 ml de solução por vaso.

O experimento foi organizado em Delineamento de Blocos Casualizados (DBC), e os vasos foram alocados em bandejas, as bandejas foram empregadas com o intuito de proteger o solo do viveiro durante o processo de irrigação. Cada bandeja continha uma planta

nativa e outra melhorada, sendo uma bandeja com plantas com cádmio e a outra bandeja com plantas sem cádmio, seguindo essa sequência entre os blocos (Figura 2).



Figura 2. Cacau em bandejas para contaminação do solo (A); Preparo da solução de cádmio (B); Contaminação do solo (C).

2.4. DETERMINAÇÃO DA ALTURA

Foram executados procedimentos sistemáticos de aferição, incluindo a mensuração estatural das plantas. A avaliação da estatura vegetal foi conduzida quinzenalmente, utilizando-se um instrumento de medição linear (fita métrica). Esta fase do experimento é de suma importância, pois permite o monitoramento do vigor fitossanitário e contribui para a análise do desenvolvimento vegetativo em condições ambientais adversas, caracterizadas pela presença de agentes contaminantes. Tais medições são indicativos cruciais para a determinação da capacidade das plantas de sustentar o crescimento em um ambiente submetido a algum estresse químico.

Para avaliar o crescimento, as análises estatísticas foram realizadas utilizando as ferramentas Excel e o RStudio. O valor de R² (coeficiente de determinação) foi usado como um critério para avaliar a qualidade dos modelos estatísticos gerados, o maior R² é o que melhor descreve a relação entre as variáveis analisadas e o crescimento das plantas.

De acordo com Constantino et al. (2010), a altura e diâmetro do coleto são dados de grande importância em mudas no viveiro pois elas avaliam a qualidade das mudas como também a sobrevivência sob condições variadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises químicas realizadas pelo laboratório LABRAS revelaram a presença de cádmio em baixas concentrações nas raízes de duas amostras pertencentes ao genótipo nativo. Especificamente, uma planta do bloco 1 apresentou uma concentração de cádmio de 0,25 mg/kg em suas raízes, enquanto uma planta do bloco 2 mostrou uma concentração de 0,08 mg/kg. As demais plantas analisadas não demonstraram contaminação por cádmio, indicando que a presença deste metal pesado nas amostras foi isolada e restrita a essas duas ocorrências.

Tabela 1. Caracterização da altura em centímetros (ALT) de genótipos de cacaueteiro sob diferentes tratamentos ao longo dos dias (T). MCD: Melhorada com cádmio; NCD: Nativa com cádmio; MSD: Melhorada sem cádmio; Nsd: Nativa sem cádmio.

BLOCO	TRAT	ALT T 15	ALT T 30	ALT T 60	ALT T 75	ALT T 90	ALT T 105
1	Mcd	49,5	55	74	78,25	80	84
2	Mcd	54	79,5	77,5	80	82	89,5
3	Mcd	62,5	68	83,5	80	87,5	90,5
1	Ncd	48	59	77,5	82	82,5	84,5
2	Ncd	46,5	52,5	68,1	75,5	76,5	80,5
3	Ncd	59	65	87,5	91	93,5	95
1	Mscd	41	48	66,75	72,5	76,5	79
2	Mscd	52	67	82,25	87	88	88,5
3	Mscd	55	71	86	90	93	95
1	Nscd	37,5	39,5	52,75	56,5	58,5	61,5
2	Nscd	46,5	50	61,5	55,5	68,5	73,5
3	Nscd	56	68,1	85,25	89,5	94	97

A tabela 1 apresenta a caracterização geral da altura das plantas ao longo dos dias avaliados. Ao retirar a média das alturas das plantas em todos os blocos ao longo dos 105 dias, foi possível observar somente diferença estatística nas alturas medidas no tempo 15 (Tabela 1). Observa-se que em T15, não houve diferença na altura dos genótipos melhorada e nativa, mas houve diferença nos tratamentos com cádmio e sem cádmio. Plantas com cádmio apresentaram maior altura do que plantas sem cádmio. No entanto, não foi possível observar diferenças estatísticas entre as médias das alturas nos demais períodos como pode ser visto na tabela 2 .

Tabela 2. Altura média (CM) das plantas dos genótipos melhorado e nativo ao longo de 105 dias, submetidas a tratamentos com cádmio (CD) e sem cádmio (SC). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa a 5% de significância, conforme o teste de tukey.

Tratamentos	Altmédia 15	Altmédia 60	Altmédia 75	Altmédia 90	Altmédia 105
Melhorado	52.3	78.3	81.3	84.5	87.8
Cd	55.3 a	78.3	79.4	83.2	88.0
Sc	49.3 b	78.3	83.2	85.8	87.5
Nativo	48.9	72.1	75.0	78.9	82.0
Cd	51.2 a	77.7	82.8	84.2	86.7
Sc	46.7 b	66.5	67.2	73.7	77.3
Coefficiente de Variação	6,06%	9,77%	11,66%	8,92%	8,48%

A adaptação observada ao longo do tempo pode estar relacionada a mecanismos fisiológicos como a imobilização do cádmio nas raízes, evitando que o metal atinja as partes aéreas, ou à ativação de sistemas de defesa antioxidante que minimizam o dano celular Zhang et al. (2024).

Enquanto Silva et al. (2017) observaram uma redução significativa na altura das plantas de *Crotalaria spectabilis* e *Avena sativa* sob estresse por metais pesados, nossos resultados sugerem que o cádmio não exerceu efeito inibidor, pois ambos genótipos mostraram capacidade de manter o crescimento sob estresse com cádmio.

De acordo com o gráfico da figura 3, nota-se que o genótipo nativo sem o cádmio apresentou um comportamento de crescimento linear até os 105 dias de análise, uma vez que a equação de reta ($y = 0,3415X + 42,634$) foi o modelo que melhor se ajustou aos dados

de altura ao considerar o R2 observado para esses dados que foi de 0,9787. No que tange o genótipo nativo com o cádmio, o comportamento de crescimento até os 105 dias de análise foi polinomial, com a equação $y = -0,0042X^2 + 0,9099X + 37,35$ que foi o modelo que melhor se ajustou aos dados de altura com $R^2 = 0,9928$.

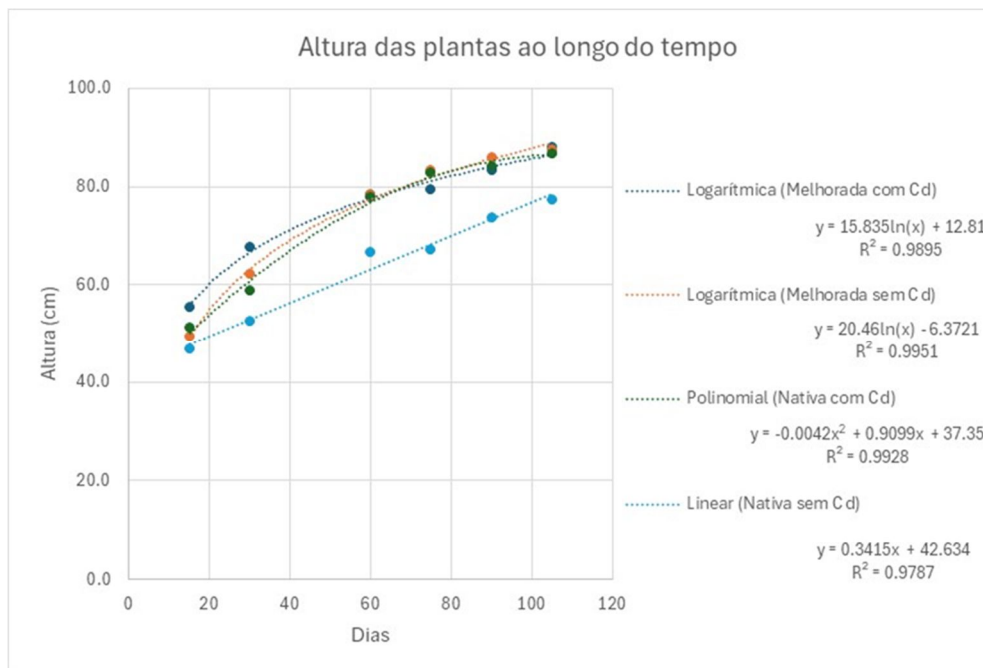


Figura 3. Altura das plantas ao longo do tempo.

Observando o genótipo melhorado com cádmio o crescimento das plantas seguiu um comportamento logarítmico até os 105 dias de análise. A equação do modelo que melhor se ajustou aos dados de crescimento em altura foi ($y = 15,835\ln(x)+12,81$) que foi o modelo que melhor se ajustou aos dados de crescimento em altura com $R^2 = 0,9895$. O comportamento do genótipo melhorado sem cádmio também foi logarítmico até os 105 dias de análise. A equação correspondente foi ($y = 20,46\ln(x)-6,3721$), com $R^2 = 0,9951$.

Investigando o impacto do estresse por cádmio em cacauero Lewis et al. (2018) avaliou diferentes genótipos de Theobroma cacao, analisando respostas fisiológicas e bioquímicas das plantas. O estudo identificou variações na tolerância ao cádmio entre os genótipos, evidenciadas por diferenças na taxa de crescimento, acúmulo de biomassa e capacidade de sequestro do cádmio nos tecidos. Genótipos mais tolerantes ativaram mecanismos antioxidantes e direcionaram o metal para compartimentos menos sensíveis, com a maior concentração de cádmio observada na testa dos grãos, onde os níveis foram

cerca de duas vezes superiores aos do cotilédone. A variação na distribuição de cádmio entre grãos e folhas indica que genótipos que acumulam maior quantidade de cádmio na testa podem ser uma estratégia viável para reduzir os níveis de cádmio em produtos derivados de cacau, considerando que a testa é removida durante o processamento. Esses resultados são cruciais para programas de melhoramento genético, orientando a seleção de genótipos capazes de tolerar solos contaminados, contribuindo para uma produção de cacau mais sustentável em regiões afetadas por metais pesados.

As consequências do efeito dos metais pesados variam muito de acordo com a espécie que será exposta a esse estresse, pois existe uma diversidade de mecanismos que podem estar envolvidos para modificar a taxa de absorção do cádmio e reduzir o efeito desse metal absorvido (ARANTES, 2016).

Pereira et al. (2012) avaliaram o potencial fitorremediador de algumas espécies arbóreas como, *Cordia africana*, *mimosa caesalpineafolia*, *Acacia angustissima* e *Anadenanthera colubrina* em solos contaminados por Cd, Cu, Mn, Pb, e Zn, e observaram desenvolvimento normal, sugerindo tolerância dessas plantas às áreas contaminadas.

Silva et al. (2023) avaliaram o crescimento de açazeiro *Euterpe precatoria* em solos contaminado por cádmio em diferentes tratamentos com matéria orgânica. Em todos os tratamentos com *E. precatoria*, foi observado uma redução nos teores de Cd no solo em comparação aos valores iniciais antes do cultivo. No tratamento T1, houve uma diminuição de 31,00 mg kg⁻¹ para 8,56 mg kg⁻¹. O tratamento T3, que também continha Cd, apresentou uma redução de 71,63 mg kg⁻¹ para 8,77 mg kg⁻¹. Em todos os tratamentos, o cádmio se concentrou nas raízes das plantas, porém não foi observada redução de crescimento nas plantas avaliadas até 40 dias de estresse.

4. CONCLUSÃO

Com base nas análises apresentadas, podemos concluir que nos primeiros 15 dias de exposição ao cádmio, tanto os genótipos melhorados quanto os nativos apresentaram as maiores alturas se comparadas às plantas sem cádmio.

A comparação das alturas ao longo do tempo entre os tratamentos com e sem cádmio revela que o metal pesado não exerce impacto negativo no crescimento das plantas. No entanto, é interessante notar que, com o tempo, as diferenças de altura entre os tratamentos se reduziram, indicando uma possível adaptação das plantas ao tratamento. A literatura

revisada também confirma que a resposta das plantas ao cádmio e a outros metais pesados depende da espécie e de suas capacidades adaptativas, com algumas espécies mostrando maior tolerância e outras sendo mais suscetíveis.

Por fim, os dados indicam que, as plantas de cacaueteiro podem ter desenvolvido mecanismos de tolerância ao longo do tempo, o que é um aspecto importante para futuros estudos genéticos, bioquímicos e anatômicos que respondam com precisão quais são os mecanismos envolvidos na tolerância visando o melhoramento de plantas para fins de fitorremediação e manejo de solos contaminados.

5. REFERENCIAS

AHSAN, N.; RENAUT, J.; KOMATSU, S. Recent developments in the application of proteomics to the analysis of plant responses to heavy metals. **Proteomics**, v. 9, n. 10, p. 2602–2621.

ARANTES, J. T. **Impacto de metais tóxicos na produtividade agrícola**. Acesso em: Agência FAPESP. Disponível em: O impacto de metais tóxicos na produtividade agrícola (fapesp.br). Acesso em 15 de Agosto de 2024.

ATSDR. **Agency for Toxic Substances and Disease Registry**. Public Health Statement - Cadmium. [S.l: s.n.], 2012.

BALALI-MOOD, M.; NASERI K.; TAHERGORABI Z.; KHAZDAIR M. R.; SADEGHI M. Mecanismos tóxicos de cinco metais pesados: mercúrio, chumbo, cromo, cádmio e arsênico. **Farmacol Frontal**, v.12, p.e643972, 2021.

BAPTISTA, S.M.P. **Avaliação da resposta ao estresse oxidativo induzido por cádmio e cobre em plantas de tabaco transformadas e não transformadas**. Tese (doutorado). Lisboa: Universidade técnica de Lisboa, 2009.

CONSTANTINO, V; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ROSA, J. M. C da; VIANA, J de. J. Efeitos de métodos de produção de mudas e equipes de plantadores na arquitetura do sistema radicular e no crescimento de Pinus taeda Linnaeus. **Scientia Florestalis**, v. 38, n. 87, p. 355-366, 2010.

GRATÃO, P.L.; MONTEIRO, C.C.; ANTUNES, A.M.; PERES, L.E.P.; AZEVEDO, R.A. Acquired tolerance of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv Micro-Tom) plants to cadmium-induced stress. **Annals of Applied Biology**, v. 153, p. 321-333, 2008.

GUIMARÃES, M de. A.; SANTANA, T. A de.; SILVA, E. V.; ZENZEN, I. L.; LOUREIRO, M. E. Toxicidade e tolerância ao cádmio em plantas. Revista Trópica – **Ciências Agrárias e Biológicas**, v.3, n.1, p.58, 2008.

JÄRUP, L.; AKESSON, A. Current status of cadmium as an environmental health problem. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 238, p. 201-208, 2009.

KAUSHIK, S.; RANJAN, A.; SIDHU, A.; SING, K. M.; SIRHINDI, G. Cadmium toxicity: its' uptake and retaliation by plant defence system and ja signaling. **Biometals**, v.37, 755–772, 2024.

KOŹMIŃSKA, A; WISZNIEWSKA, A; HANUS-FAJERSKA, E; MUSZYŃSKA, E. Recent strategies of increasing metal tolerance and phytoremediation. **Plant Biotechnology Reports**, v.12, p.1-14, 2018.

LEWIS, C.; LENNON, A. M.; EUDOXIE, G.; UMAHARAN, P. Genetic variation in bioaccumulation and partitioning of cadmium in *Theobroma cacao* L. **Science of the total Environment**, v.640-641, p 696-703, 2018.

NAHAR, K.; HASANUZZAMAN, M.; ALAM, M.M.; RAHMAN, A.; SUZUKI, T.; FUJITA, M. Polyamine and nitric oxide crosstalk: Antagonistic effects on cadmium toxicity in mung bean plants through upregulating the metal detoxification, antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 126, p. 245-255, 2016.

NOCITO, F.F.; LANCILLI, C.; DENDENA, B.; LUCCHINI, G.; SACCHI, G.A. Cadmium retention in Rice roots is influenced by cadmium availability, chelation and translocation. **Plant Cell and Environment**, v. 34, p. 994-1008, 2011.

PEREIRA, M da, S. F.; HADDAD, L. S. M.; BAZOLLI, D. M. S.; KASUYA, M. C. M. Micorriza arbuscular e a tolerância das plantas ao estresse. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.1663-1679, 2012.

RIBAS, H. O. DA.; GONÇALVES, D. S.; MAZUR, C. E. Benefícios funcionais do cacau (*Theobroma cacao*) e seus derivados. **Visão Acadêmica**, v.19 n.4, 2018.

ROFNER, N.F. Cadmium in soil and cacao beans of Peruvian and South American origin. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v.74, n.2, p.9499-9515, 2021.

SANDOVAL-PINEDA JF, PÉREZ-MONCADA UA, RODRIGUEZ A., TORRES E. Alta presencia de cadmio resulta en baja diversidad de hongos formadores de micorrizas arbusculares asociados a cacao (*Theobroma cacao* L.). **Acta biológica Colombiana**, v.25, n.3, 2020.

SILVA, C. P da., PAGLIOSA, F. M., PRADO, G. G., CAMPOS, M. C de S. **Espécies de plantas do cerrado sul-matogrossense tolerantes a presença de metais pesados em substratos**. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017.

SILVA, A. da. S., MELO, W. S de., SIVA, B. K. A da. Desempenho de crescimento do açaí solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em solos com diferentes níveis de cádmio e matéria orgânica. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 1, p. 80-92, 2023.

SILVA, W. G da.; MACAHDO, V da, N. Efeito da aplicação de doses de cloreto de cádmio no crescimento do *Citharexylum myrianthum*. **Revista do CENAR**, v.1, n.1, 2019.

SOUZA, L. A. **Caracterização de respostas fisiológicas e bioquímicas de *Dolichos lablab* L. ao cadmio**. Universidade Estadual de Campinas. Biblioteca do estudo de Biologia. Campinas 2014.

UENO, D.; YAMAJI, N.; KONO, I.; HUANG, C.F.; ANDO, T.; YANO, M.; MA, J.F. Gene limiting cadmium accumulation in Rice. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v.107, p.16500-16505, 2010.

WANG H, LIU J, HUANG J, XIAO Q, HAYWARD A, LI F, GONG Y, LIU Q, MA M, FU D, XIAO M. Mapping and identification of candidate genes that allow cadmium accumulation in *Brassica napus* revealed by combined analysis of BSA-Seq and RNA-Seq. **International Journal of Molecular Sciences**, v.24, n.12, p.10163, 2023.

ZHANG X, YANG M, YANG H, PIAN R, WANG J, WU AM. Absorption, transfer and detoxification of cadmium in plants and its exogenous effects. **Cells**, v.13, n.11, p.907, 2004.

ZEITTOUNI, C. de. F., RONALDO, S. B., ABREU, C. A. de. Fitoextração de cádmio e zinco de um latossolo vermelho-amarelo contaminado com metais pesados. **Solos e nutrição de plantas**, v.66, n.4, 2007.

ZHU, X. F. et al. Cadmium-induced oxalate secretion from root apex is associated with cadmium exclusion and resistance in *Lycopersicon esculentum*. **Plant, Cell & Environment**, v.34, n.7, p.1055–1064, 2011.

AVALIAÇÃO DE PARQUES LINEARES AMAZÔNICOS: ANÁLISE DA PAISAGEM COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE GESTÃO

Laís Medeiros de Araújo¹

1. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Sorocaba, São Paulo, Brasil.

RESUMO

As ocupações de áreas ambientalmente protegidas levam a importantes questões ambientais e sociais, tornando-se um problema comum entre as cidades amazônicas brasileiras. Como medida para recuperação dessas áreas, o poder público tem adotado a implantação de parques lineares com a remoção dos assentamentos irregulares e reintegração dessas áreas ao ambiente urbano mediante a criação de espaços para lazer, esportes, cultura, entre outros. Entretanto, a gestão desses parques tem se tornado um desafio, uma vez que faltam diretrizes e políticas públicas para sua conservação. Nesse sentido, este trabalho propõe um olhar para a gestão de parques lineares, notadamente daqueles implementados na Amazônia, utilizando a análise da paisagem para compreender suas características e propor soluções. A pesquisa fundamentou-se em uma revisão bibliográfica sobre conceitos e funções de parques lineares amazônicos e na coleta de informações em órgãos públicos sobre o Parque da Maternidade, primeiro parque linear urbano implantado na Amazônia brasileira, em 2002. Foi desenvolvido um plano de avaliação propondo indicadores compatíveis com as estruturas, serviços e espaços esperados para um parque linear amazônico, aplicado em período seco e chuvoso. Os resultados apresentaram situações de vulnerabilidade, degradação e impactos ambientais negativos, além de condições satisfatórias pontuais, revelando um cenário mais positivo no período chuvoso em relação ao seco. A metodologia de avaliação se mostrou viável, ao passo que esse diagnóstico poderá subsidiar a criação de diretrizes que apoiarão um plano de gestão, constituído por programas para a resolução e mitigação dos problemas, podendo ser aplicada a outros parques lineares amazônicos.

Palavras-chave: Áreas de preservação permanente, Infraestrutura verde e Recuperação ambiental.

ABSTRACT

The occupation of environmentally protected areas raises significant environmental and social issues, becoming a common problem among Brazilian Amazonian cities. As a measure for the recovery of these areas, public authorities have adopted the implementation of linear parks, involving the removal of irregular settlements and the reintegration of these areas into the urban environment through the creation of spaces for leisure, sports, culture, and other activities. However, managing these parks has become a challenge due to the lack of

guidelines and public policies for their conservation. Thus, this study examines the management of linear parks, particularly those implemented in the Amazon, using landscape analysis to understand their characteristics and propose solutions. The research was based on a literature review regarding the concepts and functions of Amazonian linear parks and the collection of information from public agencies about the Parque da Maternidade, the first urban linear park implemented in the Brazilian Amazon in 2002. An evaluation plan was developed, proposing indicators compatible with the structures, services, and spaces expected in an Amazonian linear park, applied during both dry and rainy seasons. The results revealed situations of vulnerability, degradation, and negative environmental impacts, as well as some satisfactory conditions, showing a more positive scenario during the rainy season compared to the dry season. The evaluation methodology proved to be feasible, as this diagnosis can support the creation of guidelines for a management plan, consisting of programs for problem resolution and mitigation, which could also be applied to other Amazonian linear parks.

Keywords: Permanent preservation areas, Green infrastructure and Environmental recovery.

1. INTRODUÇÃO

Diversas cidades brasileiras vivenciam problemas relativos às ocupações em áreas de risco, como aquelas ao longo de cursos d'água, muitas vezes relacionadas ao seu próprio surgimento. Na Amazônia brasileira este é um problema frequente, pelo processo de ocupação ribeirinho e pela consolidação urbana em torno dos rios (FRANCA, 2013).

Entretanto, essas ocupações podem levar a diversos problemas ambientais e sociais, sendo um dos maiores desafios enfrentados pelo poder público. A concentração de pessoas vivendo em moradias insalubres contribui para a ausência de saneamento básico, que por sua vez leva à poluição dos cursos d'água, à falta de coleta e destinação de resíduos sólidos e à proliferação de doenças (MARQUES, 2016). Além disso, tal ocupação compromete a mata ciliar, levando à erosão, ao assoreamento dos leitos e a inundações em períodos de chuvas (ALVES, 2012).

Como medida para recuperação dessas áreas degradadas pelas ocupações, o poder público tem utilizado a implantação de parques lineares com a remoção desses assentamentos e destinação dos espaços a diversos usos, com a criação de espaços para lazer, cultura, esportes, entre outras atividades.

Na Amazônia, a primeira experiência nesse sentido foi o Parque da Maternidade, inaugurado em 2002 em Rio Branco, capital do Acre (VALLADARES, 2009). Araújo et al. (2023) entendem que a implantação do parque contribuiu com diversos ganhos sociais e ambientais para a cidade, no entanto, alertam que há um problema de gestão pelos

problemas encontrados, como estado precário de diversos espaços construídos, além da falta de manutenção e monitoramento das espécies vegetais e de avifauna, do curso d'água, do solo, entre outros.

Neste trabalho, o Parque da Maternidade é o objeto de estudo para avaliação de seu diagnóstico e apontamento de diretrizes que visam a melhoria da qualidade de seus espaços para a paisagem urbana de Rio Branco.

2. MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica a respeito de parques lineares urbanos, especialmente aqueles implantados em ambiente Amazônico. Araújo et al. (2023) compilaram os conceitos de parques lineares urbanos, destacando a característica linear desses espaços por se constituírem em áreas verdes ao longo de cursos d'água e em meio urbano, com presença de infraestrutura e equipamentos públicos, e que desempenham importante função social, pelas atividades culturais, econômicas e de lazer ali desenvolvidas.

Além disso, foram coletadas informações sobre o Parque da Maternidade (Figura 1) em órgãos públicos municipais e estaduais, bem como foram realizadas visitas em campo com a finalidade de compreender o espaço e estabelecer indicadores para avaliação.

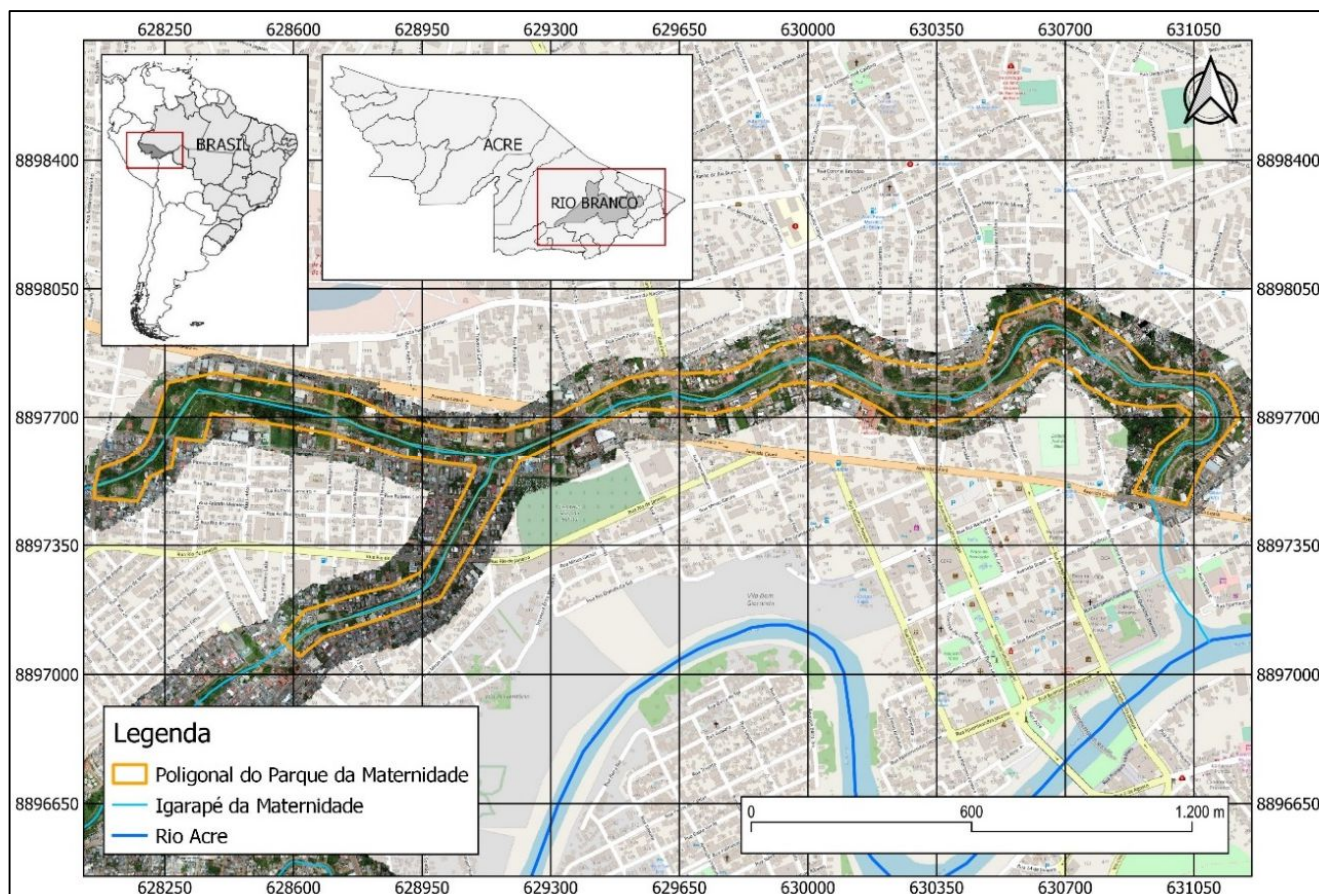


Figura 1. Parque da Maternidade, em Rio Branco, Acre

2.2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O desenvolvimento do plano de avaliação do Parque da Maternidade baseou-se em estudos que se apoiam na análise da paisagem. Vlami et al. (2019) apresentaram o Protocolo de Avaliação da Paisagem (LAP) que analisa o estado de conservação das paisagens com a identificação de métricas para avaliar seus níveis de degradação. Esse método permitiu estabelecer índices de qualidade da paisagem utilizando os princípios da ecologia e história da paisagem.

De forma semelhante, Marques et al. (2021) descreveram uma metodologia para análise das paisagens aplicada em ambientes de proteção de uma bacia hidrográfica no sudeste brasileiro. Os autores realizaram uma combinação das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto com os trabalhos de campo, identificando elementos de destaque na paisagem de acordo com os meios físico, biótico e antrópico, os

quais foram avaliados em diversos pontos da área de estudo, estabelecendo um índice de eficiência da paisagem (IEP) espacializado.

No contexto dos parques lineares urbanos, Biagolini (2018) apresenta um modelo de avaliação quantitativo e qualitativo para dez parques lineares na cidade de São Paulo, propondo a análise de diversos elementos e aspectos naturais e artificiais, considerando a avifauna e as estruturas edificadas dos parques estudados.

Araújo et al. (2023) apresentam uma análise do Parque da Maternidade com observação às condições dos meios físico, biótico e antrópico aplicando a metodologia aperfeiçoada por Marques et al. (2021). O estudo demonstrou que a utilização de parques lineares como instrumentos para recuperação de áreas degradadas pelas ocupações irregulares se mostrou viável. Entretanto, revelou também as lacunas e os desafios que compreendem a gestão do Parque da Maternidade, como a falta de um plano de gestão das estruturas antrópicas e dos elementos relacionados aos meios físico e biótico, além da ausência de diretrizes pela legislação e da escassez de definição da função social de um parque linear urbano na literatura.

Dessa forma, foram estabelecidos indicadores para avaliação do Parque da Maternidade considerando os elementos destacados no estudo de Biagolini (2018), adaptando-os para a realidade local. Esses indicadores foram categorizados entre os meios físico, biótico e antrópico, e foram avaliados adotando a análise da paisagem baseada em Marques et al. (2021), Vlami et al. (2019) e Araújo et al. (2023), apresentados na tabela 1:

Esses indicadores foram avaliados em campo, por meio de observação visual, em dois momentos distintos: período seco, realizado em setembro de 2023, e período chuvoso, em fevereiro de 2024. Isso permitiu avaliar o comportamento dos indicadores de acordo com a variação do regime de chuvas da região.

A partir dessa avaliação, é obtido um diagnóstico que qualifica e quantifica os problemas e as potencialidades do Parque da Maternidade, apresentando suas características e particularidades, por se tratar de um parque linear amazônico. Esse diagnóstico apoiará a criação de diretrizes para um plano de gestão de Parques Lineares urbanos no contexto amazônico.

Tabela 1. Indicadores para avaliação do Parque da Maternidade

Meio	Indicador	Descrição
Físico	Processos erosivos	Sulcos e desgastes nas margens do curso d'água
	Escoamento	Condição do escoamento do curso d'água
	Resíduos sólidos	Presença de resíduos sólidos
	Poluição hídrica	Evidência de resíduos na água
	Poluição do ar	Presença de odores relacionados à atividade antrópica
Biótico	Diversidade vegetal	Presença de diferentes espécies vegetais
	Densidade vegetal	Quantidade e composição das espécies vegetais
	Cobertura da terra	Área do solo coberta por vegetação
	Fauna	Presença de animais, entre aves e mamíferos
Antrópico	Saneamento básico	Condições das redes de abastecimento de água, coleta de esgoto e drenagem
	Iluminação pública	Condições da iluminação pública no período noturno
	Segurança pública	Postos policiais e/ou policiamento móvel
	Mobilidade urbana	Condições dos passeios, calçadas, vias, ciclovias e ciclofaixas
	Banheiros públicos	Condições dos banheiros públicos
	Lixeiras	Condições das lixeiras
	Pontos de água	Condições do acesso à água potável
	Edificações	Condições dos equipamentos destinados ao lazer, esportes, cultura, entre outros
	Mobiliário urbano	Condições dos bancos, bicicletários, guarda-corpos, placas informativas, entre outros
	Pontes	Condições das pontes sobre o curso d'água
	Pórticos	Condições dos pórticos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da área de estudo apresentou variações significativas das condições dos indicadores ao longo do parque. Foram encontradas tanto situações de elevada vulnerabilidade, degradação e impactos ambientais negativos em toda sua extensão, como também aspectos positivos e condições satisfatórias pontuais tanto no período seco quanto no chuvoso.

3.1. MEIO FÍSICO

Os indicadores mais críticos encontrados foram aqueles relacionados ao meio físico. Em 100% dos locais foram observados processos erosivos, deposição de sedimentos, presença de resíduos sólidos e poluição hídrica e do ar, pela evidência de presença de

esgoto no curso d'água (Figura 2). Além disso, foram observadas alterações nos indicadores do meio físico entre os dois períodos avaliados, notadamente na qualidade e condição de escoamento da água (Figura 3).



Figura 2. Erosão, resíduos sólidos (A), deposição de sedimentos e poluição hídrica (B).



Figura 3. Aspecto da água no período seco (A), e no período chuvoso (B).

Para melhor compreensão dos resultados, foi elaborado mapa com espacialização das condições encontradas ao longo do parque (Figura 4):



Figura 4. Comparação das condições do meio físico nos períodos seco e chuvoso.

Dessa forma, o meio físico apresentou melhoria do cenário geral em 48% do parque no período chuvoso quando comparado ao período seco. Isto se deve à melhora da qualidade e do escoamento da água com o aumento das chuvas, que contribuiu para neutralizar odores oriundos de esgoto.

3.2. MEIO BIÓTICO

O meio biótico apresentou as condições menos preocupantes do parque, embora alguns locais necessitem de recuperação e monitoramento. A cobertura do solo, a diversidade e a densidade vegetal são variáveis. Foram verificadas aves em toda extensão, sendo aspecto positivo no indicador fauna. Todavia, foram observados cães e gatos abandonados, além de ratos em alguns trechos, o que pode representar risco de doenças para a população. A figura 5 mostra aspectos relacionados ao meio biótico:



Figura 5. Boa densidade vegetal, média diversidade vegetal, falhas na cobertura do solo.

Os indicadores relacionados à cobertura do solo e à densidade vegetal apresentaram melhores condições no período chuvoso. Entretanto, nesse período houve piora do indicador fauna nesse período com a observação de ratos em maior parte dos locais. De modo geral, houve melhora do meio biótico em 1,5% no período chuvoso em relação ao seco, ilustrada pela figura 6:



Figura 6. Comparação das condições do meio biótico nos períodos seco e chuvoso.

3.3. MEIO ANTRÓPICO

O meio antrópico revelou aspectos preocupantes devido às condições predominantemente precárias dos indicadores. A maior parte das edificações existentes está deteriorada ou desativada. Além disso, diversas estruturas e mobiliários urbanos que foram previstos e chegaram a ser construídos, sofreram demolição ou foram retirados do local. Já indicadores como iluminação e segurança pública apresentaram condições predominantemente satisfatórias, com alguns pontos críticos. Pontes e pórticos variaram com condições satisfatórias a ruins. Poucos indicadores apresentaram boas condições, que corresponderam a um quiosque, um espaço para atividades físicas e uma casa de

artesanato. A figura 7 exemplifica uma situação de elevada deterioração encontrada, ao passo que a figura 8 mostra um exemplo de condições boas e satisfatórias.



Figura 7. Fonte desativada, meio-fio quebrado, calçada deteriorada.



Figura 8. Calçada em estado satisfatório, edificação e totem em boas condições.

No período chuvoso foram observadas melhores condições em comparação ao período seco, entretanto, isto se deve às manutenções realizadas nas estruturas edificadas do parque, havendo, portanto, pouca influência do clima. A figura 9 mostra a espacialização das condições do meio antrópico nos períodos seco e chuvoso:

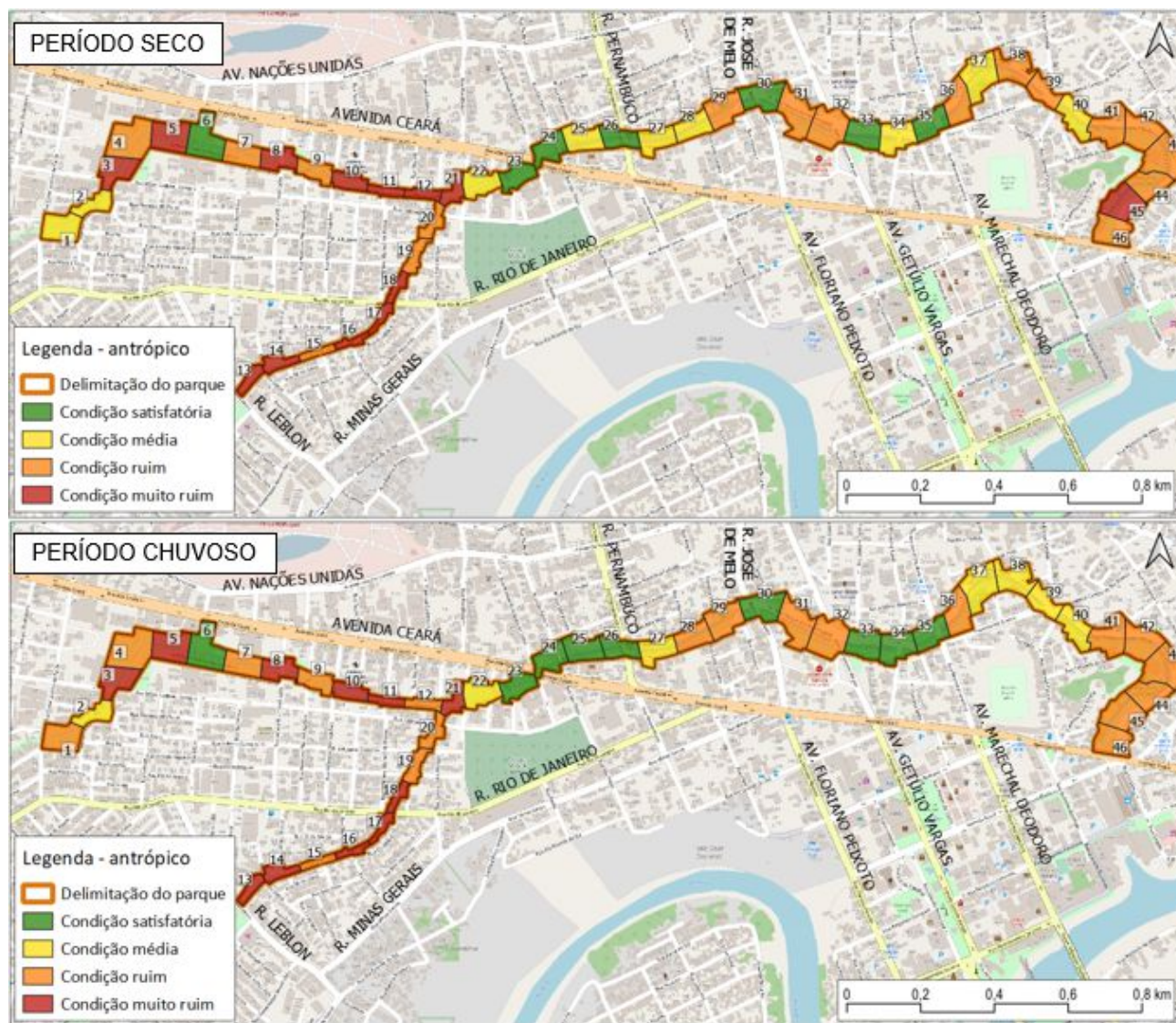


Figura 9. Comparação das condições do meio antrópico nos períodos seco e chuvoso.

3.4. AVALIAÇÃO GERAL

A avaliação considerando os meios físico, biótico e antrópico apontou situação mais positiva no período chuvoso, com melhoria de 11,9% em relação ao seco. Esta melhoria foi

influenciada principalmente pelo meio físico, seguido pelo antrópico e, por fim, pelo biótico. A figura 10 apresenta as condições do parque considerando a avaliação geral:

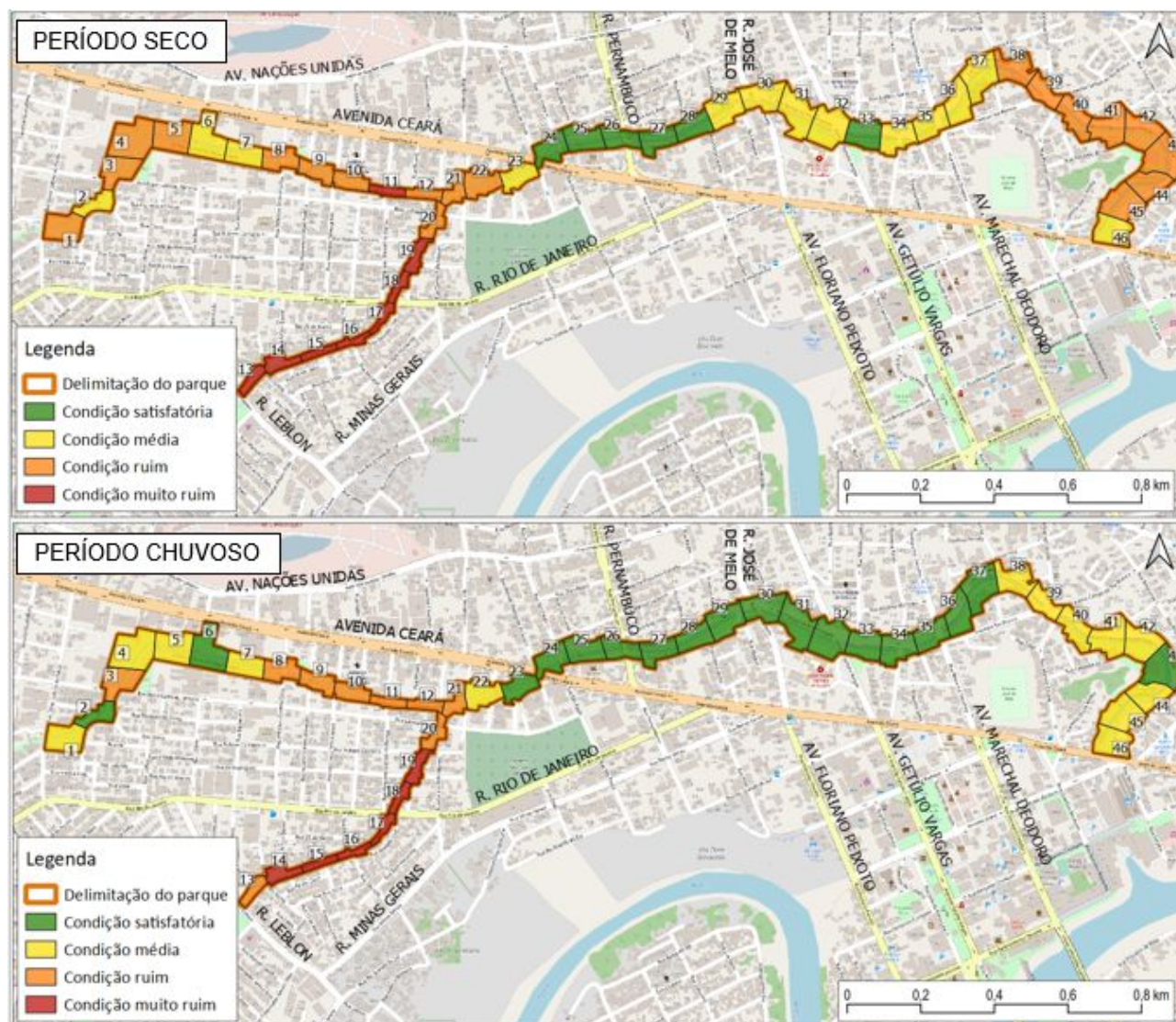


Figura 10. Comparação das condições do parque nos períodos seco e chuvoso.

Essa comparação permite inferir que no período seco predominaram as condições ruins no parque, ao passo que no período chuvoso as melhores condições prevaleceram (Figura 11). Contudo, cabe ressaltar que a influência do clima recai sobre os meios físico e biótico, enquanto no antrópico a melhora ocorreu pelas manutenções realizadas.

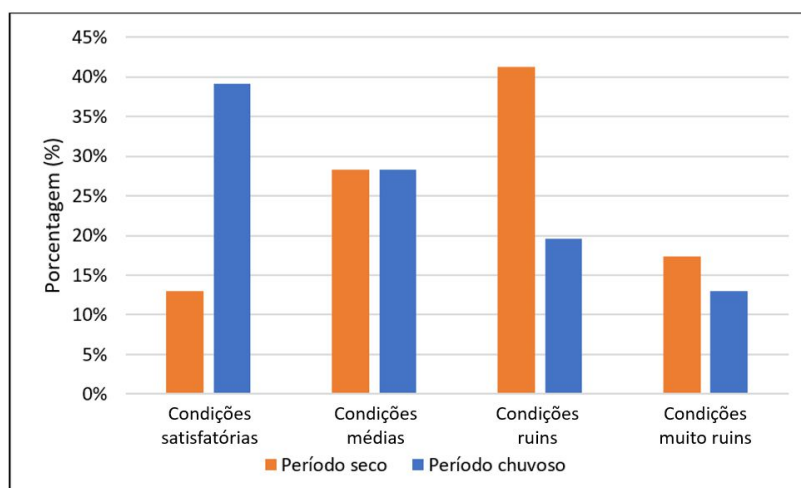


Figura 11. Distribuição comparativa das condições do parque nos períodos seco e chuvoso.

A avaliação do Parque da Maternidade revelou um diagnóstico que aponta diversos problemas relacionados à manutenção, monitoramento e conservação dos indicadores dos meios físico, biótico e antrópico, em sua maioria encontrados em condições críticas, demonstrando a situação preocupante e a urgência de um plano de gestão.

Com base nesse diagnóstico, são propostas diretrizes que visem melhorar as condições dos indicadores e a qualidade da paisagem do parque. Essas diretrizes apoiarão um plano de gestão do Parque da Maternidade, constituído por programas estratégicos para cada meio avaliado (Tabela 2).

Tabela 2. Diretrizes para elaboração de um plano de gestão para o Parque da Maternidade.

Meio	Programas estratégicos
Físico	Conservação do solo
	Qualidade da água
	Gestão de resíduos sólidos
	Educação ambiental
Biótico	Recuperação de áreas degradadas
	Paisagismo
	Monitoramento de fauna
Antrópico	Recuperação de infraestrutura urbana
	Monitoramento da segurança
	Mobilidade urbana
	Gestão do mobiliário urbano
	Gestão das estruturas edificadas
	Manutenção de pontes
	Recuperação de pórticos

Os programas estratégicos serão os elementos norteadores para a criação de projetos específicos para a solução dos diversos problemas encontrados no Parque da Maternidade, podendo ser adotados para parques lineares amazônicos de modo geral, considerando as particularidades de cada local.

4. CONCLUSÃO

O diagnóstico do Parque da Maternidade apresentou uma série de situações críticas que revelam a ausência de gestão e de uma política pública para o parque, já apontadas pela literatura. Nesse sentido, a elaboração de um plano de gestão se mostra uma ação urgente, pois o estado de abandono e deterioração dos espaços públicos aliados à falta de manutenção e fiscalização levam ao agravamento dos problemas e à perda de apropriação dos espaços pela população.

A utilização da análise da paisagem aplicada à avaliação do Parque da Maternidade se mostrou viável na medida em que foi possível analisar cada elemento e aspecto relevante presente no parque, contribuindo com informações importantes para apoiar um plano de gestão que contemple a resolução e mitigação dos diversos problemas e desafios encontrados. Dessa forma, a metodologia poderá ser aplicada a outros parques lineares amazônicos, pois leva em consideração as características e particularidades locais.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. M.; MEDEIROS, G. A.; SERRANO, R. O. P.; VERAS, H. F. P. Parques lineares urbanos em ambiente amazônico: lacunas e desafios. **UÁQUIRI - Revista do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre**, v. 5, n. 1, 2023.

ALVES, J. S. **Vulnerabilidade socioambiental em uma bacia hidrográfica urbana: o caso do Igarapé Fundo – Rio Branco/AC**. (Tese) Doutorado Geografia, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2012.

BIAGOLINI, C. H. **Método avaliativo e qualitativo de parques lineares da cidade de São Paulo, (SP)**. (Tese) Doutorado Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba. Sorocaba, 2018.

FRANCA, S. F. **Padrões ribeirinhos de ocupação: cidades amazônicas e Rio Branco**. (Tese) Doutorado Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2013.

MARQUES, B.V. **Avaliação dos ambientes de proteção da Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim/SP**. (Dissertação) Mestrado Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba. Sorocaba, 2016.

MARQUES, B.V.; MEDEIROS, G.A.; PECHE FILHO, A.; FENGLER, F.H.; MORAES, J.F.L. Análise da Paisagem na Avaliação de Ambientes de Proteção em Bacia Hidrográfica do Sudeste Brasileiro. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v.10, n.1, p. 359-379, 2021.

VALLADARES, M. B. C. Entre a natureza e o artifício: percepções e perspectivas nos projetos para parques urbanos e orlas fluviais na Amazônia. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 11, n. 1, p. 73-73, 2009.

VLAMI, V.; ZOGARIS, S.; DJUMA, H.; KOKKORIS, I. P.; KEHAYIAS, G.; DIMOPOULOS, P. A Field Method for Landscape Conversation Surveying: The Landscape Assessment Protocol (LAP). **Sustainability**, 2019, v.11, 2019.

RESISTÊNCIA DE MADEIRAS TRATADAS COM PRODUTOS DE ACABAMENTO À DEGRADAÇÃO POR FUNGOS

Fernando José Fernandes Martins Junior¹, Laryssa dos Santos Prado² e Patrícia Gomes Ribeiro³

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rio Branco, Acre, Brasil;
3. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

A madeira é amplamente utilizada, mas enfrenta desafios como biodeterioração, radiação ultravioleta e variações de umidade, que reduzem sua durabilidade, especialmente em ambientes externos. Sua resistência natural depende de fatores intrínsecos da espécie, como teor de extrativos fenólicos. Fungos, especialmente basidiomicetos, são os principais agentes de deterioração, causando podridões branca e parda. Madeiras mais duráveis são preferidas comercialmente, mas a diversidade de espécies deve ser considerada. Em Rio Branco, Acre, apenas 15 espécies são exploradas, tornando essencial estudar outras opções resistentes a fatores bióticos e abióticos. Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar a resistência de quatro espécies madeireiras à deterioração por fungos após tratamento com produtos de acabamento. Amostras de *Aspidosperma* sp., *Martiodendron* sp., *Apuleia leiocarpa* e *Dipteryx odorata* foram parcialmente enterradas em campo de apodrecimento por dois anos. Fungos incidentes foram isolados e identificados, e sua ação foi testada nas madeiras avaliadas. A eficácia dos tratamentos químicos foi analisada pela perda de massa. Os experimentos seguiram o delineamento inteiramente casualizado, com análise de outliers (Grubbs) e verificação dos pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett), seguidos de ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). O verniz proporcionou maior resistência ao ataque fúngico, e apenas duas espécies de *Trichoderma* foram detectadas. *D. odorata* apresentou alta resistência mesmo sem tratamento. O uso de produtos preservativos aumenta a durabilidade da madeira, e a pesquisa sobre espécies pouco exploradas é essencial para ampliar sua aplicação comercial.

Palavras-chave: Biodeterioração, *Trichoderma*, Preservação, Durabilidade e Verniz.

ABSTRACT

Wood is widely used but faces challenges such as biodeterioration, ultraviolet radiation and moisture variations, which reduce its durability, especially in outdoor environments. Its natural resistance depends on intrinsic species factors, such as the content of phenolic extractives. Fungi, especially basidiomycetes, are the main deterioration agents, causing white and brown

rot. More durable woods are commercially preferred, but species diversity must be considered. In Rio Branco, Acre, only 15 species are exploited, making it essential to study other options resistant to biotic and abiotic factors. Thus, this study aimed to evaluate the resistance of four wood species to fungal deterioration after treatment with finishing products. Samples of *Aspidosperma* sp., *Martiodendron* sp., *Apuleia leiocarpa*, and *Dipteryx odorata* were partially buried in a decay field for two years. The fungi present were isolated and identified, and their action was tested on the evaluated wood samples. The effectiveness of chemical treatments was analyzed based on mass loss. The experiments followed a completely randomized design, with outlier analysis (Grubbs) and verification of normality assumptions (Shapiro-Wilk) and homoscedasticity (Bartlett), followed by ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). Varnish provided greater resistance to fungal attack, and only two *Trichoderma* species were detected. *D. odorata* showed high resistance even without treatment. The use of preservative products increases wood durability, and research on underutilized species is essential to expand their commercial application.

Keywords: Biodeterioration, *Trichoderma*, Preservation, Durability and Varnish.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material amplamente utilizado em diversas aplicações, mas sua durabilidade pode ser comprometida por fatores como biodeterioração, radiação ultravioleta e variações de umidade. A resistência natural da madeira está diretamente relacionada às características intrínsecas da espécie, como o teor de extrativos fenólicos, que podem atuar como preservativos naturais (WALKER, 2006). Entre os principais agentes de deterioração, os fungos, especialmente os basidiomicetos, desempenham um papel central, causando podridões branca e parda, que afetam significativamente a integridade estrutural da madeira (MEYER-VELTRUP et al., 2017; MARAIS et al., 2020).

Além da ação biológica, fatores ambientais como exposição ao sol e à umidade aceleram a degradação da madeira, alterando sua aparência e reduzindo sua vida útil (MEIJER, 2001; HUMAR, 2019; JIROUŠ-RAJKOVIĆ; MIKLEČIĆ, 2021). Para mitigar esses efeitos, diversos métodos de proteção e melhoria têm sido desenvolvidos e testados, como a aplicação de verniz e selador. A durabilidade da madeira também varia conforme a espécie utilizada.

Diante desses desafios e soluções, a durabilidade da madeira pode ser significativamente aprimorada por meio da combinação de tratamentos e da seleção criteriosa de espécies naturalmente resistentes. A compreensão dos fatores de degradação e a aplicação de estratégias de preservação são fundamentais para prolongar sua vida útil e garantir sua eficiência em diferentes aplicações.

Os produtos à base de madeira podem ser atacados por uma gama de agentes biológicos, dentre os quais estão incluídos os fungos, os insetos, as bactérias e os organismos marinhos (STANGERLIN et al., 2013). Os fungos são uma das causas mais comuns de deterioração da madeira, e fatores como a temperatura, o teor de umidade, baixos teores de extrativos e ausência de compostos químicos preservativos tornam a madeira mais ou menos suscetíveis a ocorrência destes (OLIVEIRA et al., 1986).

Em razão da frequência de sua ação, os principais agentes biológicos de deterioração da madeira são os fungos, que, basicamente, se distinguem em emboloradores, manchadores e apodrecedores (STANGERLIN et al., 2013). Os fungos apodrecedores são os principais responsáveis pela destruição de vários elementos estruturais produzidos à base de madeira, tanto na construção rural como na civil (STANGERLIN et al., 2013).

Na deterioração dos constituintes estruturais da madeira ocorrem fungos que são classificados de acordo com a decomposição que causam: podridão branca, parda e mole (BLANCHETTE et al., 2000). Silva (2005) afirma que as madeiras mais resistentes à ação desses organismos são aquelas que possuem alta massa específica. De acordo com Almeida et al. (2012), a resistência da madeira à degradação varia em função das características intrínsecas de cada espécie, como a presença de extrativos.

Em Rio Branco, Acre, apenas 15 espécies são exploradas e comercializadas. Nesse cenário, são necessários estudos sobre outras espécies madeireiras com resistência natural aos fatores bióticos e abióticos, com a finalidade de apresentá-las como alternativas às espécies tradicionais. Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar a resistência de quatro espécies madeireiras à deterioração por fungos após tratamento com produtos de acabamento.

2. MÉTODOS

A resistência de espécies madeireiras tratadas com selador e verniz foi avaliada utilizando um campo de apodrecimento para simular as condições naturais de deterioração.

2.1. MATERIAL BIOLÓGICO

Foram selecionadas quatro espécies florestais madeireiras, duas de coloração amarela e duas de coloração vermelha, comumente utilizadas no mercado moveleiro

tradicional em Rio Branco, Acre. As espécies escolhidas foram *Aspidosperma* sp., *Martiodendron* sp., *Apuleia leiocarpa* e *Dipteryx odorata*. As madeiras serradas e aplainadas foram adquiridas por meio de doação do Instituto de Meio Ambiente do Acre (IMAC), provenientes de apreensão de madeira de exploração ilegal.

2.2. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a realização do experimento, foram utilizadas 144 amostras de madeira das espécies selecionadas. As dimensões das amostras foram de 2,0 x 2,0 x 30,0 cm. O campo de apodrecimento foi implantado no campus Rio Branco da Universidade Federal do Acre (UFAC) em 2019 (Figura 1). O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado distribuído em três tratamentos. As amostras de madeira foram enterradas até a metade de seu comprimento, com espaçamento de 1 m entre linhas e 1 m entre espécies.



Figura 1. Campo de apodrecimento implantado na Universidade Federal do Acre (UFAC).

As amostras foram tratadas com dois produtos de acabamento: selador e verniz com pigmentação vermelha (padrão mogno). Após dois anos, as amostras foram retiradas do campo para as análises subsequentes.

2.3. ENSAIO ACELERADO DE ATAQUE DE FUNGOS

2.3.1. Isolamento e identificação dos fungos

Para a identificação dos fungos incidentes nas madeiras, inicialmente as amostras coletadas foram lavadas com água e sabão (Figura 2A). Posteriormente, câmaras úmidas foram confeccionadas usando bandejas plásticas, papel toalha para cobrir o fundo das bandejas e papel filme para manter a umidade. As amostras foram separadas por tratamento, com a finalidade de evitar contaminações entre os tratamentos. As amostras foram armazenadas nas câmaras úmidas até o desenvolvimento das estruturas fúngicas, com aplicação de água destilada estéril três vezes por semana (Figura 2B).

Com as estruturas fúngicas aparentes, foram feitas as coletas de fragmentos dos fungos. Os fragmentos foram depositados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (200 g de batata, 20 g de dextrose e 15 g de ágar para 1 litro de água destilada) suplementado com antibiótico cloranfenicol 0,1%. As placas foram incubadas à 28 °C por sete dias e a identificação morfológica foi realizada por meio da técnica de microcultivo.

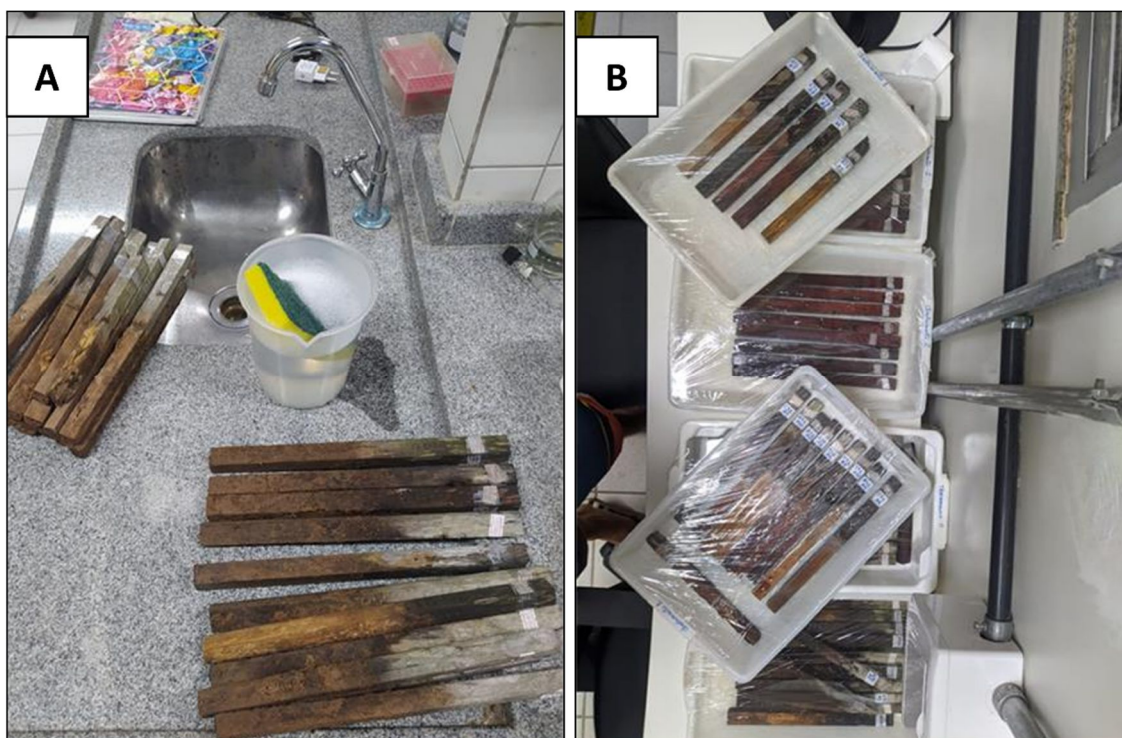


Figura 2. Preparo das amostras e processo de confecção de câmaras úmidas. (A) Peças de madeira sendo lavadas; e (B) câmaras úmidas contendo as peças de madeira incubadas.

2.3.2. Reinoculação dos fungos

Para o ensaio acelerado de ataque de fungos, amostras de solo foram esterilizadas e secas em estufa a 103 ± 2 °C durante 24 horas. Recipientes de plástico foram lavados com água e sabão e submersos em solução de hipoclorito de sódio 2% durante 30 minutos. Em seguida, foram produzidas câmaras úmidas com a adição de 30 g de solo e aplicação de 3 mL de água destilada estéril em cada recipiente. As amostras de madeira (3,0 x 3,0 cm) foram incubadas nas câmaras úmidas e submetidas ao ataque dos fungos durante 20 semanas, por meio da inoculação de micélio fúngico. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado. Após o período, os fungos com estruturas visíveis foram novamente isolados e identificados (Figura 3).

A eficácia dos tratamentos químicos foi determinada pela avaliação da perda de massa das amostras de madeira. Os corpos de prova foram retirados dos frascos com auxílio de uma pinça e submetidos a cuidadosa remoção do excesso de micélio aderido à superfície da madeira. Em seguida, as amostras foram secas em estufa convencional de circulação forçada de ar à 45 °C até atingirem massa constante. A massa das peças de madeira foi obtida antes e depois do processo de secagem. Assim, a perda de massa foi calculada através da diferença entre a massa inicial, referente a massa obtida antes do ataque, e a massa final, depois do ataque acelerado, das peças de madeira.

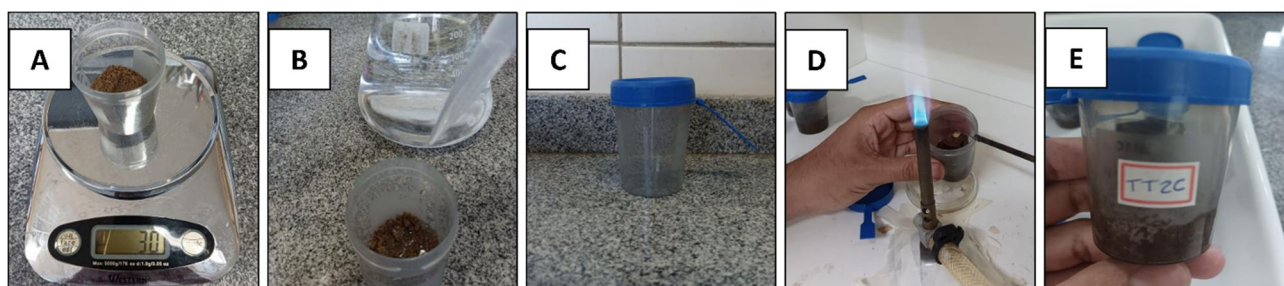


Figura 3. Processo de produção das câmaras úmidas para o ensaio acelerado de ataque de fungos. (A) Pesagem do solo; (B) adição de água destilada estéril; (C) recipiente de plástico; (D) inoculação dos fungos; e (E) câmara úmida com peça de madeira.

2.3.3. Análises estatísticas

Para a análise dos dados, foi realizada a detecção de outliers utilizando o teste de Grubbs, seguida da verificação dos pressupostos de normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade pelo teste de Bartlett. A análise de variância (ANOVA)

foi aplicada para comparar os efeitos dos tratamentos, e o teste de Tukey foi utilizado para comparações múltiplas, considerando o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DOS FUNGOS

Somente dois fungos foram isolados das peças de madeira. Os isolados fúngicos foram identificados somente a nível de gênero, sendo pertencentes ao gênero *Trichoderma* (Figura 4).

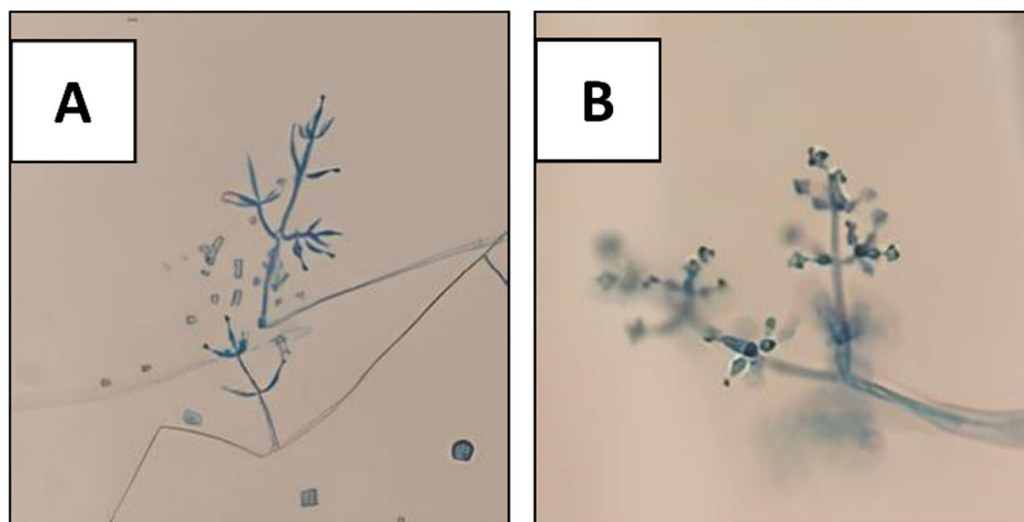


Figura 4. Fungos isolados das peças de madeira. (A) *Trichoderma* sp. 01; e (B) *Trichoderma* sp. 02.

3.2. ENSAIO ACELERADO DE ATAQUE DE FUNGOS

As peças de madeira sem tratamento e com ataque do isolado *Trichoderma* sp., apresentaram os maiores valores de perda de massa (Tabela 1). De acordo com Abreu (2020), é bem comum o gênero *Trichoderma* associado com madeiras. Dos antibióticos produzidos por espécies *Trichoderma*, Bastos (1991) cita gliotoxina e trichodermina como substâncias capazes de inibir o desenvolvimento de outros fungos, evidenciando o potencial agressivo que o gênero possui de inibir o crescimento de outros fungos.

Tabela 1. Perda de massa (%) dos fragmentos de madeiras tratadas com os produtos de acabamento e inoculadas com *Trichoderma* sp.

Tratamento	<i>Aspidosperma</i> sp.	<i>Martiodendrum</i> sp.	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Dipteryx odorata</i>
Controle	3,58 b	4,33 a	2,85 b	2,64 b
Selador	3,79 a	3,73 b	3,51 a	4,46 a
Verniz	3,39 b	1,96 c	2,56 b	2,07 c

Em estudo realizado por Teles (2014), para as estacas de tauari sem tratamento foi notado a presença de fungos nas amostras. Isso foi observado neste trabalho, onde as amostras sem tratamento tiveram a presença de fungo. Entretanto, amostras tratadas com verniz ao período de 270 dias não apresentavam filme protetor após aplicação do tratamento preservativo (SANTOS, 2016), o que facilita a ação de fungos apodrecedores.

Para Santos (2016), o tratamento preservativo da madeira visa obter extensão da vida útil da madeira em serviço, ou de produtos confeccionados de madeira, por meio da aplicação de produtos que previnem o ataque de agentes deterioradores, principalmente os de origem biológica. O tratamento usado que mostrou maior eficiência para proteção da madeira foi o verniz, onde as amostras apresentam perda de 2,5% de massa. Além disso, a madeira mais atacada pelo fungo foi a tratada com selador.

A deterioração por ataque fúngico em madeiras tratadas com selador diferem estatisticamente das madeiras não tratadas e das madeiras tratadas com verniz. Este resultado deve-se a influência das intempéries neste material (luz solar, radiação ultravioleta e precipitação). Após dois anos da implantação do campo de apodrecimento, as amostras tratadas com selador já apresentavam deterioração por bactérias, fungos e insetos. As amostras com acabamento em verniz embora apresentassem a película desgastada e/ou craquelada, foi mais eficiente em relação a durabilidade destas madeiras expostas às intempéries.

O tempo de vida de um verniz varia, dependendo do produto e das condições de exposição. A durabilidade dos revestimentos é influenciada por uma variedade de fatores, dentre eles: a formulação do revestimento, a espessura do filme, a pigmentação, bem como as condições de exposição (GRULL *et al.*, 2014). Destarte, madeiras expostas às condições diversas, das classes de risco propostas por Ducatti (1997), necessitam de inspeção e manutenção periódicas.

Observa-se ainda que a madeira sem tratamento que apresentou maior perda de massa foi a de *Martiodendrum* sp. (Tabela 1). Além disso, *D. odorata* foi a espécie que apresentou maior resistência mesmo sem tratamento com os produtos de acabamento.

4. CONCLUSÃO

O tratamento químico preservativo demonstra ser uma estratégia viável para aumentar a durabilidade da madeira. Adicionalmente, estudos sobre espécies pouco exploradas são essenciais para ampliar seu uso no mercado.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Acre (UFAC) pelo suporte técnico e infraestrutura disponibilizados para a realização desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, L.M.; PFENNING, L.H. **O gênero Trichoderma**. *Trichoderma*, p. 163, 2020.
- ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B.; CARVALHO, A.G. Degradação natural da madeira de quatro espécies em ambiente florestal. **Revista Ciências da Vida**, v. 32, n. 2, p. 43-50, 2012.
- BLANCHETTE, R.A. A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 46, p. 189-204, 2000.
- DUCATTI, M.A. **Classes de risco**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP, p. 15, 1997.
- GRULL, G.; FORSTHUBER, B.; TSCHERNE, F.; SPITALER, I. SPITALER, I. Indicator for artificial and natural weathering of wood coatings. **European Journal Wood Products**, v. 72, n. 5, 2014.
- HUMAR, M.; KRŽIŠNIK, D.; LESAR, B.; BRISCHKE, C. The performance of wood decking after five years of exposure: verification of the combined effect of wetting ability and durability. **Forests**, 2019.
- JIROUŠ-RAJKOVIĆ, V.; MIKLEČIĆ, J. Enhancing weathering resistance of wood—a review. **Polymers**, v. 13, 2021.

MARAIS, B.; BRISCHKE, C.; MILITZ, H. Wood durability in terrestrial and aquatic environments – a review of biotic and abiotic influence factors. **Wood Material Science & Engineering**, v. 17, p. 82-105, 2020.

MEIJER, M. Review on the durability of exterior wood coatings with reduced VOC-content. **Progress in Organic Coatings**, v. 43, p. 217-225, 2001.

MEYER-VELTRUP, L.; BRISCHKE, C.; ALFREDSEN, G.; HUMAR, M.; FLÆTE, P.; ISAKSSON, T.; BREID, P.; WESTIN, M.; JERMER, J. The combined effect of wetting ability and durability on outdoor performance of wood: development and verification of a new prediction approach. **Wood Science and Technology**, v. 51, p. 615-637, 2017.

OLIVEIRA, J.T.; TOMASELLO, M.; SILVA, J.C. Resistência natural da madeira de sete espécies de eucalipto ao apodrecimento. **Revista Árvore**, v. 29, n. 6, p. 993-998, 1986.

SANTOS, J.C. et al. **Efeito de diferentes vernizes aplicados em cinco madeiras amazônicas submetidas ao intemperismo natural**, 2016.

SILVA, J.C. **Anatomia da madeira e suas implicações tecnológicas**. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Engenharia Florestal, p. 140, 2005.

STANGERLIN, M.D.; COSTA, A.F.; PASTORE, T.C.M. Resistência natural da madeira de três espécies amazônicas submetidas ao ataque de fungos apodrecedores. **Ciência da Madeira**, v. 4, n. 1, p. 15-32, 2013.

TELES, R.F. **Ensaio não destrutivo para avaliar o desempenho de madeiras amazônicas tratadas quimicamente**, 2014.

WALKER, J.C.F. **Basic wood chemistry and cell wall ultrastructure. Primary wood processing: principles and practice**. Dordrecht: Springer, 2006.

METABÓLITOS DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DO CUPUAÇUZEIRO NO CONTROLE DE BACTÉRIAS CAUSADORAS DE PNEUMONIA

Jady Rebeca Marques Rêgo¹, Geyse Souza Santos², Laryssa dos Santos Prado²,
Clarice Maia Carvalho² e Leila Priscila Peters¹

1. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências da Saúde e do Desporto (CCSD), Rio Branco, Acre, Brasil;
2. Universidade Federal do Acre (UFAC), Centro de Ciências Biológicas e da Natureza (CCBN), Rio Branco, Acre, Brasil.

RESUMO

Os fungos endofíticos colonizam tecidos de plantas sem causar prejuízo ao seu hospedeiro. A enorme diversidade biológica desses fungos, juntamente com a capacidade de sintetizar metabólitos secundários bioativos, fornecem impulso para uma série de investigações na área da saúde. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo analisar o potencial antimicrobiano de metabólitos dos fungos endofíticos do cupuaçuzeiro no controle das bactérias que causam pneumonia em seres humanos. Os fungos *Endomelanconiopsis microspora*, *Clonostachys pseudochroleuca* e *C. rosea* isolados da folha e caule do cupuaçuzeiro, foram reativados em meio de cultivo batata-dextrose-ágar (BDA). A seguir, os fungos foram colocados em meio batata-dextrose (BD) e deixados por 14 dias a 28°C sem agitação. O micélio foi separado do meio de cultura por filtração em papel de filtro, e os metabólitos foram extraídos por partição líquido-líquido com o solvente acetato de etila na proporção de 3:1 (v/v) por três vezes. A fase orgânica foi evaporada a 37 °C até obter o peso constante, em seguida os extratos foram diluídos em DMSO, de forma a obter a concentração de 20mg/ml. Para verificar a atividade antibacteriana dos metabólitos, foi utilizado o teste de difusão em ágar (cup plate). Os extratos foram testados contra as bactérias *Streptococcus pneumoniae* (ATCC 11733), *Staphylococcus aureus* (ATCC 12598) e *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603). Após a difusão de disco, foi observado atividade antimicrobiana do extrato do fungo *C. pseudochroleuca* contra bactéria *S. pneumoniae*, resultando na formação de um halo de 22 mm e de 24mm. Diante disso, os metabólitos de *C. pseudochroleuca* poderão se tornar uma alternativa promissora no futuro para o combate à bactéria *S. pneumoniae*, abrindo caminho para novas abordagens terapêuticas e contribuindo para o desenvolvimento de tratamentos mais eficazes.

Palavras-chave: Antimicrobianos, Endófitos e Biotecnologia.

ABSTRACT

Endophytic fungi colonize plant tissues without causing harm to their hosts. The enormous biological diversity of these fungi, together with their ability to synthesize bioactive secondary metabolites, provide impetus for a series of investigations in the health area. Thus, this study

aimed to analyze the antimicrobial potential of metabolites from endophytic fungi of the cupuaçu tree in the control of bacteria that cause pneumonia in humans. The fungi *Endomelanconiopsis microspora*, *Clonostachys pseudochroleuca* and *C. rosea* isolated from the leaf and stem of the cupuaçu tree were reactivated in potato dextrose agar (PDA) culture medium. Then, the fungi were placed in potato dextrose (BD) medium and left for 14 days at 28°C without agitation. The mycelium was separated from the culture medium by filtration through filter paper, and the metabolites were extracted by liquid-liquid partition with the solvent ethyl acetate in a ratio of 3:1 (v/v) three times. The organic phase was evaporated at 37 °C until constant weight was obtained, and then the extracts were diluted in DMSO to obtain a concentration of 20 mg/ml. The agar diffusion test (cup plate) was used to verify the antibacterial activity of the metabolites. The extracts were tested against the bacteria *Streptococcus pneumoniae* (ATCC 11733), *Staphylococcus aureus* (ATCC 12598) and *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603). After disk diffusion, antimicrobial activity of the extract of the fungus *C. pseudochroleuca* against the bacteria *S. pneumoniae* was observed, resulting in the formation of a 22 mm and a 24 mm halo. Given this, the metabolites of *C. pseudochroleuca* may become a promising alternative in the future to combat the bacterium *S. pneumoniae*, paving the way for new therapeutic approaches and contributing to the development of more effective treatments.

Keywords: Antimicrobials, Biotechnology and Endophytes.

1. INTRODUÇÃO

Os fungos endofíticos são conhecidos por colonizar tecidos de plantas se beneficiando devido a proteção e nutrição disponível sem que ocorra um prejuízo importante das mesmas (Reis, 2022). Atualmente, não se sabe exatamente tudo sobre os seus potenciais antimicrobianos, porém tem se observado diversos estudos que confirmam o necessário despertar de interesse nesses organismos devido ao aumento do uso de antibióticos, intensificando a resistência bacteriana, sendo necessário a promoção de mais estudos para descoberta de novas substâncias (DADGOSTAR, 2019; MANGANYA; ATEBA, 2020).

Os compostos bioativos são os principais protagonistas pelos benefícios demonstrados pelos endófitos, por serem capazes de sintetizar moléculas idênticas ao de sua planta hospedeira. Por essa razão, é comum o isolamento e a utilização desses fungos extraídos de plantas medicinais como fonte de substâncias bioativas (MOREIRA, 2021). Esses metabólitos bioativos podem ser estruturalmente classificados em alcalóides, benzoantracenos, chinones, peptídeos, fenóis, quinones, flavonoides, esteroides, terpenóides, tetralones, xanthonos, entre outros (FADIJLI; BABALOLA, 2020). Eles apresentaram inúmeras propriedades biológicas, incluindo propriedades antibacterianas, antifúngicas, imunossupressoras, antivirais, antiparasitárias, antioxidantes, anti-inflamatórias e anticancerígenas (TOGHUEO, 2019).

A resistência bacteriana aos antimicrobianos tem aumentado significativamente, tornando-se uma das principais ameaças à saúde global, com impactos graves e potencialmente letais para a população em todo o mundo (RIDUAN et al., 2020). Assim, tendo em vista que com o passar dos anos intensificou-se o uso de antibióticos, principalmente durante a pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, é possível visualizar consequências que acarretaram no aumento da resistência bacteriana, elevando o número de internações, sobrecarregando o sistema de saúde e provocando prejuízos econômicos no mundo (SILVA et al., 2024; PULINGAM et al., 2022). Acredita-se que pelo menos 700.000 pessoas no mundo morram a cada ano como resultado de infecções resistentes aos antimicrobianos. Estima-se que isso pode aumentar para 10 milhões até 2050 se os problemas relacionados à resistência antimicrobiana não forem resolvidos (MIETHKE et al., 2021). Dessa forma, torna-se necessário buscar e estudar novas substâncias que possam atuar e serem possíveis alternativas no combate de bactérias patogênicas.

Um dos casos mais conhecidos de Resistência Antimicrobiana (RAM), é a resistência à metilicina pelo *Staphylococcus aureus*, o qual tem sido associada a altas taxas de mortalidade todos os anos em todo o mundo (BARAN et al., 2022; OLIVEIRA et al., 2023). Além disso, bactérias gram negativas multirresistentes tornaram o tratamento de diferentes infecções como pneumonia mais desafiador (WATKINS; VANDUIN, 2019).

A pneumonia é uma das infecções mais comuns no mundo que atinge os alvéolos pulmonares, ocasionada, principalmente, por bactérias, vírus e fungos (LANKS et al., 2019). Dentre as bactérias mais frequentes no isolamento microbiológico de pacientes, encontra-se em primeiro lugar a *S. pneumoniae* que corresponde por mais de 25% dos casos de pneumonia adquirida no mundo, todavia uma das bactérias responsáveis por desencadear os quadros mais graves é a *S. aureus* resistentes a metilicina (MRSA). Além disso, a *Klebsiella pneumoniae* também levanta preocupações devido estar adquirindo resistência nas últimas décadas (LANKS et al., 2019; WATKINS, VAN DUIN, 2019).

Dessa forma, sabendo que o Brasil é considerado o país com a biodiversidade mais rica do mundo, sendo responsável por aproximadamente 14% da biodiversidade mundial, com ênfase na amazônia, pode-se verificar uma grande diversidade microbiana nesta região trazendo a tona o potencial biotecnológico desse território (MEDEIROS; WADT, 2022; BRITO et al., 2023; SILVA et al., 2021). Assim, avaliando plantas típicas da amazônia como o cupuaçu, pode-se observar diversos estudos relacionados às propriedades medicinais de composto extraídos de seu fruto e sementes (BARBALHO et al., 2022; NUNES et al., 2021). Todavia, se encontram raríssimas pesquisas a respeito dos compostos bioativos dos fungos

endofíticos isolados da folha e do caule do cupuaçuzeiro relacionados a atividade microbiana de bactérias patogênicas em humanos, além de não existir ensaios direcionados as causadoras de infecções de vias aéreas como a pneumonia. Dessa maneira, o estudo teve como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de metabólitos secundários de fungos endofíticos do caule e folha do cupuaçuzeiro contra as bactérias *S. pneumoniae*, *S. aureus* e *K. pneumoniae*.

2. MÉTODOS

2.1. MATERIAL BIOLÓGICO

Foi realizada a reativação de 3 fungos endofíticos isolados da folha e caule do cupuaçuzeiro (Tabela 1) que estavam armazenados na coleção do Laboratório de Microbiologia, da Universidade Federal do Acre. Os fungos estavam armazenados utilizando a técnica em água destilada (CASTELLANI, 1939) e óleo mineral (BUELL; WESTON, 1947) e foram inoculados em placas de Petri contendo meio de cultura Ágar Batata-Dextrose (BDA) (dextrose 20g/L, ágar 15g/L, amido de batata 4g/L) e incubados a 28 °C durante sete dias. Para extrair os metabólitos, os fungos foram novamente cultivados em meio de cultura BDA a 28°C por 7 dias. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Acre.

Tabela 1. Identidade máxima para fungos endofíticos de folhas e caule de cupuaçuzeiro com base nas sequências ITS usando análise BLASTn.

Nº Fungo	Match mais próximo no GenBank	Identidade (%)
T194	<i>Endomelanconiopsis microspora</i> (MK371761)	100
T235	<i>Clonostachys pseudochroleuca</i> (KC806261)	99,81
T243	<i>Clonostachys rosea</i> (HM037949)	99,61

2.2. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Para obter os extratos fúngicos, foram inoculados 10 plugs de 15 mm de meio BDA com fungo em Erlenmeyer contendo 100 mL de meio de cultura Batata-Dextrose (BD), incubado a 28 °C durante 14 dias. O micélio foi separado do meio metabólico por filtração

em papel de filtro, e o filtrado extraído por partição líquido-líquido com o solvente acetato de etila (AcOEt) na proporção de 1:1 (v/v) por 3 vezes (CECHINEL; YUNES, 1998). A fase orgânica foi evaporada a 37 °C até obter o peso constante, e o extrato solubilizado em dimetilsulfóxido 99,9 % (DMSO) na concentração de 20 mg/mL para avaliação antimicrobiana.

Para verificar a atividade antibacteriana dos metabólitos, foi utilizado o teste de difusão em ágar *cup plate* (ROSE; MILLER, 1939). As estirpes padrões das bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 12598), *Streptococcus pneumoniae* (ATCC 11733), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603) foram inoculadas em ágar Mueller-Hinton (MH) (extrato de carne 2g/L, casaminoácidos 17,5g/L, ágar 1,5g/L) e incubadas durante 24 h a 37 °C.

Com um swab estéril, a suspensão bacteriana ajustada foi inoculada sobre a placa de Petri contendo meio MH (CLSI, 2024). Após, foram feitos poços de 5 mm de diâmetro e colocados 20 µL do extrato do metabólito de cada fungo. As placas foram armazenadas a 4 °C por 24 h, para difusão do extrato no meio de cultivo, e posterior incubação em estufa a 37 °C por 24 h. Cloranfenicol (30 µg/mL) foi utilizado como controle positivo e DMSO como controle negativo (RABANALI et al., 2002). Os halos de inibição foram medidos em milímetros com régua de antibiograma e o ensaio realizado em três repetições (CLSI, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a inoculação dos estratos nos poços feitos para cada bactéria, a difusão de disco demonstrou uma atividade antimicrobiana do extrato do fungo *C. pseudochroleuca* (T235) contra bactéria *S. pneumoniae*, produzindo um halo de 22 mm e outro de 24mm. Por outro lado, não houve nenhuma ação contra as outras bactérias (Figura 1).

Quanto aos extratos dos fungos *C. rosea* (T243) e *Endomelanconiopsis microspora* (T194), não foi observado nenhuma formação de halo de inibição, portanto, nenhuma atividade antimicrobiana em relação às bactérias *S. pneumoniae* (ATCC 11733), *S. aureus* (ATCC 12598) e *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603) (Figura 1).

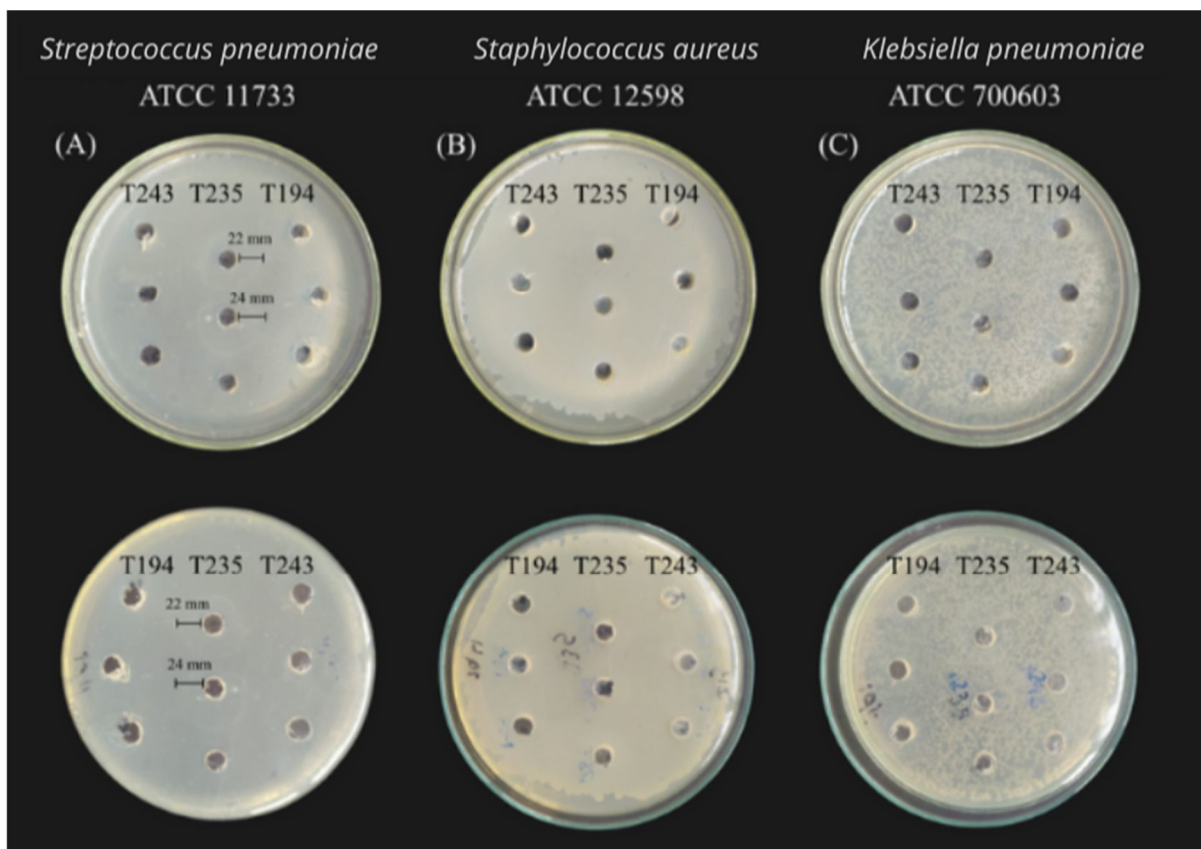


Figura 1. Bioensaio pelo método cup plate com os extratos dos fungos *Endomelanconiopsis microspora* (T194), *Clonostachys pseudochroleuca* (T235) e *C. rosea* (T243). (A) *S. pneumoniae*, (B) *S. aureus*, (C) *K. Pneumoniae*. Régua apresenta o diâmetro dos halos formados.

Já é entendido que os fungos endofíticos são importantes produtores de alcalóides, policetídeos, terpenóides, esteróides e antraquinonas, compostos bioativos que possuem atividade bactericida e bacteriostática. Esses fungos têm grande potencial no combate a microrganismos patogênicos tanto para seres humanos quanto para outros organismos como patógenos de plantas (WANG et al., 2023).

Atualmente já existem algumas pesquisas que demonstram a capacidade dos metabólitos dos endofíticos contra diversas bactérias de importância clínica, como por exemplo, os fungos endofíticos isolados da planta *Lagopsis supina*, os quais seus compostos exibiram atividade moderada contra *S. aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, e *Salmonella enterica* (ZHANG et al., 2022). Somando-se a isso, também existem outras pesquisas envolvendo plantas do ambiente amazônico como o açaizeiro, demonstrando endófitos do gênero *Aspergillus* sp. inibindo o crescimento de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus* sp., *Salmonella typhi* e *S. aureus* (BATISTA et al., 2018).

Apesar dos diversos estudos envolvendo metabólitos secundários fúngicos (SHADY

et al., 2023; SHARMA et al., 2024), ainda existem muitas substâncias a serem isoladas e estudadas, uma vez que o bioma terrestre apresenta incontáveis espécies de plantas que podem ser utilizadas para o isolamento e estudo dos endofíticos. Dessa forma, o presente estudo avaliou a atividade microbiana dos endofíticos do cupuaçuzeiro, uma vez que, atualmente, não existem estudos que o envolvam quando relacionado ao potencial antimicrobiano dos fungos endofíticos dessa planta.

Na literatura, observa-se que já existem diversos outros endofíticos que produzem metabólitos secundários que podem combater a *S. pneumoniae* (ZHANG et al., 2020; DESHMUKH et al., 2015), bactéria de grande importância clínica, pois coloniza a nasofaringe em torno de 10% dos adultos grande parte dos lactentes. Sendo assim, esse patógeno pode migrar para as vias aéreas inferiores e causar pneumonia, como também infecção sistêmica levando a uma sepse, além de também promover inflamação das meninges causando meningite e levando o paciente ao óbito se não houver tratamento adequado (GIL et al., 2022). Dessa forma, é importante ressaltar a relevância do presente estudo, uma vez que o fungo *Clonostachys pseudochroleuca* (T235) mostrou uma boa atividade microbiana, podendo somar-se aos resultados de endofíticos já divulgados na literatura.

Ademais, é importante destacar que a maioria dos ensaios feitos com os metabólitos secundários de fungos endofíticos nos últimos 10 anos envolvem as bactérias *S. aureus* e *K. pneumoniae*, todavia, não se tem muitas publicações que demonstrem ensaios com *S. pneumoniae*. Dessa forma, é importante que haja mais estudos para que seja avaliado extratos de mais fungos endofíticos contra outros microrganismos patogênicos aos seres humanos.

4. CONCLUSÃO

Portanto, conclui-se que no presente estudo o endofítico *Clonostachys pseudochroleuca* isolado da folha do cupuaçuzeiro pode produzir compostos antimicrobianos para o controle da bactéria patogênica *S. pneumoniae*. Contudo, mais estudos são necessários para testar metabólitos de diferentes fungos endofíticos contra microrganismos patogênicos, além de analisar as diferentes propriedades dos metabólitos desses fungos.

5. REFERÊNCIAS

- BARAN, A., OZ, C., CENFIZ, S. and ADIGUZEL, M.C. Genomic characterization, antimicrobial resistance profiles, enterotoxin, and biofilm production of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from clinical and animal products origins in Eastern Turkey. **Brazilian Journal of Veterinary Research**, v. 42, p. e06991, 2022.
- BATISTA, B.N., RAPOSO, N.V.M. and SILVA, I.R. Isolamento e avaliação da atividade antimicrobiana de fungos endofíticos de açaizeiro. **Revista Fitos**, v. 12, n. 2, p.161-174, 2018.
- BARBALHO, G.N., MATOS, B.N., BRITO, G.F.S., MIRANDA, T.C., SILVA, T.A., SODRÉ, F.F., GELFUSO, G.M., FILHO, M.C., CARVALHO J.L., SILVA, J.K.R. and GRATIERI, T. Skin Regenerative Potential of Cupuaçu Seed Extract (*Theobroma grandiflorum*), a Native Fruit from the Amazon: Development of a Topical Formulation Based on Chitosan-Coated Nanocapsules. **Pharmaceutics**, vol. 14, no. 1, p. 207, 2022.
- BRITO, V.N., ALVES, J.L., ARAÚJO, K.S., LEITE, T.S., QUEIROZ, C.B., PEREIRA, O.L. and QUEIROZ, M.V. Endophytic *Trichoderma* species from rubber trees native to the Brazilian Amazon, including four new species. **Frontiers in Microbiology**, v.14, p.e1095199, 2023.
- BUELL, C.B. and WESTON, W.H. Application of the mineral oil conservation method to maintaining collections of fungous cultures. **American Journal of Botany**, v.34, n.10, p.555-561, 1947.
- CASTELLANI, A., 1939. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.24, n.15, p. 270-276, 1939.
- CECHINEL, V. F. and YUNES, A. R. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, v.21, n.1, p.99-103, 1998.
- CLSI. **Clinical And Laboratory Standards Institute**. Método de Referência para Testes de Diluição em Caldo para a Determinação da Sensibilidade a Terapia Antifúngica das Leveduras.
<https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/metodo_ref_testes_diluicao_modulo2.pdf>. Acessado em 01/12/2024.
- CLSI. **Clinical And Laboratory Standards Institute**. Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests
<<https://clsi.org/standards/products/microbiology/documents/m02/>>. Acessado em 01/12/2024.
- DADGOSTAR, P. Antimicrobial Resistance: Implications and Costs. **Infection And Drug Resistance**, v.12, p.3903–3910, 2019.
- DESHMUKH, S.K., VEREKAR, S.A. and BHAVE S.V. Endophytic fungi: a reservoir of antibacterials. **Frontiers in Microbiology**, v.5, n.715, p.1-43, 2015.
- FADIJI, A.E. and BABALOLA, O.O. Elucidating Mechanisms of Endophytes Used in Plant Protection and Other Bioactivities With Multifunctional Prospects. **Review Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v.8, p.467, 2020.

GIL, E., NOURSADEGHI, M., BROWN, J. Streptococcus pneumoniae interactions with the complement system. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v.12, 2022.

LANKS, C. W., MUSANI, A. I. and HSIA, D. W. Community-acquired Pneumonia and Hospital-acquired Pneumonia. **The Medical Clinics of North America**, v.103, n.3, p.487–501, 2019.

MANGANYI, M. C. and ATEBA, C. N. Untapped Potentials of Endophytic Fungi: A Review of Novel Bioactive Compounds with Biological Applications. **Microorganisms**, v.8, n.12, p.1934, 2020.

MEDEIROS, T. K. A. and WADT, L. H. O. Exsudatos de espécies arbóreas amazônicas: diversidade e potencialidades. **Research, Society and Development**, v.11, n.6, p.e43811629318, 2022.

MIETHKE, M., PIERONI, M., WEBER, T., BRÖNSTRUP, M., HAMMANN, P., HALBY, L., et al. Towards the sustainable discovery and development of new antibiotics. **Nature Reviews Chemistry**, v.5, n.10, p.726–749, 2021.

MOREIRA, D. M. B. **Otimização das condições de cultivo submerso do fungo Lasiodiplodia sp. para produção de extratos com atividade antimicrobiana.** (Dissertação) Pós-graduação em Biotecnologia - Universidade Federal de Alfenas, Brasil, 2021.

NUNES, V.L.N.D., CANTANHEDE, F.B., SILVA, I.G., MOREIRA, L.R.M.O., CASTILHO, Q.G.S., DIAS, D.B. and MOREIRA, L.O. Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais extraídos de frutas nativas Buriti e Cupuaçu do Cerrado Maranhense / Evaluation of the antimicrobial activity of essential oils extracted from natural fruit Buriti and Cupuaçu from the Cerrado Maranhense. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.7, 2021.

OLIVEIRA, A. B. S., SACILLOTTO, G.H., NEVES, M.F.B., SILVA, A.H.N., MOIMAZ, T.A., GANDOLFI, J.V., NOGUEIRA, M.C.L. and LOBO, S.M. Prevalence, outcomes, and predictors of multidrug-resistant nosocomial lower respiratory tract infections among patients in an ICU. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.49, p.e20220235, 2023.

PULINGAM, T., PARUMASIVAM, T., GAZZALI, A.M., SULAIMAN, A.M., CHEE, J.Y., LAKSHMANAN, M., CHIN, C.F. and SUDESH, K. Antimicrobial resistance: Prevalence, economic burden, mechanisms of resistance and strategies to overcome. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.170, p.106103, 2022.

REIS, J.B.A., LORENZI, A.S. and VALLE, H.M.M. Methods used for the study of endophytic fungi: a review on methodologies and challenges, and associated tips. **Archives of Microbiology**, v.204, n.675, p.1-30, 2022.

RIDUAN, S. N., ARMUGAM, A. and ZHANG, Y. Antibiotic resistance mitigation: the development of alternative general strategies. **Journal of Materials Chemistry B**, v.8, n.30, p.6317–6321, 2020.

ROSE, S. B. and MILLER, R. E. Studies with the Agar Cup-Plate Method: I. A standardized Agar Cup-Plate technique. **Journal of bacteriology**, v.38, n.5, p.539–547, 1939.

SILVA, L.G., BRAGA, P.F., TOLENTINO, V.P., SILVA, J.L. and AMÂNCIO, N.F.G. Uso indiscriminado de antimicrobianos no contexto da Covid-19: aumento da resistência bacteriana. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v.24, n.5, p.e15880, 2024.

SILVA, D. S., RIBEIRO, M. V. and SOARES, F. H. Medium and large-sized mammals of a private protected wetland in the Cerrado-Amazon biological corridor, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.83, p.e243666, 2021.

SHARMA, A., RASHID, M., CHAUHAN, P., KAUR, S and KAUR A. In vitro antibacterial and anti-biofilm potential of an endophytic Schizophyllum commune. **AMB Express**, v.14, n.10, 2024.

SHADY N.H., SOBHY, S.K., MOSTAFA, Y.A., YAHIA, R., GLAESER, S.P., KÄMPFER, P., EL-KATATNY, M.H. and ABDELMOHSEN, U.R. Phytochemical analysis and anti-infective potential of fungal endophytes isolated from Nigella sativa seeds. **BMC Microbiology**, v.23, n.343, 2023.

TOGHUEO, R.M.K. Bioprospecting endophytic fungi from Fusarium genus as sources of bioactive metabolites. **Mycology**, v.11, n.1, p.1-21, 2019.

WATKINS, R. R. and VAN DUIN, D. Current trends in the treatment of pneumonia due to multidrug-resistant Gram-negative bacteria. **F1000Research**, v.8, p.F1000, 2019.

WANG, Z., WANG, L., PAN, Y., ZHENG, X., LIANG, X., SHENG, L., ZHANG, D., SUN, Q. and WANG, Q. Research advances on endophytic fungi and their bioactive metabolites. **Bioprocess and Biosystems Engineering**, v.46, p.165-170, 2023.

ZHANG, D., SUN, W., XU, W., JI, C., ZHOU, Y., SUN, J., TIAN, Y., LI, Y., ZHAO, F. and TIAN Y. Antimicrobial and Cytotoxic Activity of Endophytic Fungi from Lagopsis supina. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, v.33, p.543-55, 2022.

ZHANG X.G., GUO, S.J., WANG, W.N., WEI, G.X., MA, G.Y. and MA, X.D. Diversity and Bioactivity of Endophytes From Angelica sinensis in China. **Frontiers in Microbiology**, v.11, n.1489, 2020.

EFEITO DO PROCESSO DE TERMORRETIFICAÇÃO EM MADEIRAS NATIVAS

ALVES, K. C. F.^{1*}, SILVA, A. S.¹, COSTA, M. R. N.² & PEREIRA, K. R. M.³

1. Graduandas de Bacharelado em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre;
2. Engenheira Florestal, Mestre, Universidade Federal do Acre;
3. Engenheira Florestal, Doutora, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: kelce.alves@sou.ufac.br

Este estudo avaliou as propriedades colorimétricas de quatro espécies de madeira nativa da Amazônia — Amarelão (*Euxylophora paraensis*), Cedro Rosa (*Cedrela odorata*), Samaúma (*Ceiba pentandra*) e Tauari-branco (*Couratari oblongifolia*) — antes e após a termorretificação e a exposição a intempéries. O objetivo foi compreender como essas condições influenciam a coloração das madeiras, contribuindo para a valorização estética e funcional. A metodologia envolveu a caracterização física e colorimétrica das amostras, foi utilizado o espectrofotômetro Chroma CR-5. Para medir com precisão as coordenadas L*, a*, b*, representando respectivamente a luminância, a tonalidade vermelha-verde e a tonalidade amarela-azul. As amostras foram expostas ao intemperismo por 60 dias no Parque Zoobotânico da Universidade Federal do Acre (UFAC), e submetidas ao tratamento térmico em laboratório, com temperaturas de até 200°C. A análise dos resultados indicou que o Amarelão apresentou maior luminância e saturação amarela na ausência de tratamento térmico, mas ambas foram reduzidas após a termorretificação. Ao observar o Cedro Rosa verificou-se que sua coloração natural teve alteração razoável. Já a Samaúma evidenciou um escurecimento significativo e redução na saturação de cor, enquanto o Tauari-branco manteve estabilidade na coloração, com variações mínimas mesmo após o tratamento. A importância deste estudo reside na possibilidade de adaptar o tratamento térmico conforme as características específicas de cada espécie, melhorando não apenas a estabilidade dimensional, mas também a aparência estética. Tais ajustes são cruciais para o desenvolvimento de produtos de madeira com maior valor agregado, especialmente em mercados que demandam qualidade visual e resistência às condições climáticas. Este trabalho não contribui apenas para a conservação e uso sustentável das madeiras nativas da Amazônia, como também oferece diretrizes práticas para a indústria madeireira.

Palavras-chave: Madeira nativa, Colorimetria, Termorretificação e Intempéries.

RESISTÊNCIA DE MADEIRAS TRATADAS COM PRODUTOS DE ACABAMENTO À DEGRADAÇÃO POR FUNGOS

MARTINS JUNIOR, F. J. F.^{1*}, PRADO, L.S.² & RIBEIRO, P. G.³

1. Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ciência Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;
2. Doutoranda, Programa Bionorte, Universidade Federal do Acre;
3. Docente, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: fernandofernandesjrac@gmail.com

A madeira é amplamente utilizada em diversas aplicações, mas enfrenta desafios como biodeterioração, radiação ultravioleta e variações de umidade, que comprometem sua durabilidade, especialmente em ambientes externos. A resistência natural da madeira depende de características intrínsecas da espécie, como teor de extrativos fenólicos, que podem atuar como preservativos naturais. Fungos são os principais agentes de deterioração, sendo classificados em emboloradores, manchadores e apodrecedores, com destaque para os basidiomicetos, que causam podridões branca e parda. Do ponto de vista comercial, madeiras de maior durabilidade natural são preferidas em relação à outras. Entretanto, é necessário considerar a alta diversidade de espécies madeireiras. Em Rio Branco, Acre, apenas 15 espécies são exploradas e comercializadas. Nesse cenário, são necessários estudos sobre outras espécies madeireiras com resistência natural aos fatores bióticos e abióticos, com a finalidade de apresentá-las como alternativas às espécies tradicionais. Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar a resistência de quatro espécies madeireiras à deterioração por fungos após tratamento com produtos de acabamento. A resistência de quatro espécies madeireiras tratadas com selador e verniz foi avaliada utilizando campo de apodrecimento para simular as condições naturais de deterioração. Amostras de madeira das espécies *Aspidosperma* sp., *Martiodendron* sp., *Apuleia leiocarpa* e *Dipteryx odorata* foram tratadas com selador e verniz e parcialmente enterradas no campo de apodrecimento durante dois anos. Para a identificação dos fungos incidentes nas madeiras, as amostras foram coletadas e passaram por limpeza e incubação em câmara úmida até o desenvolvimento das estruturas fúngicas. Fragmentos dos fungos foram isolados e cultivados em meio BDA para identificação. Os fungos isolados foram inoculados em amostras de madeiras das espécies avaliadas. A avaliação considerou a eficácia dos tratamentos químicos por meio de avaliação da perda de massa. Os experimentos foram conduzidos no delineamento inteiramente casualizado, e os dados foram analisados com detecção de outliers (Grubbs) e verificação dos pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett). Após isso, foi utilizada a ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). O verniz possibilitou maior resistência ao ataque de fungos. Houve a incidência de apenas duas espécies de *Trichoderma*. Além disso, *Dipteryx odorata* foi a espécie que apresentou maior resistência mesmo sem tratamento com os produtos de acabamento. O tratamento químico preservativo demonstra ser uma estratégia viável para aumentar a durabilidade da madeira. Adicionalmente, estudos sobre espécies pouco exploradas são essenciais para ampliar seu uso no mercado.

Palavras-chave: Biodeterioração, *Trichoderma*, Preservação, Durabilidade e Verniz.

BIODIVERSIDADE DAS PLANTAS BIOATIVAS IDENTIFICADAS EM ÁREA URBANA PÚBLICA EM RIO BRANCO, ACRE

VELÁQUEZ, A. L. C.^{1*}, LIMA, P. F.¹, NASCIMENTO, G. S.², NOGUEIRA, M. O. C.²,
PETERS, L. P.³ & SILVA, B. K. A.³

3. Mestrandas Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;

2. Graduandos em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre;

3. Docentes, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: ana.velasquez@sou.ufac.br

Este estudo investigou a diversidade de plantas bioativas nos bairros Tucumã e Rui Lino de Rio Branco, Acre, localizados na Amazônia Sul-ocidental, objetivando analisar seu impacto com relação a fatores ambientais e sociais. A pesquisa buscou identificar quais espécies estão presentes nesses espaços e compreender como características do meio urbano influenciam sua distribuição. A área da pesquisa foi delimitada em cinco zonas a partir da configuração do tecido urbano e a proximidade com o Parque do Tucumã, no qual foi realizado uma coleta de dados em campo com identificação botânica das espécies utilizando guias taxonômicos e registros fotográficos. Foram identificadas ao total 50 espécies distribuídas em 27 famílias botânicas, classificadas como alimentícias, medicinais e de bioatividade dupla. Este estudo revelou uma correlação direta entre a biodiversidade das plantas e fatores ambientais e sociais, como a presença de hortas comunitárias e áreas verdes ripárias. As zonas próximas ao Igarapé São Francisco apresentaram maior biodiversidade de plantas, tendo como hipótese o fator das condições favoráveis de solo. Essas áreas destacaram-se por abrigarem espécies espontâneas e frutíferas com grande valor ecológico e funcional, evidenciando a relevância de fragmentos de áreas verdes para o aumento da biodiversidade local. Por outro lado, zonas mais urbanizadas, como áreas com maior impermeabilização do solo e ausência de espaços verdes, demonstraram redução significativa na diversidade de espécies, reforçando os impactos negativos da ausência de planejamento. A pesquisa enfatiza a importância de integrar a flora nativa nos projetos de planejamento urbano, incluindo estratégias de paisagismo produtivo para regenerar os ambientes valorizando as espécies locais e auxiliando nos serviços ecossistêmicos. Os resultados também sugerem que a interação comunitária e o manejo local influenciam diretamente na composição da paisagem urbana, criando espaços mais resilientes e favoráveis à biodiversidade. Porém é notável como existe a falta de reconhecimento do valor e da importância das plantas no cotidiano, e de como elas podem contribuir para a saúde e o bem-estar da população, reforçando a relação entre ecologia urbana e qualidade de vida.

Palavras-chave: Ecologia urbana, Plantas alimentícias, Plantas medicinais, Saúde urbana e Paisagismo produtivo.

AVALIAÇÃO DE PARQUES LINEARES AMAZÔNICOS: ANÁLISE DA PAISAGEM COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE GESTÃO

ARAÚJO, L. M.¹

1. Mestra em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, São Paulo, Brasil.

* E-mail: lais.medeiros@unesp.br

As ocupações de áreas ambientalmente protegidas levam a importantes questões ambientais e sociais, tornando-se um problema comum entre as cidades amazônicas brasileiras. Como medida para recuperação dessas áreas, o poder público tem adotado a implantação de parques lineares com a remoção dos assentamentos irregulares e reintegração dessas áreas ao ambiente urbano mediante a criação de espaços para lazer, esportes, cultura, entre outros. Entretanto, a gestão desses parques tem se tornado um desafio, uma vez que faltam diretrizes e políticas públicas para sua conservação. Nesse sentido, este trabalho propõe um olhar para a gestão de parques lineares, notadamente daqueles implementados na Amazônia, utilizando a análise da paisagem para compreender suas características e propor soluções. Toma-se como estudo de caso o Parque da Maternidade, primeiro parque linear urbano implantado na Amazônia brasileira, em 2002. A pesquisa fundamentou-se em uma revisão bibliográfica sobre conceitos e funções de parques lineares amazônicos e na coleta de informações em órgãos públicos sobre o Parque da Maternidade. Foi desenvolvido um plano de avaliação propondo indicadores compatíveis com as estruturas, serviços e espaços esperados para um parque linear amazônico. Esses indicadores foram categorizados em meios físico, biótico e antrópico, e foram avaliados em campo por meio de observação visual, em períodos seco e chuvoso. Os indicadores do meio físico analisaram solo, água e clima; os do meio biótico, elementos de fauna e flora; e os do meio antrópico, as estruturas e os espaços construídos. A aplicação do plano de avaliação no Parque da Maternidade apontou variações das condições dos indicadores, sendo encontradas tanto situações de elevada vulnerabilidade, degradação e impactos ambientais negativos em toda sua extensão, como também condições satisfatórias pontuais. O meio físico apresentou maior vulnerabilidade: processos erosivos, deposição de sedimentos, resíduos sólidos e poluição hídrica foram observados em 100% dos locais. O meio biótico apresentou locais com boa diversidade e densidade vegetal, embora algumas áreas demandem recuperação e monitoramento de fauna. Já o meio antrópico revelou condições precárias, como infraestrutura urbana deteriorada, edificações e mobiliário degradados e calçadas sem acessibilidade. A avaliação geral revelou um diagnóstico que aponta problemas de monitoramento e conservação. Além disso, apontou melhoria das condições do parque no período chuvoso. A metodologia se mostrou viável, ao passo que esse diagnóstico poderá subsidiar a criação de diretrizes que apoiarão um plano de gestão, constituído por programas estratégicos para a resolução e mitigação dos problemas, podendo ser aplicada a outros parques lineares amazônicos.

Palavras-chave: Amazônia, Áreas de preservação permanente, Infraestrutura verde, Qualidade urbana e Recuperação ambiental.

FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS DO PARQUE ZOOBOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

NEVES, I. P. S.^{1*}, NOGUEIRA, J. A.^{1*}, LIMA, G. G.¹, AUGUSTO, C. S.¹, HONÓRIO, M.¹, SANTOS, I. O.¹ & REIS S.M.²

1. Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre;

2. Docente, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: isesnevesbio@gmail.com, janaina2075@gmail.com

Os fungos são organismos decompositores, sendo um dos reinos mais importantes para a homeostasia dos ecossistemas. Dentro deste grupo encontram-se os entomopatogênicos, responsáveis por parasitar uma vasta diversidade de artrópodes. São comumente chamados de fungos zumbis e desempenham um equilíbrio ecológico significativo, atuando também no controle biológico de pragas agrícolas, ganhando valor comercial no setor do agronegócio. Nosso objetivo foi avaliar a riqueza de fungos entomopatogênicos do Parque Zoobotânico (PZ) da Universidade Federal do Acre (UFAC) sob as coordenadas 9°57 '07.7 "S 67°52' 17.0"W. Realizamos as coletas nas trilhas principais e adjacentes do PZ, vasculhando entre a serrapilheira e observando folhas, caules e galhos de plantas vivas, durante o período de outubro de 2023 a fevereiro de 2024, totalizando 15 visitas ao campo, com média de 3h por visita. Identificamos os indivíduos coletados em laboratório com a utilização de um estereomicroscópio trinocular para analisar as características morfológicas relevantes. Identificamos os fungos com base na morfologia externa, com auxílio da literatura específica e de um especialista, sendo possível diferenciar morfológicamente os gêneros *Ophiocordyceps* spp. e *Cordyceps* spp.. Todas as espécies encontradas serão devidamente encaminhadas para o Herbário da UFAC, sendo gerada uma lista para estudos na área da biotecnologia. Registramos 16 espécimes, divididos entre as famílias com mais indivíduos, sendo elas Ophiocordycipitaceae (9,7%), Clavicipitaceae (3,2%) e Cordycipitaceae (1,8%). Os hospedeiros infectados foram: larvas de besouros (Coleoptera), formigas (Hymenoptera), grilo (Orthoptera) e percevejo (Hemiptera). A família mais abundante (Ophiocordycipitaceae) é constituída por um grupo de natureza monofilética e a atividade deste microrganismo no interior do hospedeiro faz com que ele expresse o fenótipo estendido, modificando o comportamento do indivíduo infectado. Isso faz com que a formiga suba até uma determinada altura e como último ato de sua vida elas mordem o tecido foliar e ficam fixadas por causa desta ação. Os indivíduos encontrados no Parque Zoobotânico mostram a riqueza e diversidade pesquisada. Além disso, o trabalho representa um importante estudo para compreender as relações ecológicas entre fungos e hospedeiros, gerando dados e lista de espécies para subsidiar estudos biotecnológicos e conhecimento da diversidade de entomoparasitas.

Palavras-chave: Diversidade, Fungos entomoparasitas, Amazônia Sul-Occidental, Ophiocordycipitaceae e Clavicipitaceae.

POTENCIAL ENZIMÁTICO E ANTAGONISTA DE FUNGOS DO GÊNERO *Trichoderma* E *Gliocladium* PARA SUPRIMIR O FITOPATÓGENO *Moniliophthora perniciosa*

MARTINS JUNIOR, F. J. F.^{1*}, CARVALHO, C. M.² & PETERS, L.P.²

1. Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;

2. Docentes, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: fernando.junior@sou.ufac.br

A Amazônia abriga cerca de 50% da biodiversidade global e, devido a sua vastidão, um grande potencial socioeconômico permanece inexplorado por ser ainda desconhecido. Diante disso, tem-se a necessidade de explorar os recursos naturais com potencial tecnológico, como é o caso dos fungos que habitam a rizosfera do cacaueteiro para o controle biológico. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade de enzimas hidrolíticas dos fungos dos gêneros *Trichoderma* e *Gliocladium* isolados da rizosfera do cacaueteiro (*Theobroma cacao*), bem como analisar a capacidade antagônica desses fungos para suprimir o fitopatógeno *Moniliophthora perniciosa*. Para isso, os fungos foram isolados da rizosfera de cacaueteiros nos estados do Acre (Cruzeiro do Sul – monocultivo) e Rondônia (Nova Califórnia - uma área com plantio de cacaueteiro consorciada com bananeira e café). Posteriormente, os fungos foram isolados por meio de diluição seriada e cultivos em meio BDA (batata, dextrose, ágar) e TSM (meio seletivo para *Trichoderma*). Em seguida, os fungos foram agrupados em morfoespécies com base em suas características macromorfológicas e identificados a nível de gênero por meio de microcultivos. Os fungos foram submetidos a ensaios enzimáticos utilizando meios mínimos para as enzimas celulase, lipase, amilase e protease, assim como para a análise da solubilização de fosfato, os resultados foram considerados positivos com a formação de halo translúcido ao redor da colônia fúngica. O ensaio de confronto direto com o patógeno *M. perniciosa* foi realizado em placas de Petri com meio BDA com plugs de 5 mm a 3 cm de distância do fitopatógeno *M. perniciosa*, as placas foram incubadas a 28 °C por 7 dias, sendo o patógeno inoculado com cinco dias de antecedência no meio. Os dados foram analisados por meio de ANOVA e teste de ScottKnott a um nível de significância de 0,05. Um total de 67 fungos foram recuperados da rizosfera do cacaueteiro, os quais foram agrupados em 30 morfoespécies. A enzima mais produzida pelos fungos foi a lipase (43,3%), enquanto a celulase (20%) apresentou a menor taxa de produção. Cerca de 8 (26,6%) apresentaram a capacidade de solubilizar fosfato inorgânico. Todos os fungos apresentaram inibição do crescimento do patógeno superior a 60%. Esses resultados indicam que, mesmo sendo de gêneros diferentes, os fungos dos gêneros *Trichoderma* e *Gliocladium* possuem mecanismos eficientes para o controle de fitopatógenos. Portanto, fungos que habitam a rizosfera do cacaueteiro são potenciais agentes de biocontrole do fitopatógeno *M. perniciosa*.

Palavras-chave: Rizosfera, Cacaueteiro e Lipase.

PRODUÇÃO DE CONÍDIOS DO FUNGO ENDOFITICO *Trichoderma tawa* EM RESÍDUOS DA CASCA DO CUPUAÇU

CAVALCANTE, I. I. S¹., AMORIM, S. D¹., MARTINS JUNIOR, F. J. F²., PRADO, L. S²., MACEDO, T.F³., CARVALHO, C.M⁴. & PETERS, L.P.⁴

1. Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre;
 2. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre;
 3. Cooperativa RECA;
 4. Docentes, Universidade Federal do Acre.
- *E-mail: irisizabel.tk@gmail.com

O fungo *Trichoderma* é amplamente utilizado como agente de controle biológico em sistemas produtivos agrícolas e florestais, sendo seus esporos cultivados em meio sólido, como em grãos de arroz. Entretanto, esse substrato apresenta um custo elevado, enquanto resíduos de agroindústrias continuam sendo descartados sem aproveitamento prévio. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento da esporulação do fungo endofítico *Trichoderma tawa* em resíduos de cupuaçu (casca), comparado ao arroz parboilizado, que é utilizado como padrão. O resíduo de cupuaçu foi obtido da cooperativa RECA (Nova Califórnia, RO). Primeiramente, o fungo *T. tawa* foi reativado em meio BDA, e inoculado nos substratos previamente esterilizados e mantidos sob condições controladas de temperatura (28°C) e umidade. Após o período de 14 dias em saco de papel desidratando foi feito o processamento em liquidificador industrial. Para a quantificação dos conídios, os mesmos foram retirados e diluídos em água destilada e quantificados em câmara de Neubaer. Já a viabilidade dos conídios foi realizada avaliando a germinação em meio BDA. Cada tratamento teve três repetições. Os resultados obtidos demonstraram que o tratamento com cascas de cupuaçu permitiu o crescimento de *T. tawa* sem a presença de contaminação por outros microrganismos, assegurando a pureza do bioproduto. A concentração de conídios por mL foi de 10⁶ no tratamento com as cascas de cupuaçu, evidenciando a eficácia desse resíduo como substrato na produção de conídios do fungo endofítico *T. tawa*. Dessa forma, a fermentação sólida com casca de cupuaçu mostrou-se eficaz no crescimento e esporulação do fungo, destacando-se como uma alternativa promissora para a produção de bioinsumos estáveis e duradouros.

Palavras-chave: Esporos Fúngicos, Controle Biológico, Viabilidade Fúngica, Bioinsumo.

ISOLAMENTO DE FUNGOS DE COMPOSTEIRA COM POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE CELULASE

ASSIS, N.S.M.^{1*}, PETERS, L.P.², CARVALHO, C.M.³

1. Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre;
2. Centro de Ciências da Saúde e do Desporto, Universidade Federal do Acre;
3. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre.

* Email: nicolle.assis@sou.ufac.br

A produção de enzimas para uso laboratorial e industrial tem sido amplamente estudada desde a Segunda Guerra Mundial. Essas enzimas são empregadas em diversas áreas, como na fabricação de biocombustíveis, no acabamento de tecidos na indústria têxtil e como aditivos em rações para animais de corte. No contexto industrial, as enzimas de origem microbiana despertam maior interesse, pois os microrganismos podem ser geneticamente manipulados e apresentam rápido crescimento por meio de fermentação. Além disso, a produção de enzimas microbianas não é afetada pela sazonalidade, ao contrário das enzimas de origem vegetal, que demandam processos mais complexos de extração e purificação. Assim, o objetivo deste estudo foi isolar fungos com potencial de produção de celulase a partir de composteiras. Foram coletados 10 amostras de solo de 3 a 5 cm de profundidade de composteiras em diferentes estágios de decomposição na Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos (UTRE) de Rio Branco, Acre, Brasil. 2 g de cada amostra de solo foram diluídas em solução salina e 200 µL das concentrações 10^{-2} e 10^{-3} foram espalhados em placas com meio contendo carboximetilcelulose (CMC) como única fonte de carbono e incubadas a 28 °C por 3 dias. Colônias distintas foram purificadas em placas de Petri contendo meio Batata-Dextrose-Ágar (BDA) e posteriormente inoculadas em tubo contendo meio BDA. A identificação foi realizada pela análise das características macromorfológicas (forma, textura, cor, produção de pigmento) e micromorfológicas, com observação de hifas e estruturas reprodutivas em lâminas. Foram isolados 111 fungos, identificando 8 morfoespécies: 7 *Aspergillus* sp. e 1 *Penicillium* sp. Sendo *Aspergillus* sp. 1 (33), *Aspergillus* sp. 2 (30), *Aspergillus* sp. 3 (18), *Aspergillus* sp. 4 (12), *Aspergillus* sp. 5 (7), *Aspergillus* sp. 6 (5), *Aspergillus* sp. 7 (3) e *Penicillium* sp. 1 (3). Verificou-se que 45% dos microrganismos isolados são provenientes da primeira composteira, que se encontrava nos estágios iniciais ou em fase mesofílica do processo de decomposição, essa abundância cai nos estágios subsequentes possivelmente devido ao processo de revira (aeração da massa de composto) que impacta fortemente a estrutura e a composição da microbiota. Diante do exposto podemos concluir que a geração de enzimas a partir de microrganismos é de vital importância para a indústria de síntese enzimática devido sua facilidade de produção. *Aspergillus* sp. foi o gênero encontrado com a maior frequência entre as amostras, previsível no contexto devido seu amplo reconhecimento na produção de celulases. Além disso, o estudo demonstra que as composteiras são um ambiente rico em microrganismos com alta atividade enzimática, sendo uma fonte promissora de agentes microbiológicos que podem ser utilizados para a biossíntese de catalisadores de interesse comercial como celulose.

Palavras-chave: Resíduos Agroindustriais, *Aspergillus*, *Penicillium* e Síntese enzimática.

SELEÇÃO DE FUNGOS AUTÓCTONES PARA BIOTRATAMENTO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO DA CIDADE DE RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

YUNES, L. E.^{1*}, PETERS, L.P.²; CARVALHO, C.M³

1. Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre.
 2. Professora do Centro de Ciências da Saúde e do Desporto. Universidade Federal do Acre;
 3. Professora do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza. Universidade Federal do Acre.
- * clarice.carvalho@ufac.br

O lixiviado de aterro sanitário, resultado da degradação de resíduos sólidos, geralmente são considerados tóxicos, apresentando ameaças potenciais ao meio ambiente e aos ecossistemas circundantes, sendo o tratamento biológico utilizado devido ao seu baixo custo econômico e impactos ambientais. Assim, o objetivo deste trabalho é selecionar fungos autóctones para biotratamento de lixiviado de aterro sanitário da cidade de Rio Branco, Acre, Brasil. O lixiviado foi coletado nas três lagoas na Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Rio Branco, e o isolamento dos fungos feito pela inoculação de 100 µL de lixiviado em meio BDA com cloranfenicol, incubadas a 28 °C por até 30 dias. As colônias fúngicas foram purificadas, utilizando a técnica de estria por esgotamento, e posteriormente transferidas para tubos contendo meio BDA. Os fungos foram organizados em morfoespécies, e identificados pela análise de suas características morfológicas. Para o biotratamento, foram transferidos 10 plugs medindo 20 mm de diâmetro para Erlenmeyer de 1L contendo 800 mL do lixiviado e incubado por 7 dias a 28 °C sem agitação. Posteriormente, foram realizadas as análises de pH, turbidez, condutividade, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do lixiviado pós-tratamento. Foram isolados 132 fungos das 3 lagoas de lixiviado, sendo 86 (65%) da lagoa anaeróbica, 10 (8%) da facultativa e 36 (27%) de maturação, organizados em 48 morfoespécies. O gênero *Aspergillus* foi o mais isolado com 59%, seguido de *Curvularia* (6,1%), *Penicillium* (3,8%), *Cladosporium* e *Fusarium* com 1,5% cada, e *Acremonium*, *Bipolaris*, *Paecilomyces* e *Phomopsis* tiveram 0,75%, e os fungos que não produziram estrutura reprodutiva, micélio estéril, tiveram 25,6%. Nos ensaios de biotratamento, foram analisadas 10 morfoespécies fúngicas, todas mantiveram o pH, turbidez e DQO na faixa aceitável, e em relação DBO os fungos *Paecilomyces* sp.1 e *Aspergillus* sp. 8, melhoraram a qualidade do lixiviado, por diminuir 60% o valor da DBO em relação ao controle. O lixiviado de aterro sanitário de Rio Branco apresenta diversidade de fungos sendo os mais frequentes *Aspergillus*, *Curvularia* e *Penicillium*. Dentre os fungos autóctones analisados para biotratamento de lixiviado duas morfoespécies apresentaram respostas promissoras, *Paecilomyces* sp. 1 e *Aspergillus* sp. 8.

Palavras-chave: Aterro sanitário, Lagoa de lixiviado, *Aspergillus*, *Curvularia* e *Penicillium*.

CARACTERIZAÇÃO DE FUNGOS DO GÊNERO *Trichoderma* ISOLADOS DE SOLO DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CIDADE DE RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

CAVALCANTE, A.V. F.^{1*}, PETERS, L. P.² & CARVALHO, C. M.²

1. Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre

2. Docentes, Universidade Federal do Acre

* E-mail: ana.vivyan@sou.ufac.br

A agricultura brasileira enfrenta desafios crescentes de sustentabilidade devido à dependência de insumos químicos e seus impactos ambientais. O uso de controle biológico representa uma solução sustentável, promovendo a redução de pesticidas químicos. Fungos do gênero *Trichoderma* são reconhecidos como agentes de controle biológico devido à sua capacidade de suprimir patógenos e estimular o crescimento das plantas. Assim, este trabalho teve por objetivo isolar e caracterizar fungos do gênero *Trichoderma* a partir de amostras de solo coletadas na Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos (UTRE) de Rio Branco, Acre, Brasil. Foi realizada a coleta de 20 amostras de solo, sendo 10 de composteira e 10 de aterro sanitário. Para o isolamento, 2 g de solo foram homogeneizados em 18 mL de solução salina (NaCl 0,9%) e agitados a 120 rpm por 30 minutos a 28 °C. Após decantação, diluições seriadas até 10^{-3} foram preparadas, e 200 μ L da 10^{-3} diluição de cada amostra foram inoculadas nos meios de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA), *Trichoderma* Selective Medium (TSM) e Ágar Base Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol (DRBC), com 300 μ L de cloranfenicol 100mg/mL para inibir o crescimento bacteriano. As placas foram incubadas a 28 °C por até 30 dias. As colônias com características morfológicas típicas de *Trichoderma* foram purificadas no meio BDA utilizando a técnica de estrias por esgotamento, armazenados em óleo mineral esterilizado e água destilada. A identificação do gênero do fungo foi feita pela análise macromorfológica, utilizando a técnica de repique de 3 pontos sendo avaliadas à cor, textura, forma e produção de pigmentos após inoculação em BDA e incubação a 28 °C por 7 dias, e para análise micromorfológica, foi realizado microcultivo em lâminas com os meios BDA e aveia, seguido de coloração com azul de lactofenol e observação as estruturas reprodutivas e comparada a literatura específica. Foram isolados cinco fungos que foram identificados morfolologicamente como *Trichoderma* sp. Assim, foi evidenciando o potencial de áreas com impacto ambiental como fonte de microrganismos com potencial para o controle biológico, contribuindo para a expansão de práticas agrícolas sustentáveis e preservação ambiental.

Palavras-chave: Controle biológico, Fungos antagonistas e Sustentabilidade.

INATURALIST COMO FERRAMENTA PARA PROMOÇÃO DA CIÊNCIA CIDADÃ E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE FUNGICA, RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

SANTOS, I. O.^{1*}, SILVA, C. G.², ALENCAR, J. N.², CARVALHO, C. M.³, SILVEIRA, M.³

1. Mestrando no Programa de Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;
 2. Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre;
 3. Docentes, Universidade Federal do Acre.
- * E-mail: isaacoliveira.tk@gmail.com

A plataforma iNaturalist.org, criada em 2008, surgiu como um projeto de mestrado na Universidade da Califórnia, Berkeley, sendo amplamente usada por cientistas e cidadãos para divulgar a biodiversidade e auxiliar na identificação de espécies. Ao ser utilizado de acordo com suas finalidades mediante eventos, tal como a Grande BioBlitz do Hemisfério Sul (GSB), é indispensável para rápidos e intensos levantamentos da biodiversidade local por meio de observações de plantas, animais e fungos. Assim, este trabalho teve por objetivo analisar dados das observações e registros fotográficos da biodiversidade e de dados da Funga, a partir das diferentes edições dos eventos da Grande BioBlitz do Hemisfério Sul realizados pelo iNaturalist, entre os anos de 2020 a 2023 no município de Rio Branco, Acre, Brasil. Utilizou-se dados gerais de participações nos eventos da GSB entre os anos de 2020 a 2023 e de registros da Funga especificamente. Foi avaliada as variáveis número de observação, espécie identificada, identificador e participante de cada edição. Para análise estatística, usou-se o teste não paramétrico de qui-quadrado seguido do teste exato de Fisher ao nível de 5% de significância. Foi obtido nos eventos da GSB médias anuais de 16 observadores, 395 observações, 216 espécies identificadas e 147 identificadores. Em 2021, foi contabilizado aumento de 12,9% de observações em relação a 2020, com 4,3% a mais de espécies registradas, 1,7% identificadas e um aumento de 160% de observadores. Foi observado através dos dados da Funga, um total de 100 observações, 32 espécies identificadas, 28 identificadores e 31 observadores. As espécies mais observadas durante o evento foram: *Trametes sanguinea* (10 observações), *Hexagonia hydroides* (7), *Lentinus crinitus* (5), *Lentinus crinitus* (5), *Leucocoprinus cretaceus* (4), *Pluteus* sp. (3), *Psathyrella* sp. (2), *Agrocybe retigerida* (2), *Earliella scabrosa* (1), *Lycoperdon* sp. (1) e *Cymatoderma caperatum* (1). Foi observada uma diferença estatística significativa entre as categorias gerais ao longo dos anos. Para dados da Funga, não houve diferença significativa entre as categorias ao longo dos anos, sendo confirmados pelo teste exato de Fisher. A participação da sociedade nos projetos de ciência cidadã da GSB, impacta diretamente no registro de imagens científicas da natureza, sendo necessário mais engajamento nas promoções de eventos de ciência cidadã, tanto pelos agentes organizadores dos eventos regionais, quanto pelas instituições de pesquisa, ensino e extensão do estado do Acre, contribuindo para divulgação científica da biodiversidade local.

Palavras-chave: Divulgação científica, BioBlitz, Macrofungos, *Trametes sanguinea* e *Hexagonia hydroides*.

SELEÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS COM POTENCIAL BIODEGRADADOR DE PLÁSTICO PET

DA SILVEIRA, D. C.^{1*}, PETERS, L.P.² & CARVALHO, C. M.³

1. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre;
 2. Docentes, Universidade Federal do Acre.
- E-mail: daniele.silveira@sou.ufac.br

Produtos plásticos são amplamente utilizados em embalagens, resultando em 4,9 bilhões de toneladas de resíduos em aterros sanitários. Métodos convencionais de tratamento, como reciclagem e incineração, geram resíduos ambientais. A biorremediação com fungos oferece uma solução ecologicamente amigável e desempenha um papel crucial na degradação de materiais. Enzimas fúngicas, como lipase, esterase, protease, lacase, peroxidase e cutinase, são essenciais na biorremediação de plástico PET. Assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar fungos de solos da Amazônia com potencial de biodegradação de plástico PET. Dez amostras de solo foram coletadas da Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos de Rio Branco, Acre, Brasil, peneiradas e pesadas. Cada amostra foi suspensa em uma solução de NaCl 0,9%, agitada a 120 rpm a 28 °C por 1 hora. Foram inoculados 200µL da diluição 10^{-3} de cada tratamento em meio de lipase, contendo tween como única fonte de carbono. Os isolados foram purificados em meio Batata-Ágar-Dextrose (BDA) e preservados em água destilada esterilizada e óleo mineral. Para identificação, fungos semelhantes foram agrupados em morfotipos e identificados por microcultivo em meio BDA e Aveia para observar as estruturas reprodutivas. A habilidade dos fungos em produzir enzimas foi testada em meios específicos. Enzimas como lipase, esterase e protease foram identificadas através da formação de halos de degradação. Os ensaios de lacase foram realizados em triplicata e em meio líquido, sendo realizado análise espectrofotométrica. 127 fungos foram isolados e agrupados em 32 morfoespécies, pertencentes aos gêneros *Aspergillus* (33%), *Penicillium* (32%), *Trichoderma* (15,2%), *Cunninghamella* (6,3%), *Fusarium* (1,8%), *Curvularia* (0,9%), *Bipolaris* (0,9%) e N.I. (9,9%). Os fungos com atividade enzimática foram *Aspergillus* (4.1218) para protease e lacase, *Aspergillus* (4.1646, 4.1652), *Penicillium* (4.1642, 4.1524, 4.1239), *Cunninghamella* (4.1641) para lacase e *Aspergillus* (4.1205) para protease. Os resultados indicam uma diversidade de fungos com potencial enzimático para a biodegradação de plásticos, ressaltando a importância da biorremediação como uma abordagem sustentável para a gestão de resíduos plásticos.

Palavras-chave: Lipase, Lacase, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Trichoderma*.

A VALIDAÇÃO DE *PRIMERS* ESPECÍFICOS A *Moniliophthora perniciosa* PARA DIAGNÓSTICO PRECOCE DA DOENÇA

SILVA, E. V. A.^{1*}, SOUZA, V. L.¹, PRADO, L. S.², RODRIGUES, T. S.², CARVALHO, C. M.³ & PETERS, L. P.³

1. Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre;

2. Engenheira Florestal, Universidade Federal do Acre;

3. Docentes, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: erica.vitoria@sou.ufac.br

O fungo basidiomiceto *Moniliophthora perniciosa* é o agente causador da vassoura-de-bruxa em cupuaçuzeiro e cacaueiro, causando perdas consideráveis na produtividade das culturas, afetando a parte social e econômica dos agricultores. Este estudo teve como objetivo validar a especificidade e sensibilidade de conjuntos de *primers* para o fungo *M. perniciosa*. Para o isolamento, vassouras-secas foram coletadas em Bujari (AC) e Nova Califórnia (RO). Os basidiomas coletados foram desinfetados, seccionados e cultivados em meio BDA, os quais foram incubados a 28 °C por 10 dias. O DNA foi extraído usando o método CTAB 3% e quantificado em Nanodrop. A amplificação do DNA foi realizada por PCR com três conjuntos de *primers* (MP01, MP02 e MP03), testando diferentes concentrações e condições e posteriormente, os produtos da amplificação foram submetidos à eletroforese em gel de agarose 2%. As análises indicaram que a concentração ideal de *primers* foi de 0,4 µM, uma vez que em comparação, concentrações de 0,2 µM e 0,3 µM não amplificaram para vários isolados de *M. perniciosa*, enquanto a concentração de 0,5 µM falhou em amplificar para qualquer amostra. A especificidade dos *primers* foi confirmada ao comparar com amostras dos gêneros *Ceriporia* sp., *Eutypella* sp. E *Trametes pavonia* com *M. perniciosa*. Os resultados do teste de sensibilidade para todos os conjuntos de *primers* revelou que foi possível detectar com sucesso as concentrações de 100 ng, 10 ng e 1 ng de DNA, no entanto, concentrações inferiores a 1 ng não foram detectáveis. Portanto, o estudo conclui que entre os *primers* testados, o conjunto de *primers* Mp01 foi o mais eficaz, apresentando resultados satisfatórios em todos os ensaios realizados, já o conjunto de *primers* Mp03 não amplificou quatro amostras e gerou bandas de DNA mais fracas. Por outro lado, o conjunto de *primers* Mp02 apresentou o pior desempenho tanto na padronização quanto no teste de sensibilidade, com baixa eficiência na amplificação do DNA. Assim, a rápida detecção e identificação de *M. perniciosa* é crucial para a implementação de um diagnóstico eficaz da doença, contribuindo assim, para os programas genéticos de melhoramento do cupuaçu na Amazônia.

Palavras-chave: Vassoura-de-bruxa, Cupuaçuzeiro, Amazônia e PCR.

ABELHAS-DAS-ORQUÍDEAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS MADUROS E FLORESTAS PRIMÁRIAS

SILVA, A. R. O.^{1*}, SOUZA, M. E. S.¹, ARAÚJO, L. B.², COSTA, A. G.³ & MORATO, E. F.⁴

1. Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre;
2. Mestranda, Universidade Federal do Acre;
3. Graduanda, Instituto Federal do Acre;
4. Docente, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: adrya.silva@sou.ufac.br

Os sistemas agroflorestais (SAFs) correspondem a uma forma de uso da terra, nos quais espécies arbóreas são utilizadas em associação com cultivos agrícolas. SAFs em estado maduro promovem a biodiversidade e estabilidade da produção. As abelhas da tribo Euglossini, conhecidas por abelhas-das-orquídeas, têm grande importância, uma vez que polinizam orquídeas e uma grande diversidade de plantas nativas e cultivadas. Além de seu papel funcional, esses insetos podem atuar como bioindicadores de conservação. O objetivo deste trabalho foi verificar a abundância, riqueza e composição dessas abelhas em sistemas agroflorestais maduros e florestas primárias localizadas em Etipaciolândia e Brasiléia, Acre. As amostragens ocorreram em dois SAFs maduros e três florestas primárias. As abelhas foram coletadas mediante o uso de armadilhas confeccionadas com garrafas PET, as quais foram abastecidas com substâncias odoríferas atrativas. Adicionalmente, foi realizada uma coleta manual, utilizando iscas e rede entomológica. A temperatura e umidade do ar e a luminosidade foram medidas através de um multímetro. Os insetos coletados foram identificados e acondicionados no Laboratório de Ecologia de Insetos (UFAC). Os dados foram analisados através do teste de Kruskal-Wallis, coeficiente de similaridade de Bray-Curtis e teste t para o índice de diversidade H' . Uma matriz de similaridade foi correlacionada (r_s) com uma matriz de distância espacial entre as áreas amostrais. Foram coletadas 254 abelhas de 39 espécies, sendo as mais abundantes *Eulaema cingulata* (31,1%), *Eulaema meriana* (21,2%) e *Euglossa orellana* (5,5%). Florestas apresentaram maior abundância e riqueza que os SAFs. Entretanto, não houve diferença entre os índices de diversidade (H'). A temperatura e umidade não diferiram entre as áreas, exceto a luminosidade, que apresentou valores mais elevados na floresta. A Floresta Primária I e o SAF Maduro I apresentaram maior semelhança na composição de espécies (53,3%), enquanto a Floresta Primária II e o SAF Maduro II registraram a menor (22%). As áreas de floresta foram mais semelhantes entre si, e o SAF Maduro II apresentou a menor similaridade com as demais. A distância geográfica não explicou a semelhança na composição. Portanto, a similaridade da fauna de abelhas nas áreas deve estar mais relacionada à semelhança das mesmas em relação à idade ou estrutura da vegetação. Os resultados sugerem que a riqueza e a diversidade das assembleias de abelhas do SAF maduro são semelhantes às da floresta primária. Assim, abordagens que contemplem SAFs de diferentes idades podem revelar aspectos muito interessantes sobre a comunidade desses polinizadores e suas funções nesses ecossistemas.

Palavras-chave: Hymenoptera, Polinizadores, Diversidade e Bioindicadores.

POTENCIAL DE BIOINDICAÇÃO DAS ABELHAS EUGLOSSINI (HYMENOPTERA, APIDAE) EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, PASTAGENS E FLORESTAS PRIMÁRIAS: UMA ABORDAGEM COMPARATIVA DE USOS DA TERRA

ARAÚJO, L. B.^{1*}, SILVA, A. R. O.², SOUZA, M. E. S.², COSTA, A. G.³ & MORATO, E. F.⁴

1. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre;

2. Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre;

3. Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Acre;

4. Docente, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: laurabaymaaraujo@gmail.com

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) consistem em um modo de produção alternativo cujo manejo potencializa a produção agrícola e simultaneamente contribuem na manutenção da biodiversidade, uma vez que a combinação de componentes arbóreos nativos e cultivados proporcionam processos essenciais de restauração e ciclagem de nutrientes. Assim, os SAFs representam uma estratégia de uso sustentável da terra. As abelhas-das-orquídeas constituem um dos principais organismos prestadores do serviço da polinização na região Neotropical. Além disso, possuem conhecido potencial como bioindicadores de áreas conservadas. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a abundância de abelhas-das-orquídeas em sistemas agroflorestais jovens, pastagens e florestas primárias e explorar a influência dos fatores microclimáticos dessas áreas sobre as abelhas. O trabalho foi conduzido em três áreas de floresta primária, pastagens e sistemas agroflorestais jovens (2 e 6 anos) na Reserva Extrativista Chico Mendes, sudeste do estado do Acre. As abelhas-das-orquídeas foram amostradas em expedições realizadas em 2023 e 2024 através de conjuntos de armadilhas de PET abastecidas com sete tipos de substâncias odoríferas atrativas. Simultaneamente, a temperatura e umidade do ar e a luminosidade foram mensuradas por meio de um multímetro nas áreas amostrais. A abundância de abelhas e os fatores microclimáticos das áreas foram comparados através do teste de Kruskal-Wallis. Foram coletados 469 indivíduos pertencentes a quatro gêneros. A abundância de abelhas não diferiu significativamente entre o SAF jovem e a floresta primária. Entretanto, foram encontradas diferenças entre floresta e pastagem e entre SAF jovem e pastagem. Essas divergências podem ser explicadas pelo fator paisagem dado a proximidade das áreas de SAFs com manchas de floresta. A temperatura do ar não apresentou diferença significativa entre os ambientes amostrados. Porém, a umidade relativa do ar foi significativamente menor na pastagem e a luminosidade menor na floresta. A maioria dos gêneros foi coletada nas diferentes áreas. Entretanto, *Exaerete* mostrou-se mais restrita à floresta e *Eulaema* foi o gênero predominante na pastagem. Os resultados sugerem que os SAFs mesmo que ainda jovens, apresentam condições adequadas para a atividade de abelhas quando comparados com a pastagem. Portanto, essas abelhas possuem potencial como bioindicadores de áreas com diferentes tipos de uso e grau de conservação. Nesse sentido, a ampliação dos estudos da relação SAFs e abelhas-das-orquídeas pode compreender informações pertinentes para a conservação da biodiversidade e aprimoramento do uso sustentável de terras.

Palavras-chave: Abelhas-das-orquídeas, Polinização, Sustentabilidade e Agropecuária.

VESPAS PARASITOIDES E PREDADORAS COMO BIOINDICADORES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE DIFERENTES IDADES

SOUZA, M. E. S.^{1*}, SILVA, A. R. O.², ARAÚJO, L. B.³, COSTA, A. G.⁴ & MORATO, E. F.⁵

1. Graduanda, Universidade Federal do Acre;
2. Graduanda, Universidade Federal do Acre;
3. Mestranda, Universidade Federal do Acre;
4. Graduanda, Instituto Federal do Acre;
5. Doutor, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: maria.e.s.souza@sou.ufac.br

Os sistemas agroflorestais (SAFs) consistem em um sistema de cultivo sustentável que se baseia em uma combinação de árvores e culturas agrícolas de ciclo curto promovendo a biodiversidade, vários serviços ecossistêmicos, além da estabilidade de produção e renda familiar, representando uma estratégia de regeneração e recuperação de áreas degradadas. Os insetos da ordem Hymenoptera abrangem grupos diversos com um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas terrestres, como as vespas que compreendem espécies parasitoides, sociais e solitárias, sendo responsáveis pelo controle biológico de pragas. Contudo, podem ser muito sensíveis aos efeitos do desmatamento. Este trabalho objetivou verificar se a ocorrência de vespas parasitoides, predadoras solitárias e sociais é dependente da idade e estrutura física de SAFs e se a ocorrência desses insetos está associada com os fatores microclimáticos das áreas amostrais. Os insetos foram coletados mediante o emprego de armadilhas Malaise que operaram por 3-4 dias em áreas de floresta (controle), SAF novo, SAF maduro e SAFs implantados em áreas desmatadas ao longo de um igarapé (APPs). Através de um multímetro foram obtidos os valores de temperatura e umidade do ar e luminosidade. Após a amostragem, os insetos foram triados e acondicionados no Laboratório de Ecologia de Insetos da UFAC. Ao todo, foram coletados 644 indivíduos, sendo 537 parasitoides (83,4%), 73 vespas sociais (11,3%) e 34 (5,3%) vespas solitárias. Houve maior abundância de parasitoides (65,9%) e vespas sociais (58,9%) em áreas de floresta e SAF maduro. Em contrapartida, maior registro de vespas solitárias ocorreu em SAFs de áreas de regeneração (85,3%). Houve uma correlação positiva entre a abundância de parasitoides e de vespas sociais nas áreas. O contrário ocorreu entre ambos os grupos e as vespas solitárias. Nas áreas de SAFs mais jovens a temperatura e a intensidade luminosa foram mais elevadas e a umidade relativa do ar foi menor. Os resultados sugerem que a variação da abundância desses insetos é explicada, em parte, pela estrutura da vegetação, idade e microclima das áreas. Parasitoides e vespas sociais podem ser mais sensíveis a menor cobertura florestal das áreas mais jovens e, portanto, potenciais bioindicadores de áreas mais conservadas, maduras e com maior complexidade estrutural da vegetação. Por outro lado, espécies de vespas solitárias podem ser bioindicadores de áreas mais abertas e jovens. Estudos aprofundados revelarão, certamente, outras facetas destes insetos e seu papel funcional no controle biológico natural em sistemas agroflorestais.

Palavras-chave: Hymenoptera, Controle biológico, Inimigos naturais e Microclima.

PARASITOS ZOOTICOS ENCONTRADOS EM *Cuniculus paca* (LINNAEUS, 1766) NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

VASCONCELOS, V.S.^{1*}, DIAS W. N.², GOMES A. P.C³ & RAMOS, D. G. S⁴

1. Doutorando em Ciência Animal pelo Programa de Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazonia Ocidental, Universidade Federal do Acre;
2. Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre;
3. Mestranda pelo programa de Biociência Animal, Universidade Federal de Jatai;
4. Docente, Universidade Federal de Jatai.

* E-mail: victor.vasconcelos@ufac.br

A paca (*Cuniculus paca*, Linnaeus, 1766) é um roedor cinegético amplamente distribuído na América do Sul, sendo uma importante fonte de proteína animal para povos originários, comunidades tradicionais e populações amazônicas. Seu consumo está enraizado em práticas culturais e, muitas vezes, é essencial para a subsistência local. No entanto, *C. paca* pode hospedar parasitas zoonóticos, apresentando riscos à saúde humana. Este estudo visou diagnosticar parasitas zoonóticos em pacas consumidas na Amazônia Ocidental, contribuindo para a segurança alimentar e manejo sustentável da espécie. As vísceras utilizadas foram doadas por caçadores voluntários, que as descartariam após o abate. Foram analisadas vísceras de 30 indivíduos de *C. paca*, identificando-se 85 espécimes de *Trichuris* sp. e 4 de *Physaloptera* sp.. O gênero *Trichuris* inclui espécies com potencial zoonótico, capazes de causar gastrite, enterite crônica e úlceras graves. Já *Physaloptera* sp. tem poucos registros zoonóticos, mas há relatos de infecção humana. Ambas as infecções ocorrem pela ingestão de ovos ou larvas infectantes: *Trichuris* é adquirido a partir do substrato contaminado durante a alimentação do animal, enquanto *Physaloptera* é transmitido pelo consumo acidental de artrópodes que atuam como hospedeiros intermediários. Destaca-se que as infecções não decorrem do consumo direto da carne crua ou mal-cozida, mas sim do contato com as carcaças e vísceras durante o preparo. Além disso, a prática de destinar restos de carcaças aos cães domésticos pode gerar um ciclo de transmissão de patógenos, ampliando a exposição da população local a parasitas e perpetuando zoonoses. Essa dinâmica ressalta a necessidade de compreender os riscos associados às práticas locais e de propor estratégias para mitigá-los. Este estudo reforça a importância de investigar os parasitas zoonóticos associados à fauna consumida, contribuindo para a segurança alimentar e para a conservação no contexto amazônico. Além disso, amplia o entendimento sobre a ecologia de parasitas em espécies cinegéticas e destaca a relevância de ações integradas entre saúde pública, conservação ambiental e valorização cultural. A conscientização sobre os riscos e a educação sanitária podem reduzir a exposição a patógenos, promovendo o equilíbrio entre subsistência, segurança alimentar e preservação cultural na Amazônia Ocidental.

Palavras-chave: Animais Cinegéticos, Nematoides, Saúde Pública, *Trichuris* sp. E *Physaloptera* sp.

INFLUÊNCIA DOS EVENTOS CLIMÁTICOS DE EL NIÑO E LA NIÑA EM UMA ÁREA DE FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

MELO, J. L. M. B.^{1*}, BANDEIRA, A. J. B.¹, BRAGA, D. G. F.¹, SILVA, G. H. G.¹,
PADILHA, J.¹, SILVA, A. K. M.², VILANOVA, R. S.³ & DELGADO, R. C.⁴

1. Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre;
2. Mestranda em Ciência Florestal, Universidade Federal do Acre;
3. Doutora em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Acre;
4. Docente, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: beniciojose85@gmail.com

A região amazônica é uma grande extensão florestal com alta biodiversidade tendo papel fundamental na regulação climática e hidrológica global. Todavia, essa região está ameaçada devido às mudanças climáticas, agravadas por eventos associados ao El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Diante desse cenário, o presente estudo objetiva identificar a variável meteorológica que mais influencia a dinâmica da vegetação durante esses eventos, utilizando o Índice de Vegetação Aprimorado (EVI - Enhanced Vegetation Index). A área de estudo corresponde à floresta situada na Colônia Boa Vista, localizada no município de Rio Branco, caracterizada como Floresta Ombrófila Aberta. Os dados EVI foram obtidos a partir do produto MOD13Q1, disponibilizado pela plataforma NASA Earth Data. Na análise, foi utilizado o software RStudio (versão 4.3.3), empregando a biblioteca MODISTools. As variáveis meteorológicas: umidade relativa (UR), precipitação (Prec) e temperatura média (tavg) do ar foram adquiridas do conjunto de dados BR-DWGD, sendo extraídos para a área de estudo utilizando o RStudio (versão 4.3.3) e uma célula de grade gerada no software Quantum GIS (QGIS) versão 3.28. Os períodos de El Niño de 2014-2016, La Niña de 2020-2021 e Neutralidade de 2012-2014 foram usados no estudo. Para análise da relação das variáveis meteorológicas com o EVI, foi gerada uma matriz de correlação pelo método de Spearman no software RStudio (versão 4.3.3). Foi observado que, durante o período de El Niño, o EVI apresentou correlação positiva com a tavg e a Prec, com coeficientes de 0,46 e 0,13, respectivamente. Entretanto, a UR apresentou correlação negativa de -0,24. Na La Niña, há correlações positivas para a Prec e a UR, com coeficientes de 0,36 e 0,25, respectivamente, enquanto a tavg exibiu uma correlação negativa de -0,04. Durante o período de neutralidade, houve correlações positivas entre o EVI e as variáveis tavg e Prec, com coeficientes de 0,28 e 0,31, respectivamente, enquanto a UR apresentou correlação de -0,11. Esses resultados se devem às características destes eventos. Durante o El Niño, há maior incidência de luz resultante da redução da cobertura de nuvens, favorecendo a relação positiva com o EVI. Enquanto na La Niña, há aumento da disponibilidade de cobertura de nuvens e água precipitável pode explicar as correlações positivas com o EVI. Na neutralidade, observa-se equilíbrio entre as variáveis, caracterizando o estudo como base para pesquisas acerca do comportamento vegetacional e respectiva resposta a eventos climáticos extremos, permitindo melhor compreensão da dinâmica ecológica e fomento de estratégias de manejo e conservação.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Eventos de ENOS, EVI, Variáveis meteorológicas e Matriz de Correlação.

ESTIMATIVA DE VAZÃO MÍNIMA DE MANANCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE SAA DO MUNICÍPIO DE EPITACIOLÂNDIA, AMAZÔNIA OCIDENTAL

BRITO, Y.D.^{1*}, LOPES, A.B.G.², MOREIRA, J.G.M.V.³, SERRANO, R.O.P.³ & TAMWING, D. S.⁴

1. Mestrando em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;

2. Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Universidade Federal do Acre;

3. Docentes, Universidade Federal do Acre;

4. Mestre em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, SANEACRE.

* E-mail: yves.brito@sou.ufac.br

As pressões antrópicas sobre os rios amazônicos, devido à ocupação desordenada e desenvolvimento econômico não sustentável, afetam diretamente o ciclo hidrológico da região. A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/1997) defende a gestão integrada dos recursos hídricos, com a bacia hidrográfica como unidade territorial. A região Norte do Brasil enfrenta desafios no abastecimento de água potável, com destaque para o Acre, onde em 2024 foi declarado estado de emergência devido à escassez hídrica. A seca comprometeu o abastecimento em municípios como Epitaciolândia, impactando a qualidade e a quantidade da água disponível, afetando diretamente setores econômicos. O monitoramento das variáveis hidrológicas e a compreensão da dinâmica das bacias são essenciais para a gestão eficiente dos recursos hídricos e para a tomada de decisões em políticas públicas. O objetivo deste trabalho foi realizar uma estimativa da vazão escoada superficialmente em cenários sazonais de baixa pluviosidade e verificar se a suficiência em relação à demanda do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do município de Epitaciolândia. A delimitação da bacia foi realizada com o software QGIS, utilizando imagens do modelo digital de elevação (MDE) do SRTM. Dados de precipitação foram obtidos na plataforma Hidroweb, estação pluviométrica 1168002, em Cobija, Bolívia. A vazão foi calculada com base no volume de chuva (Q90) utilizando o método do hidrograma unitário. Para calcular a demanda, foi considerado o consumo per capita de 200L/dia, baseado no censo de 2022 e no Plano Municipal de Saneamento Básico. A bacia do Igarapé Encrenca possui 29,38 km² e baixa densidade de drenagem (1,92 km/km²). Seu relevo plano e declividade inferior a 0,01 m/m retardam a resposta de vazão, favorecendo a infiltração e diminuindo a erosão superficial. A vazão de pico da bacia, calculada pelo método do hidrograma unitário, é de 0,85 m³/s/mm. O tempo para a ocorrência da vazão de pico é de 7 horas, com o tempo de base de 19 horas. O sensoriamento remoto permitiu estimar a vazão em locais sem dados contínuos, auxiliando na gestão hídrica. A metodologia do hidrograma unitário estimou a vazão para captação, mas estudos adicionais são necessários para avaliar a viabilidade de abastecimento, considerando perdas e anomalias climáticas. Nos cenários de maior escassez hídrica, a bacia apresentou vazão de pico de 0,005 m³/s para chuvas de 10 minutos e 0,032 m³/s para 60 minutos. A demanda de abastecimento de Epitaciolândia, com 13.190 habitantes, foi de 0,031 m³/s, próxima à vazão de pico de 60 minutos.

Palavras-chave: Recursos hídricos, Geoprocessamento, Bacia hidrográfica e SAA.

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE, USO E OCUPAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ REDENÇÃO, ACRE, BRASIL

**BRITO, Y.D.^{1*}, LOPES, A.B.G.², CARVALHO, C. M.³, ARAÚJO, G. L.¹, SERRANO, R. O.
P.³, MOREIRA, J.G.M.V.³, SILVA, C. A.⁴**

1. Mestrando em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;
 2. Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Universidade Federal do Acre;
 3. Docentes, Universidade Federal do Acre;
 4. Doutor em Genética e Melhoramento, UEMASUL.
- * E-mail: yves.brito@sou.ufac.br

Fatores naturais e a atividade antrópica podem gerar degradação e perda do solo, acarretando erosões e assoreamento de corpos hídricos. A vulnerabilidade de uma bacia hidrográfica à perda de solo afeta diretamente a disponibilidade hídrica. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a vulnerabilidade natural à perda de solos, uso e ocupação na bacia hidrográfica do Igarapé Redenção, Acre, Amazônia Ocidental Brasileira. A delimitação da bacia do Igarapé Redenção foi realizada utilizando imagens do modelo digital de elevação (MDE) do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). A análise da vulnerabilidade natural à perda de solos foi realizada seguindo a metodologia proposta por Crepani utilizando ferramentas de geoprocessamento, e para o mapeamento do uso e ocupação do solo foram utilizados os dados disponíveis na plataforma online MapBiomas. A vulnerabilidade está diretamente ligada à capacidade do ambiente lidar com interações externas e os fatores causadores dessas interações podem ser naturais ou antrópicos, indicando a suscetibilidade decorrente da exposição ao risco, alterações ambientais e incapacidade de adaptação. Para fatores naturais, como a geologia, o grau de suscetibilidade pode variar de acordo com o grau de coesão das partículas das rochas. Para fator geomorfológico, as áreas mais vulneráveis são as com maior inclinação. Para fator solos, fatores como estrutura do solo, tipo e quantidade das argilas, permeabilidade e profundidade do solo e a presença de camadas impermeáveis são determinantes para a vulnerabilidade. Para fator clima, altas pluviosidades aumentam a suscetibilidade à perda de solos. A bacia hidrográfica do Igarapé Redenção está inserida em uma bacia de solos arenosos e sedimentares, além de estar localizada em uma região de altos índices pluviométricos que auxiliam no carreamento de sedimentos. Junto a isso, a espacialização do uso e ocupação do solo na região mostrou predominância de classes com baixa densidade vegetal, como áreas de agropecuária, não vegetadas e formações vegetais não florestais. Têm-se indícios que a maior vulnerabilidade sofrida pela bacia de estudo advém das atividades antrópicas, principalmente do desflorestamento para utilização do solo em agropecuária. Além disso, apresenta vulnerabilidade originária de fatores intrínsecos à natureza do ambiente local e não modificáveis como geologia, geomorfologia e clima, que pode ser mitigada com o reflorestamento da área. Portanto, a bacia hidrográfica do Igarapé Redenção apresenta características que demonstram ser uma área vulnerável à perda de solos.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, PDI e Geoprocessamento.

ESTIMATIVA DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO

MOREIRA, J. G. V.^{1*}, IRURETA, O. O. A.², ARAÚJO, G. L.³, BRITO, Y. D.³, LOPES, A. B. G.³, NASCIMENTO, B. S.³ & NASCIMENTO, R. R.⁴

1. Doutor, Universidade Federal do Acre.
 2. Mestre, Universidade Federal do Acre.
 3. Mestrando(a), Universidade Federal do Acre.
 4. Doutor, Universidade Federal do Acre.
- * Email: genivaldofac@gmail.com

O tempo de concentração é um parâmetro hidrológico essencial para a estimativa de vazões de projeto e para a gestão de recursos hídricos. Trata-se do tempo de propagação de uma onda de cheia ao longo da bacia, isto é, o período em que toda a bacia hidrográfica leva contribuindo até o exutório. Este estudo estimou o tempo de concentração em 13 sub-bacias do Igarapé São Francisco, localizado no estado do Acre, utilizando as equações de Kirpich e de Ven te Chow. A análise foi realizada com base em imagens de satélite do Modelo Digital de Elevação (MDE) *Copernicus*, com resolução espacial de 30 m, e modelagem hidrológica no software HEC-HMS. Os resultados fornecem subsídios técnicos para o planejamento de sistemas de gestão hídrica em bacias hidrográficas de áreas vulneráveis a eventos hidrológicos extremos. Este trabalho contribui para a segurança hídrica e está alinhado à implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Palavras-chave: HEC-HMS, Tempo de concentração e Bacia do Igarapé São Francisco.

EFEITO DO CÁDMIO NO CRESCIMENTO DE DOIS GENÓTIPOS DE CACAUEIRO

VIGA, E. R.¹, SANTOS, V. B.² & SILVA, B. K. A.²

1. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;

2. Docentes, Universidade Federal do Acre.

*E-mail: erlangela.viga@sou.ufac.br

O estudo explora os efeitos do cádmio em dois genótipos distintos de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.), com foco na avaliação do crescimento das plantas. A pesquisa visou avaliar o efeito do cádmio no crescimento de duas variedades de cacau, uma melhorada (CEPLAC/EMBRAPA) e outra nativa (RECCA/NOVA CALIFORNIA), submetidas a tratamentos com e sem cádmio. O cádmio é um metal pesado tóxico, prejudicial ao crescimento e à fisiologia de muitas plantas, além de ser uma ameaça à saúde humana devido ao seu potencial de entrar na cadeia alimentar. O experimento foi conduzido em estufas da Universidade Federal do Acre, utilizando delineamento em blocos casualizados (DBC). As mudas foram monitoradas por 105 dias, e os dados obtidos incluíram medições periódicas de altura. Durante os primeiros 15 dias, as plantas tratadas com cádmio apresentaram maior altura em comparação às sem cádmio, mas, com o tempo, as diferenças foram reduzidas. Os resultados indicam que ambos os genótipos demonstraram capacidade de tolerar o estresse causado pelo cádmio por mecanismos a serem estudados futuramente. Estudos prévios destacam a importância da variação genética na tolerância ao cádmio e a importância de estratégias de manejo para mitigar os impactos desse metal. Este trabalho contribui para o entendimento do efeito do cádmio no crescimento em dois genótipos de cacaueiro, visando o melhoramento genético e a produção sustentável em solos contaminados. As próximas etapas do trabalho irão incluir análises do cádmio no solo e nos tecidos, clorofila, histologia, concentração de proteínas e avaliação da massa seca.

Palavras-chave: Metais pesados, Tolerância e *Theobroma cacao*.

MICROPLÁSTICOS REPRESENTAM PERIGO PARA A SAÚDE HUMANA? UMA ANÁLISE DO QUE ALGUNS PORTAIS DE NOTÍCIAS REPORTAM NO BRASIL

ANDRADE, L. G. Q.¹, SILVA, E. C. C.², CARVALHO, C. M.³, VIRGILO, L. R.³

1. Mestrando em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;

2. Bacharel em Engenharia Florestal, UFAC;

3. Docentes, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: gabrielluan79@gmail.com

A produção global de plásticos é dominada por polipropileno, polietileno, policropleto de vinila, poliestireno e polietileno tereftalato, representantes de 90% da demanda internacional. A presença de microplásticos no meio ambiente é uma preocupação crescente, exigindo medidas urgentes e maior visibilidade por meio dos portais de notícias. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a forma em que os microplásticos são noticiados, circunstâncias da presença no ambiente, associação com regiões ou partes do corpo humano e prejuízos para a saúde. Por meio de buscas no *Google News* com a temática “microplásticos em seres humanos”, foram selecionadas 82 notícias de sites brasileiros, excluindo conteúdos restritos a assinantes. Os critérios incluíram a menção de “microplásticos” ou “plástico” associados a órgãos, tecidos, células ou regiões do corpo humano no respectivo título da notícia. Dados qualitativos como título, link, região do corpo afetada, tipo de microplásticos e circunstâncias ambientais foram coletados. O estudo identificou 11 tipos de plásticos, com destaque para Polietileno tereftalato (PET) (34,14% - 28/82), Polipropileno (PP) (29,26% - 24/82) e Polietileno (PE) (26,82% - 22/82), encontrados em 30 regiões do corpo, como sangue (30,48% - 25/82), pulmões (29,26% - 24/82), cérebro (25,60% - 21/82) e placenta (19,51% - 16/82). Apenas 10,97% (9/82) das notícias abordaram a circunstância da presença de microplásticos no ambiente.

O presente estudo conclui que, é necessárias investigações mais aprofundadas analisando o potencial que o microplásticos pode representar para órgãos, tecidos ou partes humanas, principalmente aqueles que já foram expostos a outros organismos e apresentaram danos. A maneira em que os microplásticos são noticiados também devem ser modificadas, visto que o número de notícias encontradas foi baixo frente influência que a mídia possui.

Palavras-chave: Resíduos Plásticos, PET e Micropartículas.

EFEITO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ACÚMULO DA CAMADA DE SERAPILHEIRA NA RESERVA FLORESTAL HUMAITÁ

BARRETO, M. I.^{1*}, OLIVEIRA, F. N.², MARTINS, J. A. M.³ & REIS, S. M.⁴

1. Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre;
 2. Mestrando em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso;
 3. Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Acre.
 4. Bióloga, Universidade Federal do Acre.
- Email: ines.barreto@sou.ufac.br

A serapilheira desempenha um papel essencial na ciclagem de nutrientes e na manutenção da fertilidade dos solos na floresta amazônica, sendo crucial para a estabilidade ecológica. Porém, pouco se sabe sobre como os incêndios florestais afetam a espessura da camada de serapilheira em florestas acreanas. Nosso objetivo foi avaliar a espessura e o peso seco da camada de serapilheira em período chuvoso em florestas com e sem histórico de incêndio florestal. Realizamos as coletas em duas parcelas, uma que foi queimada em 2005 e uma área controle, no mês de novembro na Reserva Florestal Humaitá. Medimos a espessura da camada de serapilheira em 10 pontos em cada área com a ferramenta Marimon-Hay. Após a triagem, secamos as amostras em uma estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas e pesamos em uma balança analítica de precisão. Para comparar a espessura da camada de serapilheira nas duas parcelas, utilizamos teste t. Para compararmos o peso seco das amostras de serapilheira nas duas parcelas, utilizamos o teste de Wilcoxon. Na área queimada a espessura média da camada de serapilheira foi de $1,67 \pm 0,53$ cm, enquanto na área controle foi de $1,47 \pm 0,40$ cm. Não encontramos diferença significativa na espessura da camada de serapilheira entre as áreas ($t = -0,941$; $gl = 18$; $p = 0,359$). O peso seco teve valor médio de $17,4 \pm 6,31$ g na área queimada, ao mesmo tempo que na área não queimada o peso médio foi de $13,1 \pm 3,78$ g. Também não encontramos diferença estatisticamente significativa no peso seco entre as duas parcelas ($W = 24$; $p = 0,052$). Nossos achados indicam que as áreas apresentam similaridade nos parâmetros avaliados, uma vez que a área queimada há 19 anos pode ter se recuperado, considerando o tempo decorrido após o distúrbio. Com tudo, esses resultados preliminares são essenciais para entender como as perturbações impactam a produção de serapilheira e a ciclagem de nutrientes. Portanto, a continuidade do monitoramento anual para capturar a sazonalidade dos ambientes é essencial para avaliar as respostas a longo prazo da serapilheira às mudanças climáticas e aos impactos do manejo e das queimadas.

Palavras-chave: Floresta, Fogo, Queimadas, Matéria orgânica e Espessura da camada de serapilheira.

DEPRESSÃO PÓS-PARTO E FATORES ASSOCIADOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

SILVA, T. L. R.^{1,2*}, SILVA, I. C.M.², SILVA, P. B.², CARVALHO, C. M.^{1,3} & COSTA, R. S. L.²

1. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;
 2. Graduação em Enfermagem, Centro Universitário UNINORTE;
 3. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre.
- * E-mail: thaislauany.1@hotmail.com

A depressão pós-parto (DPP) se caracteriza como um transtorno psiquiátrico com várias repercussões negativas sobre a paciente, a criança e as relações familiares a literatura demonstra que esse transtorno pode durar vários anos, podendo trazer impacto negativo a criança, pois a mãe tem dificuldades quando a demanda de cuidados com o bebê. Pensando nisto, este estudo teve como objetivo analisar as evidências da depressão pós-parto e fatores associados, através de uma revisão integrativa. Para a realização deste estudo adotou-se uma metodologia de revisão integrativa da literatura, realizada através de um levantamento bibliográfico utilizando dados de fontes secundárias acerca da depressão e fatores associados. Foram analisados estudos publicados entre os anos de 2015 até o ano de 2024. Observou-se que os principais fatores de risco associados à depressão pós-parto são: insatisfação com a gravidez; história de depressão; abuso sexual e violência doméstica antes, durante ou após a gravidez; maior número de estressores vivenciados na vida; história de depressão pós-parto; baixo índice de saúde mental; depressão pré-natal; sofrimento emocional durante a gravidez e/ou parto; aleitamento por menos de seis meses e baixo índice de ômega 3. Os sinais indicativos de depressão pós-parto em puérperas são pouco utilizados na rotina assistencial, dificultando o diagnóstico precoce. Mediante a isso, o profissional que presta assistência a gestante deve deter o conhecimento acerca da dessa temática promovendo ações que envolvam acolhimento, cuidados e trocas sociais para prevenção deste possível transtorno mental.

Palavras-chave: Saúde mental, Diagnóstico precoce, Gravidez e Violência doméstica.

ANÁLISE DO EFEITO ANTITUMORAL DO EXTRATO DE GEOPRÓPOLIS DE *Melipona seminigra* DA AMAZÔNIA OCIDENTAL EM CÉLULAS HUMANAS

SABATINI, R.^{1*}, LIMA, I.M.S.² & MESCHIARI, C. A.³

1. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Universidade Federal do Acre;
2. Biomédico, Universidade Federal de Goiás;
3. Docente, Universidade Federal do Acre.

*E-mail: rafaella.sabatini@sou.ufac.br

Produtos provenientes de abelhas, como a geoprópolis, têm atraído atenção por suas propriedades biológicas. Neste estudo, avaliou-se o extrato hidroalcólico de geoprópolis de *Melipona seminigra* (EG) com os seguintes objetivos: analisar a composição fitoquímica da geoprópolis, avaliar sua atividade antitumoral em diferentes linhagens celulares de câncer humano e investigar seu potencial citotóxico e genotóxico. Foi realizada a caracterização fitoquímica colorimétrica dos compostos metabólitos secundários do EG. A atividade antitumoral foi avaliada em linhagens celulares de adenocarcinoma de mama (MCF-7 e MDA-MB-231), hepatocarcinoma (HepG2) e glioblastoma (U251), utilizando ensaios de proliferação celular relativa com brometo de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio (MTT) e contagem de células por microscopia automatizada tipo High-Content Screening (HCS). O efeito citotóxico e genotóxico foi analisado com o teste de raízes de *Allium cepa*. A análise estatística envolveu testes de Kolmogorov-Smirnov, ANOVA e testes post-hoc de Dunnett e Kruskal-Wallis, com significância estatística estabelecida em $p < 0,05$. A caracterização fitoquímica revelou a presença de ácidos fenólicos, fenóis, flavonoides, saponinas, taninos e terpenos. Nos ensaios de MTT, os resultados mostraram redução da proliferação relativa de MCF-7 a 1000 $\mu\text{g/mL}$ de EG ($60 \pm 7\%$) em comparação ao negativo (EG a 0 $\mu\text{g/mL}$, $100 \pm 5\%$) e em MDA-MB-231 a 500 $\mu\text{g/mL}$ ($82 \pm 3\%$) e 1000 $\mu\text{g/mL}$ ($61 \pm 4\%$) em comparação ao negativo ($100 \pm 5\%$). Nos ensaios por HCS, também foram observadas reduções na proliferação de MCF-7 a 500 $\mu\text{g/mL}$ ($60 \pm 33\%$) e 1000 $\mu\text{g/mL}$ ($29 \pm 9\%$) em comparação ao negativo ($100 \pm 10\%$), em HepG2 a 500 $\mu\text{g/mL}$ ($82 \pm 6\%$) e 1000 $\mu\text{g/mL}$ ($63 \pm 8\%$) em comparação ao negativo ($100 \pm 8\%$), e U251 a 1000 $\mu\text{g/mL}$ ($50 \pm 2\%$), comparado ao negativo ($100 \pm 8\%$). O EG demonstrou efeitos citotóxicos e genotóxicos no sistema *Allium cepa*, evidenciados por reduções no índice mitótico a 250 $\mu\text{g/mL}$ ($9 \pm 0,8\%$) e 500 $\mu\text{g/mL}$ ($10 \pm 0,2\%$) comparado ao negativo ($17 \pm 0,7\%$), além de aberrações cromossômicas, como aderências a 100 $\mu\text{g/mL}$ ($18 \pm 0,8\%$), 250 $\mu\text{g/mL}$ ($19 \pm 0,6\%$) e 500 $\mu\text{g/mL}$ ($20 \pm 5\%$), pontes a 50 $\mu\text{g/mL}$ ($14 \pm 3\%$), C-mitose a 100 $\mu\text{g/mL}$ ($8 \pm 4\%$), 250 $\mu\text{g/mL}$ ($9 \pm 4\%$) e 500 $\mu\text{g/mL}$ ($7 \pm 0,7\%$) e vagantes a 100 $\mu\text{g/mL}$ ($14 \pm 4\%$), 250 $\mu\text{g/mL}$ ($14 \pm 3\%$). Conclui-se que o extrato de geoprópolis de *Melipona seminigra* apresenta atividade antiproliferativa contra várias linhagens celulares de câncer, além de efeitos citotóxicos e genotóxicos.

Palavras-chave: Geoprópolis, Abelha sem ferrão, Compostos fenólicos, Câncer e Proliferação de células.

EFEITOS DA AYAHUASCA E SEUS COMPONENTES QUÍMICOS NA RESPOSTA IMUNOLÓGICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

MATOS, M.A.^{1*}, FRANÇA, W. S¹ & MENEGUETTI, D.U.O²

1. Discentes do Curso de Medicina, Universidade Federal do Acre;

2. Docente da Universidade Federal do Acre.

* E-mail: anthonymarcus099@gmail.com

A ayahuasca é um chá amazônico, utilizado desde a antiguidade por povos indígenas, cujo uso foi aderido no contexto urbano, formando religiões ayahuasqueiras. Dentre seus diversos efeitos, destacam-se os psicotrópicos, que causam aumento da percepção e sensibilidade dos indivíduos que a utilizam. Também foram relatados efeitos com potencial imunomodulador em diversos contextos inflamatórios, melhorando parâmetros de saúde. O objetivo do estudo foi descrever os efeitos da ayahuasca e seus componentes químicos na resposta imunológica. Trata-se de uma revisão sistemática da literatura onde foram realizadas buscas nas bases de dados, Biblioteca Virtual em Saúde, PUBMED, EMBASE, Web of Science e Google Scholar, seguindo os passos da recomendação Prisma. Descritores e seus sinônimos foram utilizados para “Humans”, “Animals”, “ayahuasca” e “Immune response” unidos por operadores booleanos. Foram aceitos estudos com humanos e animais, a seleção foi realizada em duas etapas por dois pesquisadores de maneira independente. A extração de dados se deu com instrumento criado para tal. Foram selecionados dezessete artigos em inglês, sendo quatro estudos com humanos e treze com animais. Foi encontrada uma associação positiva entre o uso da ayahuasca e a resposta imunológica, com ênfase para a redução de neuroinflamação, sepse, citocinas inflamatórias, depressão e ansiedade. Constatou-se que a ayahuasca possui efeitos imunomodulatórios positivos, com potencial para tratamento de diversas doenças inflamatórias e possibilidade de produção de potenciais fármacos para esse uso. Limitações relacionadas aos estudos devem ser consideradas, reforçando a necessidade de mais estudos com humanos.

Palavras-chave: Ayahuasca, Dimetiltryptamina, Harmina e Resposta imunológica.

REVISITANDO OS PROTOCOLOS DE ARMADILHAS PARA TRIATOMINAE (HEMIPTERA: REDUVIIDAE): UMA ANÁLISE DA DIVERSIDADE E EFICIÊNCIA METODOLÓGICA PASSIVA

SOUZA, R. V. N.^{1*}, MENEGUETTI, D. U. O.² & OLIVEIRA, J.³

1. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia, Universidade Federal do Acre;
2. Docente da Universidade Federal do Acre;
3. Laboratório Nacional e Internacional de Referência em Taxonomia de Triatomíneos, Instituto Oswaldo Cruz (IOC), Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

* E-mail: raylla.souza@sou.ufac.br

A doença de Chagas (DC) é uma infecção potencialmente fatal ocasionada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi*. Dentre as formas de transmissão do agente etiológico da DC, destaca-se a transmissão vetorial, caracterizada pela disseminação do *T. cruzi* através dos insetos hematófagos conhecidos como triatomíneos. A utilização de métodos de coletas passiva e ativa coopera com o norteamiento de medidas de vigilância entomológica e controle. Com isso, esse estudo teve por objetivo descrever técnicas de coletas passivas, que estão sendo utilizados para a captura de triatomíneos. Foi realizada uma Revisão Sistemática de Literatura, seguindo cinco etapas: fundamentação da hipótese; busca bibliográfica; seleção dos artigos; coleta de dados e síntese dos resultados. A busca bibliográfica em cinco bancos de dados, possibilitou encontrar 2.044 artigos, porém, somente 72 artigos foram selecionados. Os modelos de armadilhas com iscas, vivas ou não, foram os mais usados em buscas passivas de triatomíneo, sendo o modelo de armadilha de Noireau et al. (2002) o mais utilizado. Em contrapartida, poucas pesquisas utilizaram armadilhas luminosas passivas. As pesquisas tiveram prevalência em ambiente silvestre, do que em peridomicílio e domicílio. E os gêneros *Triatoma*, *Rhodnius*, *Eratyrus*, *Panstrongylus*, *Mepraia*, *Meccus* syn *Triatoma*, *Paratriatoma* e *Dipetalogaster* se destacaram com o uso desses métodos. As informações apresentadas nessa pesquisa, demonstram de forma mais detalhada sobre as armadilhas que estão sendo utilizadas na busca passiva de triatomíneos, podendo auxiliar demais pesquisadores em seus estudos epidemiológicos, se com base nesses resultados, optarem em utilizar algum método passivo apresentado ou darão preferência a metodologia ativa.

Palavras-chave: Doença de Chagas, Triatomíneos, Método de coleta passivo e Armadilhas.

CARACTERIZAÇÃO DE BROTOS DE *Guadua weberbaueri* PILGER PARA O USO ALIMENTAR NO MUNICÍPIO DE RIO BRANCO – ACRE

OLIVEIRA, J. B. V.^{1*}, MAIA, L. A.², PETERS, L. P.³, PONTE, S. M. A.⁴, AFONSO, D. G.⁵ & SILVA, D. V.^{6*}

1. Discente da Universidade Federal do Acre, Mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia;
 2. Bióloga. Professor na Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, AC, Brasil;
 3. Engenheira Agrônoma. Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC).
- * E-mail: deborah.vercoza@gmail.com

O bambu, pertencente à família das gramíneas e com ampla distribuição geográfica e variedade de espécies, possui uma matéria-prima versátil, com aplicações que vão desde a alimentação humana até a construção civil. Consumido em todo o mundo devido sua composição nutricional, o broto assemelha-se ao palmito e aspargo, sendo um alimento de fácil digestão. São amplamente aceitos no mercado oriental, ricos em nutrientes, proteínas vegetais, fibras, aminoácidos, cálcio, fósforo e vitaminas B1, B2 e C. Contudo, pouco se sabe sobre o potencial alimentar do broto da espécie *Guadua weberbaueri* Pilger. Diante disso, este projeto teve como objetivo descrever as características morfológicas de brotos de bambu de *G. weberbaueri* para fim alimentar no município de Rio Branco, Acre. As coletas foram realizadas em uma área de floresta primária, sendo definidos cinco tratamentos com dez repetições cada, baseados no comprimento dos brotos. O rendimento dos brotos foi calculado através dos dados da massa fresca total - MFT e massa fresca final - MFF após limpeza. Tratamentos utilizados foram, respectivamente: (T1) 30,0 a 40,0 cm; (T2) 40,1 a 50,0 cm; (T3) 50,1 cm a 60,0 cm; (T4) 60,1 cm a 70,0 cm; (T5) maior que 70,0 cm. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa em relação aos diâmetros de base e topo. Por outro lado, os dados revelaram diferença significativa para diâmetro de meio, sendo que T1 (3,2 mm) e T2 (3,3 mm) diferiram de T5 (4,1 mm). Para dados de MFT e MFF, os brotos menores T1 (0,239 kg) e T2 (0,254 kg) apresentaram MFT inferior aos demais. Já T5 (0,639 kg) apresentou massa fresca total e final superior aos demais, com MFF de T5 (0,139 kg), diferindo estatisticamente dos restantes. Para os dados de rendimento não foram encontradas diferenças significativas, embora existam variações nos valores absolutos de MFT e MFF. Conclui-se que os diferentes tratamentos aplicados nos brotos de *G. weberbaueri* não resultaram em variações significativas no rendimento final. Assim, o tratamento T1 é recomendado para fim alimentício devido maior rotatividade de colheita e melhor aproveitamento dos brotos em menor tempo.

Palavras-chave: Amazônia Sul Ocidental, bambu, brotos comestíveis e PANCs.

AGRICULTURA FAMILIAR E O PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR: UMA ANÁLISE DE RECURSOS DESTINADOS A COMPRA DE ALIMENTOS NO ACRE

LIMA, M.^{1*}, BARBOSA, J. T. de L.², ARAÚJO, A. A. de³, CARDOSO, I. V.⁴ & SANTOS, J. A.⁵

1. Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Acre;
2. Bióloga, Universidade Federal do Acre;
3. Engenheiro Agrônomo, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre;
4. Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Acre;
5. Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Acre.

* E-mail: malena.lima@sou.ufac.br

Historicamente, os agricultores familiares foram negligenciados pelo governo na aplicação de políticas públicas, o que dificultou seu acesso ao progresso tecnológico, que ocorreu de forma desigual no meio rural. Com a sanção da Lei nº 11.947, de 16 de julho de 2009 e a determinação de que, no mínimo, 30% dos recursos do FNDE fossem utilizados na compra de alimentos diretamente da agricultura familiar o PNAE passou a injetar recursos federais para oferecer alimentação escolar a estudantes a partir da compra da produção familiar. Desse modo, a realização de estudos sobre sistemas de produção familiar e a implantação de políticas públicas para promover a comercialização da produção familiar, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) têm impulsionado a economia desse setor. O objetivo desse trabalho foi analisar a execução do PNAE no Acre entre 2015 e 2022, destacando a importância dos atores sociais envolvidos. Foram levantados dados secundários sobre os recursos aplicados na compra de produtos da agricultura familiar para merenda escolar. Os resultados mostram que o PNAE movimentou R\$ 74.468.502,36 em compras da agricultura familiar no Acre. O aumento expressivo ocorreu a partir de 2018, com a implantação do projeto “mercados verdes e consumo sustentável”. No entanto, apenas 38% das entidades avaliadas cumpriram a meta mínima de 30% de aquisições da produção familiar, indicando a necessidade de fortalecer articulações interinstitucionais, incentivar aquisições e capacitar novos gestores no estado.

Palavras-chave: Merenda escolar, Pequeno agricultor e Mercados institucionais.

VARIAÇÃO DIÁRIA DE INTERAÇÕES ENTRE FORMIGAS E PLANTAS ENVOLVENDO NECTÁRIOS EXTRAFLORAIS

ARMES, I. M.^{1*}, BENTO, M. S² & MIRANDA, P. N.³

1. Graduado em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Acre;
2. Graduanda em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Acre;
3. Doutora em Ecologia, Instituto Federal do Acre.

* E-mail: italoarmes1@gmail.com

As formigas são frequentemente consideradas em estudos ecológicos devido às diferentes interações que estabelecem com planta. Algumas espécies de formigas protegem determinadas plantas contra insetos herbívoros ao se alimentarem de substância rica em carboidratos e aminoácidos, secretada por glândulas denominadas nectários extraflorais (NEFs). Estas interações são geralmente facultativas, e em ambientes altamente sazonais como o cerrado brasileiro, tende a ocorrer uma substituição diurna/noturna das espécies de formigas nos NEFs. Embora uma grande diversidade destas interações já tenha sido registrada na Amazônia, até o momento, nenhum estudo sobre possíveis variações composicionais de formigas nos NEFs ao longo do dia foi realizado. Para contribuir com esta lacuna no conhecimento, este estudo avaliou a variação diária destas interações em um fragmento de floresta localizado na Fazenda Experimental Catuaba, Senador Guimard, Acre, Amazônia Brasileira. Neste fragmento foram definidas nove parcelas de 150 x 10 m (1500 m²), distantes 500 m entre si. Nestas parcelas, foram marcados 15 indivíduos de plantas da família Fabaceae (gêneros *Bauhinia*, *Inga* e *Senegalia*) com NEFs ativos. Estas plantas foram monitoradas pela manhã (07h-11h), tarde (13h-17h) e noite (19h-23h). Em cada visita, foram realizadas anotações do número de formigas nos NEFs e coletas para identificação. A avaliação diária destas interações baseou-se na frequência de plantas em interação com formigas, no número de interações e na abundância, riqueza e composição de espécies de formigas nos NEFs. No período da noite foi detectada menor frequência de plantas em interação e menor número de interações que no período da tarde. À noite também foi registrada menor abundância de formigas nos NEFs em relação ao período da manhã. Estes parâmetros não diferiram entre manhã e tarde. A riqueza e a composição de espécies de formigas nos NEFs não diferiram entre os períodos, com 33% das plantas apresentando pelo menos uma espécie de formiga cujos indivíduos permaneceram nos NEFs nos três períodos. No entanto, à noite foi registrada uma maior substituição de espécies de formigas nestas glândulas. O padrão detectado possivelmente relaciona-se a uma variação diurna/noturna na secreção de néctar. Durante o dia o néctar extrafloral tende a ser mais concentrado devido a relação positiva entre luz e capacidade fotossintética. A maior substituição de espécies de formigas nos NEFs à noite indica uma estratégia de nicho, onde diferentes espécies de formigas aproveitam recursos em momentos distintos, reduzindo a competição interespecífica e garantindo a proteção das plantas contra herbívoros ao longo do dia.

Palavras-chave: Amazônia, Formicidae, Interações protetivas e Néctar extrafloral.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO NA FLORESTA ESTADUAL DO ANTIMARY: ANÁLISE DE MÉTODOS E CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS DO IPCC

MELO, J. L. M. B^{1*}, BANDEIRA, A. J. B. B¹, BRAGA, D. G. F¹, SILVA, G. H. G¹,
PADILHA, J¹, VILANOVA, R. S² & DELGADO R. C³

1. Graduando em Bacharelado em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Acre (UFAC).
 2. Doutora em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Acre (UFAC).
 3. Doutor em Meteorologia Aplicada, Universidade Federal do Acre (UFAC).
- * E-mail: italoarmes1@gmail.com

A floresta amazônica é a maior floresta tropical do mundo com a mais alta biodiversidade. Estudos de Evapotranspiração de Referência (ET_o) são de suma importância devido a sua influência no ciclo climático global. A evapotranspiração é a transferência de água do solo e das plantas para a atmosfera, desempenhando um papel crucial no sistema climático ao influenciar o ciclo hidrológico e as trocas de energia entre a superfície e a atmosfera. Na Amazônia, o conhecimento limitado sobre suas dinâmicas, e a ausência de estações meteorológicas, dificultam obter dados meteorológicos precisos, incluindo a ET_o. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência comparando-os ao método de Penman-Monteith (PM), para a área de estudo da Floresta Estadual do Antimary, com base em cenários futuros do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Para cálculo da ET_o utilizando o método padrão de PM e os métodos alternativos Irmak 1, Irmak 2, Alex e Hargreaves-Samani, foram empregados dados de temperatura mínima e máxima do ar extraídos da plataforma WorldClim, além de dados de velocidade do vento obtidos da plataforma Copernicus Climate Data. As resoluções espaciais dos dados observados são de 25 km para a temperatura e 9 km para o vento, abrangendo a faixa temporal de 1969 a 2021. Para os cenários futuros do IPCC (SSP 1-2.6, SSP 2-4.5, SSP 3-7.0 e SSP 5-8.5), com faixa temporal de 2021 a 2100, foram utilizadas as mesmas variáveis climáticas, obtidas com resoluções espaciais de 1 km e 250 km, respectivamente. Para extração de dados criou-se células de grade no software Quantum GIS (QGIS), versão 3.28 Firenze, que foram processadas no software RStudio, versão 4.1.2. Scripts desenvolvidos em linguagem R permitiram o cálculo da ET_o pelos métodos, além da realização de análises estatísticas, incluindo o coeficiente de correlação de Pearson (r), coeficiente de determinação (r^2) e erro padrão de estimativa (EPE). As estimativas de ET_o pelo método padrão PM mostraram valores mais baixos no cenário SSP 1-2.6 (67,83 mm d⁻¹) e mais altos no cenário SSP 5-8.5 (68,80 mm d⁻¹). Entre os métodos alternativos, o Irmak 2 apresentou maior correlação com o PM, com valores de correlação variando entre 0,997 e 0,999 e EPE entre 0,018 mm d⁻¹ e 0,027 mm d⁻¹ nos períodos analisados. De forma geral, todos os métodos alternativos estudados apresentaram boas correlações com o método PM, demonstrando sua aplicabilidade para estimativas de ET_o na região do Antimary.

Palavras-chave: Evapotranspiração, Ciclo hidrológico, Estatística, Sustentabilidade Ambiental e Scripts em R.

ORGANIZADORES

Berenice Kussumoto de Alcântara da Silva



Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade de São Paulo (USP) em 2007, com Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela mesma instituição em 2010. Obteve o título de Doutora pelo Programa Internacional em Biologia Celular e Molecular Vegetal, desenvolvido em parceria entre a USP e a *The Ohio State University* (OSU) em 2014. Atualmente, é professora adjunta na Universidade Federal do Acre (UFAC), atuando nas áreas de Anatomia Vegetal e Biotecnologia Florestal. Desde 2019, é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPG-CITA), e, na gestão de 2021 a 2023, atuou como Vice-Coordenadora do programa. Atualmente, ocupa o cargo de Coordenadora do PPG-CITA.

Leila Priscila Peters



Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007). Mestrado (2011) e doutorado (2016) em Ciências pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP) no programa de Genética e Melhoramento de Plantas. Realizou pós-doutorado pelo programa de Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPG-CITA), na Universidade Federal do Acre (UFAC). Atualmente, é professora adjunta na Ufac, atuando nas áreas de Genética e Bioquímica da Interação Planta-Microrganismos e Controle Biológico de Fitopatógenos. Desde de 2018, é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia (PPG-CITA) e atualmente, ocupa o cargo de vice-coordenadora do PPG-CITA.

Clarice Maia Carvalho



Possui graduação em Farmácia pela Universidade Federal do Amazonas (2000), Mestrado em Biotecnologia pela Universidade de São Paulo (2005) e doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (2010). É docente da Universidade Federal do Acre (UFAC) e professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia. É coordenadora do Laboratório de Microbiologia da Ufac, onde desenvolve pesquisas principalmente sobre o potencial biotecnológico de microrganismos da Amazônia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abelha sem ferrão: 93
Abelhas-das-orquídeas: 81 e 82.
Agropecuária: 82 e 87.
Animais cinegéticos: 84.
Antimicrobianos: 58, 59, 60 e 64.
Áreas de preservação permanente: 32 e 71.
Aterro sanitário: 76 e 77.
Ayahuasca: 94.

B

Bacia hidrográfica: 35, 86, 87 e 88.
Bambu: 96.
Biodeterioração: 48, 49 e 69.
Bioindicadores: 81, 82 e 83.
Bioinsumo: 74.
Biotecnologia: 58 e 72.
Broto comestíveis: 96.

C

Cacaueiro: 19, 21, 25, 27, 29, 73, 80 e 89.
Câncer: 93.
Clavicipitaceae: 72
Colorimetria: 68.
Compostos fenólicos: 93.
Controle biológico: 72, 73, 74, 77 e 83.
Cupuaçuzeiro: 58, 61, 64 e 80.
Curvularia: 76 e 79.

D

Diagnóstico precoce: 80 e 92.
Dimetiltriptamina: 94.
Divulgação científica: 78.
Doença de Chagas: 95.

E

Ecologia urbana: 70

El Niño: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16 e 85;

Endófitos: 58, 59 e 63.

Espessura da camada de serapilheira: 91.

Esporos fúngicos: 74.

F

Fogo: 91.

Formicidae: 98.

Fungos antagonistas: 77.

Fungos entomoparasitas: 72.

G

Geoprocessamento:

Geoprópolis:

Gravidez:

H

Harmina: 94.

Hexagonia hydroides: 78.

Hymenoptera: 72, 81, 82 e 83.

I

Infraestrutura verde: 32 e 71.

Inimigos naturais: 83.

Interações protetivas: 98.

L

Lacase: 79.

Lagoa de lixiviado: 76.

Lipase: 73 e 79.

M

Macrofungos: 78.

Madeira nativa: 68.

Matéria orgânica: 28 e 91.

Mercados institucionais: 97.

Merenda escolar: 97.

Metais pesados: 20, 26, 28, 29 e 89.

Microclima: 83.

Micropartículas: 90.

Mudanças climáticas: 7, 8, 16, 85 e 91.

N

Néctar extrafloral: 98.

Nematoides: 84.

O

Ophiocordycipitaceae: 72.

P

Paisagismo produtivo: 70.

Penicillium: 75, 76 e 79.

Pequeno agricultor: 97.

Physaloptera sp.: 84.

Plantas alimentícias: 70.

Plantas medicinais: 59 e 70.

Polinizadores: 81.

Proliferação de células: 93.

Q

Qualidade urbana: 71.

Queimadas: 91.

R

Recuperação ambiental: 32 e 71.

Recursos hídricos: 86 e 88.

Resíduos agroindustriais: 75.

Resíduos plásticos: 79 e 90.

Resposta imunológica: 94.

Rizosfera: 73.

S

Saúde mental: 92.

Saúde pública: 84.

Sensoriamento remoto: 7, 11, 16, 35, 85 e 86.

Síntese enzimática: 75.

Sustentabilidade: 77 e 82.

T

Tempo de concentração: 88.

Termorretificação: 68.

Theobroma cacao: 19, 21, 27, 73 e 89.

Trametes sanguinea: 78.

Triatomíneos: 95.

Trichuris sp.: 84.

V

Variáveis meteorológicas: 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16 e 85.

Vassoura-de-bruxa: 80

Verniz: 48, 49, 50, 51, 55 e 69.

Viabilidade Fúngica: 74.

Violência doméstica: 92.

REALIZAÇÃO



APOIO



PROPEG/UFAC



DOI: 10.35170/ss.ed.9786580261451