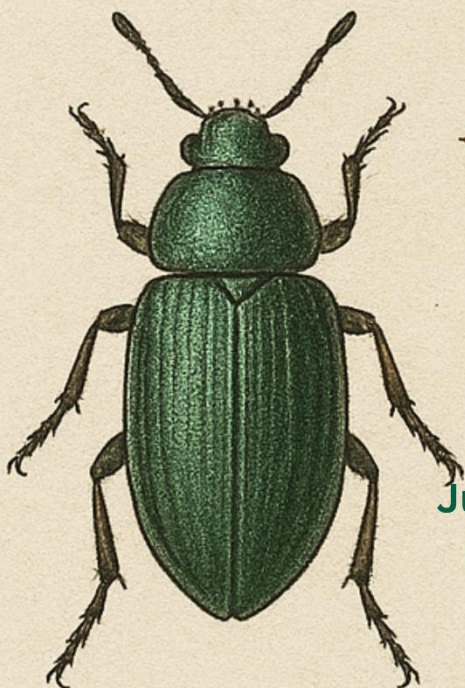


PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA

ASPECTOS GERAIS



Volume 4



Junielson Soares da Silva
Luanna Alves Miranda
Organizadores



 **Wissen**
editora
2025

PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA

ASPECTOS GERAIS



Volume 4



Junielson Soares da Silva
Luanna Alves Miranda
Organizadores



 **Wissen**
editora
2025

Junielson Soares da Silva
Luanna Alves Miranda
Organizadores

Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais

Volume 4



©2025 by Wissen Editora
 Copyright © Wissen Editora
 Copyright do texto © 2025 Os autores
 Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.



Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe: Dr. Junielson Soares da Silva
 Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
 Dra. Denise dos Santos Vila Verde
 Dra. Adriana de Sousa Lima

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva

Edição de Arte: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Revisão: Os autores
 Os Organizadores

Informações sobre a Editora

Wissen Editora
 Homepage: www.editorawissen.com.br
 Teresina – Piauí, Brasil
 E-mail: wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:



@wisseneditora

EQUIPE EDITORIAL

Editores-chefes

Dr. Junielson Soares da Silva
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Dra. Denise dos Santos Vila Verde
Dra. Adriana de Sousa Lima

Equipe de arte e editoração

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

CONSELHO EDITORIAL

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Dr. Felipe Górski - Secretaria de Educação do Paraná (SEED/PR)
Dra. Patrícia Pato dos Santos - Universidade Anhanguera (Uniderp)
Dr. Jose Carlos Guimaraes Junior - Governo do Distrito Federal (DF)

Ciências Biológicas e da Saúde

Dra. Francijara Araújo da Silva - Centro Universitário do Norte (Uninorte)
Dra. Rita di Cássia de Oliveira Angelo - Universidade de Pernambuco (UPE)
Dra. Ana Isabelle de Gois Queiroz - Centro Universitário Ateneu (UniAteneu)

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Dr. Allan Douglas Bento da Costa - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Dra. Vania Ribeiro Ferreira - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Dr. Agmar José de Jesus Silva – Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc/AM)

Linguística, Letras e Artes

Dra. Conceição Maria Alves de A. Guisardi - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Dr. Danni Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Dr. Isael de Jesus Sena - Culture, Education, Formation, Travail (CIRCEFT)
Dra. Mareli Eliane Graupe - Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac)
Dr. Rodrigo Avila Colla - Rede Municipal de Ensino de Esteio, RS
Dr. Erika Giacometti Rocha Berribili - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Dr. Douglas Manoel Antonio De Abreu P. Dos Santos - Universidade de São Paulo (USP)
Dra. Aline Luiza de Carvalho - Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG)
Dr. José Luiz Esteves - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)
Dr. Claudemir Ramos - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)
Dr. Daniela Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Dr. Wilson de Lima Brito Filho - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Dr. Cleonice Pereira do Nascimento Bittencourt- Universidade de Brasília (UnB)
Dr. Jonata Ferreira de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Dra. Renata dos Santos - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Conselho Técnico Científico

- Me. Anderson de Souza Gallo - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
 Ma. Antônia Alikeane de Sá - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
 Ma. Talita Benedcta Santos Künast - Universidade Federal do Paraná (UFPR)
 Ma. Irene Suelen de Araújo Gomes – Secretaria de Educação do Ceará (Seduc /CE)
 Ma. Tamires Oliveira Gomes - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)
 Ma. Aline Rocha Rodrigues - União Das Instituições De Serviços, Ensino E Pesquisa LTDA (UNISEPE)
 Me. Mauricio Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)
 Ma. Regina Katiuska Bezerra da Silva - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
 Esp. Rubens Barbosa Rezende – Faculdade UniFB
 Me. Luciano Cabral Rios – Secretaria de Educação do Piauí (Seduc/PI)
 Me. Jhenys Maiker Santos - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
 Me. Francisco de Paula S. de Araujo Junior - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
 Ma. Anna Karla Barros da Trindade - Instituto Federal do Piauí (IFPI)
 Ma. Elaine Fernanda dos Santos - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Ma. Lilian Regina Araújo dos Santos - Universidade do Grande Rio (Unigranrio)
 Ma. Luziane Said Cometti Lélis - Universidade Federal do Pará (UFPA)
 Ma. Márcia Antônia Dias Catunda - Devry Brasil
 Ma. Marcia Rebeca de Oliveira - Instituto Federal da Bahia (IFBA)
 Ma. Mariana Moraes Azevedo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Ma. Marlova Giuliani Garcia - Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
 Ma. Rosana Maria dos Santos - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
 Ma. Rosana Wichineski de Lara de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
 Ma. Simone Ferreira Angelo - Escola Família Agrícola de Belo Monte - MG
 Ma. Suzel Lima da Silva - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 Ma. Tatiana Seixas Machado Carpenter - Escola Parque
 Me. Cássio Joaquim Gomes - Instituto Federal de Nova Andradina / Escola E. Manuel Romão
 Me. Daniel Ordane da Costa Vale - Secretaria Municipal de Educação de Contagem
 Me. Diego dos Santos Verri - Secretária da Educação do Rio Grande do Sul
 Me. Fernando Gagno Júnior - SEMED - Guarapari/ES
 Me. Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)/ Universidade Federal da Bahia (UFBA)
 Me. Lucas Pereira Gandra - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); UNOPAR, Polo Coxim/MS
 Me. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ
 Me. Luiz Otavio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
 Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
 Me. Milton Carvalho de Sousa Junior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
 Me. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)
 Me. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Regional do Cariri (URCA)
 Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
 Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

Me. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa)

Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais

Volume 4



<http://www.doi.org/10.52832/wed.178>

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

Pesquisas em entomologia [livro eletrônico]: aspectos gerais: volume 4 / Junielson Soares Da Silva, Luanna Alves Miranda (organizadores). -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2025.
PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-85923-80-4

DOI: 10.52832/wed.178

1. Animais (Zoologia) 2. Biologia 3. Entomologia - Pesquisa 4. Insetos I. Silva, Junielson Soares Da. II. Miranda, Luanna Alves.

25-311780.0

CDD-595.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Entomologia 595.7

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Informações sobre a Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina - Piauí, Brasil

E-mail: wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: SILVA, J. S. da.; MIRANDA, L. A. **Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais.** V. 3, Teresina-Pi: Wissen Editora, 2025. 95p. DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.178>

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2025

SOBRE OS ORGANIZADORES

Junielson Soares da Silva   



Mestre e doutor em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva (PPG-GCBEv), pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí, onde participou do Pibid. Especialista em Saúde Pública, e em Educação Ambiental pelo Instituto Superior de Educação São Judas Tadeu-ISESJT. Vem estudando o efeito tóxico, citotóxico, genotóxico e mutagênico de substâncias derivadas de plantas em mosquitos vetores de arboviroses (*Aedes aegypti* e *Ae. albopictus*). Tem experiência em metodologia de Ensino de Ciências da Natureza (Ciências e Biologia) e Formação de Professores.

É editor-chefe de revistas científicas (Journal of Education, Science and Health JESH, Journal of Research in Medicine and Health JORMED, Revista Ensinar - RENSIN e Revista Base Científica) e da Wissen Editor.

Luanna Alves Miranda   



Doutoranda e Mestre em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com ampla experiência na análise de Fito-citogenotoxicidade, meu trabalho concentra-se na investigação da toxicidade de pesticidas nos ecossistemas. Graduada em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), onde também atuei como bolsista do programa PIBID de iniciação à docência e como voluntária no Programa Institucional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PICT). Minha trajetória acadêmica e profissional reflete meu compromisso com a pesquisa e o desenvolvimento científico, buscando contribuir para o avanço do conhecimento em minha área de atuação.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	12
CAPÍTULO 1.....	14
CONHECENDO A TRIBO ATTINI PERTENCENTE A SUBFAMÍLIA MYRMICINAE (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)	14
Luiza Souza Oliveira   	14
Alessa Vitória Mira Eloy   	14
Luis Ronan Silva Mendonça   	14
Lourival Dias Campos   	14
Ivan Carlos Fernandes Martins   	14
DOI: 10.52832/wed.178.1031 	14
CAPÍTULO 2	27
FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS ASSOCIADAS AO CAJÁ (<i>Spondias mombin</i> L.) EM POMAR COMERCIAL NO MUNICÍPIO DE TERESINA, PIAUÍ, BRASIL.....	27
Amanda Júlia Dias Santos   	27
Almerinda Amélia Rodrigues Araújo   	27
Roseli Farias Melo de Barros   	27
Paulo Roberto Ramalho Silva   	27
DOI: 10.52832/wed.178.1032 	27
CAPÍTULO 3	39
TOXICIDADE E REPELÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE COPAÍBA SOBRE <i>Sitophilus</i> <i>zeamais</i> (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADOS: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO.....	39
Felipe Prado dos Santos Gomes   	39
Lúcia da Silva Fontes   	39
DOI: 10.52832/wed.178.1033 	39
CAPÍTULO 4	47
TOXICIDADE E REPELÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO SOBRE <i>Sitophilus</i> <i>zeamais</i> EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADOS: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	47
Francisco Hugo Cavalcante Neto   	47
Lúcia da Silva Fontes   	47
DOI: 10.52832/wed.178.10334 	47
CAPÍTULO 5	55
ESTRUTURA TAXONÔMICA E FUNCIONAL DE MACROINVERTEBRADOS EM RESPOSTA A UM GRADIENTE AMBIENTAL EM IGARAPÉS AFLUENTES DO RIO ITACAIÚNAS	55

Wilker Araújo   	55
Camila Pinto Leão   	55
Jaqueline Silva de Oliveira   	55
Sara Lodi   	55
Bruno Spacek Godoy   	55
DOI: 10.52832/wed.178.10335 	55
CAPÍTULO 6	65
ÓLEO DE NEEM (<i>Azadirachta indica</i>.) COMO FERRAMENTA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DE <i>Orthezia praelonga</i> e <i>Planococcus citri</i>	65
Jade Oliveira Ramos Souza   	65
Micaela Luz de Almeida   	65
Rosan Barbosa de Matos   	65
Edmilson Santos Silva   	65
DOI: 10.52832/wed.178.10336 	65
CAPÍTULO 7	74
INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL NA RIQUEZA DA ENTOMOFAUNA CADAVERICA NA REGIÃO DO PANTANAL	74
Giovanna Lôbo Doni   	74
Victoria Larco Aguilar   	74
Elivelto da Silva Cavalcante   	74
Leandro Lima Narcizo   	74
Natália Elizabeth Soto   	74
Nilton Pereira de Souza   	74
Poliana Galvão dos Santos   	74
Viviana de Oliveira Torres   	74
Michele Castro de Paula-Silva   	74
DOI: 10.52832/wed.178.10337 	74
CAPÍTULO 8	85
EDUCAÇÃO AMBIENTAL EMBASADA NA ENTOMOLOGIA DO ENSINO MÉDIO	85
Carlos Eduardo Fortes Gonzalez   	85
DOI: 10.52832/wed.178.10338 	85

APRESENTAÇÃO

O Ebook “*Pesquisas em Entomologia: Aspectos Gerais – Volume 4*” reúne estudos recentes e diversificados sobre a relação dos insetos com o ambiente, destacando abordagens inovadoras e sustentáveis para o manejo e a compreensão da entomofauna brasileira. Esta coletânea reflete o esforço conjunto de pesquisadores de diferentes instituições em promover o avanço científico da Entomologia, valorizando tanto os aspectos ecológicos quanto as aplicações práticas da área.

Os capítulos deste volume exploram desde análises taxonômicas e ecológicas até investigações sobre o uso de compostos naturais no controle de pragas agrícolas, oferecendo uma visão ampla sobre o papel dos insetos nos ecossistemas e nas atividades humanas. A obra reforça a importância da pesquisa entomológica como ferramenta essencial para o equilíbrio ambiental, o desenvolvimento sustentável e a inovação tecnológica.

O *Capítulo 1* apresenta um estudo detalhado sobre a tribo *Attini*, destacando a diversidade e a distribuição das formigas cultivadoras de fungo na Amazônia e seu papel como bioindicadoras da qualidade ambiental.

No *Capítulo 2*, objetivou-se verificar a flutuação populacional de moscas-das-frutas por meio de armadilhas-pet em área comercial de cajá (*Spondias mombin* L.), bem como correlacionar a ocorrência de moscas-das-frutas com as médias mensais de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar.

No *Capítulo 3* realiza-se um levantamento bibliométrico sobre a toxicidade e a repelência do óleo essencial de copaíba frente ao *Sitophilus zeamais*, praga importante dos grãos de milho armazenados, apontando lacunas e perspectivas de pesquisa sobre esse composto natural.

O *Capítulo 4* segue linha semelhante, avaliando o potencial inseticida do óleo essencial de cravo-da-índia no controle de *S. zeamais*, com destaque para o eugenol como composto bioativo de relevância em estratégias alternativas de manejo.

O *Capítulo 5* analisa a estrutura taxonômica e funcional de macroinvertebrados em igarapés afluentes do rio Itacaiúnas, investigando como os gradientes ambientais influenciam a composição das comunidades aquáticas e servem de indicadores ecológicos.

No *Capítulo 6*, o foco é o óleo de neem (*Azadirachta indica*) como ferramenta sustentável no controle de *Orthezia praelonga* e *Planococcus citri*, evidenciando sua eficácia e viabilidade como bioinseticida.

O *Capítulo 7* aborda a influência da cobertura vegetal sobre a riqueza da entomofauna cadavérica no Pantanal, revelando como fatores ambientais modulam a sucessão e diversidade de insetos necrófagos.

Por fim, o *Capítulo 8* traz uma proposta de educação ambiental fundamentada na Entomologia, voltada ao ensino médio, ressaltando o potencial didático dos insetos como instrumentos de aprendizagem científica e conscientização ecológica.

Assim, o *Ebook “Pesquisas em Entomologia: Aspectos Gerais – Volume 4”* consolida-se como uma contribuição significativa para a literatura científica da área, oferecendo aos leitores uma perspectiva abrangente e atualizada sobre os desafios e avanços da Entomologia aplicada e teórica.

Aos autores e pesquisadores que colaboraram com esta obra, nosso sincero reconhecimento pela dedicação em gerar conhecimento que conecta ciência, natureza e sociedade.

Boa leitura!

Junielson Soares da Silva

Luanna Alves Miranda

CAPÍTULO 1

CONHECENDO A TRIBO ATTINI PERTENCENTE A SUBFAMÍLIA MYRMICINAE (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

Luiza Souza Oliveira   

Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA, Brasil

Alessa Vitória Mira Eloy   

Licenciatura em Ciências Biológicas/UFRA, Brasil

Luis Ronan Silva Mendonça   

Licenciatura em Ciências Biológicas/UFRA, Brasil

Lourival Dias Campos   

Docente, Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA, Brasil

Ivan Carlos Fernandes Martins   

Docente, Orientador/Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.178.1031 



Resumo: As formigas (Hymenoptera: Formicidae) constituem um grupo de organismos muito diverso e amplamente distribuído, estando ausentes apenas na Groenlândia, Islândia e Antártida. As formigas Attini são divididas em três grupos, sendo um deles o das formigas cortadeiras de folhas. O objetivo do estudo foi caracterizar a tribo Attini (Hymenoptera: Formicidae), com foco na compreensão da diversidade, distribuição, comportamento e morfologia para contribuir com o conhecimento sobre esse grupo de formigas em diferentes ecossistemas da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus de Capanema – PA. As coletas foram realizadas mensalmente por meio de armadilhas de solo (pitfall) em cinco ambientes distintos: Área A: Entrada do Campus composta por gramíneas; B: Área experimental de forrageicultura; C: Jardim apícola próximo ao meliponário; D: Margem direita de mata ciliar do igarapé São Jorge; E: Margem esquerda de mata ciliar do igarapé São Jorge. Foram identificados 3.259 indivíduos distribuídos em seis gêneros da tribo Attini, sendo *Pheidole* o mais abundante (3.007 indivíduos), seguido por *Wasmannia* (151 indivíduos) e *Cyphomyrmex* (86 indivíduos). O estudo amplia o conhecimento sobre a entomofauna amazônica, ainda pouco documentada em determinadas regiões, e ressalta a necessidade de conservar diferentes tipos de ambientes como forma de preservar a biodiversidade.

Palavras-chave: Formigas. *Pheidole*. Entomofauna.

1 INTRODUÇÃO

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) constituem um grupo de organismos muito diverso e amplamente distribuído, estando ausentes apenas na Groenlândia, Islândia e Antártida (Keller; Gordon, 2009). Ecologicamente, elas desempenham um papel importante como engenheiras do ecossistema, pois são relevantes na ciclagem de nutrientes, bioturbação e pedogênese (Arcila; Lozano-Zambrano, 2003). Além disso, interagem de diversas formas com outros organismos, tanto de maneira antagônica quanto mutualística. Aproximadamente 13.000 espécies de formigas ocorrem em todo o mundo (Vásquez-Bolaños, 2015).

Entre as formigas destaca-se Myrmicinae por apresentar a maior diversidade entre todas as subfamílias (Hölldobler; Wilson, 1990), com mais de 50% dos gêneros de Formicidae (Bolton, 1995). Entre as tribos de Myrmicinae, Attini apresenta o segundo maior número de gêneros de acordo com a recente publicação de Ward *et al.* (2015). Encontram-se nessa tribo 45 dos 139 gêneros válidos para a subfamília, atrás apenas de Crematogastrini com 64 gêneros, porém, Attini possui o maior número de espécies (Bolton, 2016).

Formigas da tribo Attini (Formicidae: Myrmicinae) colhem folhas não para consumo direto, mas como substrato para cultivar o fungo do qual se alimentam. As cortadeiras são os principais consumidores nos ecossistemas terrestres do Novo Mundo, e seu impacto na vegetação é maior que o de qualquer outro táxon herbívoro (Beattie; Hughes, 2009). Esse grupo pode agir como mutualista ao cultivar e se alimentar do fungo que produzem; embora consumam parte do micélio, o fungo depende exclusivamente das formigas para sua propagação e reprodução (Vásquez-Bolaños; Quiroz-Rocha, 2013). Também são consideradas mutualistas as formigas que defendem

plantas contra herbívoros em troca do néctar produzido pelas plantas em nectários extraflorais (Beattie; Hughes, 2009).

Diante disso, o estudo teve como objetivo reconhecer a tribo Attini (Hymenoptera: Formicidae), com foco na compreensão da diversidade, distribuição, morfologia e a ocorrência desse grupo em diferentes ecossistemas da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), campus de Capanema – PA.

1.1 Subfamília Myrmicinae

A Myrmicinae é a maior e mais diversificada subfamília de formigas em aspectos locais e mundiais (Brandão; Canello, 1999). Esta subfamília compreende 24 tribos e 140 gêneros viventes no mundo, sendo dezenove tribos e 55 gêneros na Região Neotropical (Fernández, 2003). Para o Brasil são conhecidos aproximadamente 60 gêneros e cerca de 650 espécies formalmente descritas.

Morfológicamente, Myrmicinae é caracterizada pela combinação de clipeo inserido entre os soquetes antenais, promesonoto fundido, pós-pecíolo presente e tergitos e esternitos do gáster sub-iguais em tamanho. Distribuída mundialmente, esta subfamília não apenas se destaca pela riqueza de espécies como pela imensa variedade morfológica, de estratégias de reprodução, nidificação e obtenção de alimento. Ocupando desde as camadas mais profundas do solo até o dossel de florestas, as mirmicíneas estão entre os elementos mais conspícuos de qualquer ecossistema terrestre, seja nos trópicos ou em regiões temperadas. Como exemplo desta diversidade morfológica e de habitats, podemos citar as formigas cultivadoras de fungo (gênero *Atta*), as polinívoras e especialistas de vegetação (*Cephalotes* e *Procrystocerus*), as predadoras especialistas de mandíbula longa (*Strumigenys* e *Acanthognathus*), as invasoras de origem neotropical com veneno potente (*Solenopsis invicta* e *Wasmannia auropunctata*) e o hiperdiverso gênero *Pheidole*, o segundo mais especioso entre todos os gêneros de formigas, com mais de mil espécies descritas. (Baccaro *et al.*, 2015).

1.2 Tribo Attini

As formigas Attini (Formicidae; Myrmicinae; Attini) formam um grupo monofilético com mais de 230 espécies descritas, distribuídas exclusivamente no Novo Mundo, principalmente na região Neotropical (Mayhé-Nunes; Jaffé, 1998; Schultz; Brady, 2008; Mehdiabadi; Schultz, 2010). As formigas Attini são divididas em três grupos, sendo um deles o das formigas cortadeiras de folhas. Essas formigas dependem do cultivo de fungos como fonte de alimento (Hölldobler; Wilson, 1990). As formigas cortadeiras são representadas pelos gêneros *Acromyrmex* e *Atta*, que são os herbívoros dominantes nas regiões tropicais do Novo Mundo (Hölldobler; Wilson, 1990). As

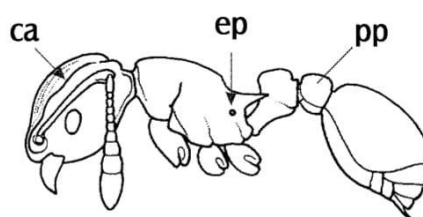
formigas também oferecem nutrição, proteção contra patógenos e competidores, bem como dispersão do fungo para novos locais.

Enquanto as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são as mais conhecidas e conspícuas, representando cerca de 20% das espécies cultivadoras de fungo, as demais — conhecidas como attines inferiores — são mais discretas e menos estudadas. Estas não cortam folhas frescas, mas utilizam diversos detritos orgânicos como excrementos de insetos, pétalas de flores, sementes, cadáveres de insetos, entre outros, para cultivar seus fungos.

Schultz e Meier (1995) demonstraram a monofilia da tribo (com base em caracteres de formas imaturas) e postularam que as formigas *Wasmannia* e *Blepharidatta* são vizinhas dessa tribo. Segundo esses autores, a tribo se distingue porque, no estágio de pupa, o lábio superior (labro) é curto e delgado, as mandíbulas têm forma subcônica e há vestígios de pernas representados como fendas abertas no tegumento. Recentemente, Brandão e Mayhé-Nunes (2001) propuseram a primeira apomorfia para adultos nessa tribo: todas as fêmeas de Attini possuem um “anteclípeo” (uma espécie de aba lisa e afilada paralela à borda anterior do clípeo, no mesmo plano do clípeo). Dessa estrutura (ou entre ela e o clípeo) surge uma cerda mediana longa. Essa cerda não emerge da mesma linha da cerda mediana característica de Solenopsidini (Bolton 1987) e de outras Myrmicinae.

As características observadas em espécies do gênero *Wasmannia* incluem a porção média do clípeo sem duas carenas longitudinais, o propódeo com o espiráculo (ep) claramente separado da margem do declive quando visto de perfil (Figura 1) e a superfície dos sulcos antenais opaca, sem contraste com a superfície cefálica.

Figura 1 - Operária de *Wasmannia* em vista lateral.

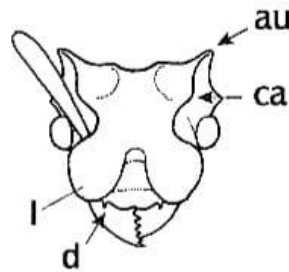


Fonte: Fernández, 2003.

Em *Cyphomyrmex*, os lóbulos frontais (l) são notavelmente expandidos lateralmente em sua parte anterior, frequentemente cobrindo completamente ou em grande parte as bochechas na vista frontal (Figura 2). Os sulcos antenais às vezes se estendem posteriormente para formar aurículas (Figura 2, au). A porção média da margem anterior do clípeo apresenta dois dentes lameliformes

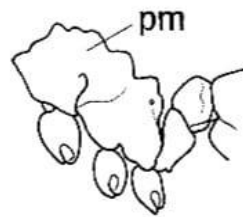
apicais laterais (Figura 2, d), e o promesonoto geralmente possui tubérculos ou espinhos rombudos (Figura 3, pm).

Figura 2 – Cabeça de *Cyphomyrmex* em vista frontal.



Fonte: Fernández, 2003.

Figura 3 – Mesossoma de *Cyphomyrmex* em vista lateral.



Fonte: Fernández, 2003.

1.3 Ambientes de ocorrência da tribo Attini

As formigas ainda são componentes abundantes e conspícuos dos ecossistemas áridos devido à biomassa que representam em comparação com outros táxons (MacKay, 1991). Além disso, as formigas são sensíveis a mudanças nos fatores ambientais bióticos e/ou abióticos (Nowrouzi *et al.*, 2016; Tiede *et al.*, 2017). Estudos que utilizam formigas como modelos demonstraram que elas respondem significativamente às mudanças ambientais (Fisher *et al.*, 2014; Tiede *et al.*, 2017).

As espécies do gênero *Pheidole* e *Wasmannia*, bastante abundantes nas áreas amostradas, são favorecidas em ambientes perturbados por serem onívoras de solo, agressivas em relações interespecíficas e generalistas na seleção de alimento. Em habitats muito homogêneos, como os de cultivos anuais, terrenos urbanos e campos de gramíneas, o número de espécies é baixo e existe forte dominância de uma delas ou mais. Em florestas e outros habitats com forte estratificação vertical, esse número é elevado e a dominância relativa delas é baixa (Majer; DelaBie, 1994).

Entretanto outro fator pouco estudado pela literatura mais tradicional é o de que as saúvas ocupam mais eficientemente locais onde as formigas predadoras desapareceram (Primavesi, 1990).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Capanema, estado do Pará, no Campus da Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA. As coletas ocorreram mensalmente, e as armadilhas foram deixadas no campo por sete dias consecutivos. Foram determinados cinco ambientes para estudos e utilizado seis armadilhas em cada ambiente. As áreas determinadas para o estudo, são próximas, mas apresentam características que as diferem, assim distinguidas: Área A: Entrada do Campus composta por gramíneas; B: Área experimental de forrageicultura; C: Jardim apícola próximo ao meliponário; D: Margem direita de mata ciliar do igarapé São Jorge; E: Margem esquerda de mata ciliar do igarapé São Jorge (Figura 4).

Figura 4 – As áreas determinadas para o estudo: Área A: Entrada do Campus composta por gramíneas; B: área experimental de forrageicultura; C: Jardim apícola próximo ao meliponário; D: Margem direita de mata ciliar do igarapé São Jorge; E: Margem esquerda de mata ciliar do igarapé São Jorge.



Fonte: Oliveira, 2025.

As formigas foram amostradas por armadilhas de solo (Pitfall) com volume de 500 mL, sendo 150 mL com solução para matar e conservar as formigas composta de água e formaldeído 1% e gotas de detergente neutro (Figura 5). Após sete dias, as formigas foram triadas e separadas dos demais artrópodes, sendo armazenadas em frascos com álcool 70%, devidamente etiquetados, para posterior identificação.

Figura 5 - Armadilha de solo (*Pitfall*) montada na área experimental de forrageicultura.

Fonte: Oliveira, 2025.

Para a identificação dos espécimes a nível de subfamília, tribo e gênero, foi utilizado o mais recente guia publicado sobre identificação de formigas, “Guia para gêneros de formigas do Brasil” (Baccaro *et al.*, 2015), e foi utilizada a “Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (Hymenoptera: Formicidae)” (Baccaro, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas um total de 3.259 formigas, havendo ocorrência de 6 gêneros pertencentes a tribo Attini. A abundância das formigas entre os ecossistemas foi: 477 indivíduos na área que fica na entrada do campus composta por gramíneas (A); 335 gêneros na área experimental de forrageicultura (B); 1.973 indivíduos coletados no jardim apícola próximo ao meliponário (C); 401 exemplares coletados na margem direita da mata ciliar do igarapé São Jorge (D); e 73 indivíduos coletados na esquerda da mata ciliar do igarapé São Jorge(E) (Tabela 1).

Tabela 1 – Total de gêneros de formigas coletados em todos os ecossistemas de estudos e sua abundância em cada área encontrada, localizada na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no município de Capanema – PA.

SUBFAMÍLIA MYRMICINAE	A	B	C	D	E	TOTAL
Tribo Attini						
<i>Cyphomyrmex</i>	13	58	1	2	12	86
<i>Pheidole</i>	454	276	1.881	337	59	3.007
<i>Wasmannia</i>	10	0	83	58	0	151
<i>Mycocetopus</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Cephalotes</i>	0	0	0	2	1	3
<i>Strumigenys</i>	0	1	7	2	0	10
Total	477	335	1.973	401	73	3.259

Nota: Área A: Entrada do Campus composta por gramíneas; B: Área experimental de forrageicultura; C: Jardim apícola próximo ao meliponário; D: Margem direita de mata ciliar do igarapé São Jorge; E: Margem esquerda de mata ciliar do igarapé São Jorge.

Fonte: Autores, 2025.

O gênero *Pheidole* obteve maior abundância, com 3.007 indivíduos, tendo maior ocorrência no jardim apícola próximo ao meliponário, com 1.881 indivíduos. O segundo gênero mais abundante, foi o gênero *Wasmannia*, com o total de 151 indivíduos, predominando também no

jardim apícola, com 83 indivíduos. E por fim, o gênero *Cyphomyrmex*, foi o terceiro mais abundante, com 86 indivíduos, apresentando 58 indivíduos, na área experimental de forrageicultura.

Os gêneros *Pheidole* e *Cyphomyrmex*, ocorreram em todas as áreas estudadas, segundo Wilson (2003), isso pode ser explicado devido ao gênero *Pheidole* ser hiperdiverso, sendo abundante tanto em número de operárias quanto de colônias e em biomassa, sendo frequentes nos mais diversos habitats e apresentando ampla distribuição. A maior parte das espécies é dimórfica, com duas castas de operárias bem definidas, operárias menores e maiores (soldados) (Figura 6A e B) (Baccaro *et al.*, 2015). Já o gênero *Cyphomyrmex*, (Figura 6C e D), é encontrado em todos os ecossistemas terrestres neotropicais e seus ninhos podem ser superficiais, construídos entre folhas na serapilheira, sob pedras, em troncos em decomposição, na vegetação ou no solo. Operárias forrageiam na serapilheira em busca de carcaças de pequenos insetos e excrementos de lagartas para utilização como substrato nos jardins de fungo (Baccaro *et al.*, 2015).

As formigas do gênero *Wasmannia* (Figura 6E e F) estão muito ligadas em áreas de condições ecológicas desequilibradas, sendo também considerada uma praga agrícola, pois é capaz de se associar a uma grande diversidade de espécies também pragas sendo prejudicial para a agricultura (Delabie, 1988). Segundo Baccaro *et al.* (2015) a maior parte das espécies possui colônias poligínicas, construídas entre folhas na serapilheira, em galhos ocos, madeira podre, sob pedras, em domácias ou epífitas na vegetação.

Figura 6 – Gêneros da tribo Attini com maior abundância: *Pheidole* (soldado) em vista lateral (A) e (operária) (B); *Cyphomyrmex* em vista frontal (C) e lateral (D); *Wasmannia* em vista frontal (E) e lateral (F).



Fontes: Oliveira (2025) e Baccaro *et al.* (2015).

As operárias do gênero *Mycocepurus* (Figura 7G e H) são pequenas e lentas. Forrageiam no solo em busca de material vegetal decomposto e excrementos de lagartas. Nidificam no solo, em campos abertos e áreas de floresta (Baccaro *et al.*, 2015).

De acordo com Lutinski (2005) o gênero *Cephalotes* (Figura 7I e J) pertence a uma guilda com espécies coletoras de néctar e pólen e onivoria. Acredita-se que a riqueza deste grupo em um local possa expressar a diversidade da vegetação. Podem ser encontradas em todos os ecossistemas da Região Neotropical e sul da Região Neártica. São exclusivamente arborícolas. Nidificam em cavidades ou fendas na vegetação, mas podem eventualmente forragear na serapilheira (Baccaro *et al.*, 2015).

O gênero *Strumigenys* (Figura 7K e L) é abundante em florestas tropicais úmidas, onde habitam a serapilheira, nidificam entre as folhas na serapilheira, cascas de árvores, sob pedras ou troncos podres. São forrageadoras lentas e tendem a ficar imóveis quando ameaçadas (Baccaro *et al.*, 2015).

Figura 7 - Gêneros da tribo Attini com menor abundância: *Mycocepurus* em vista frontal (G) e lateral (H); *Cephalotes* em vista frontal (I) e lateral (J); *Strumigenys* em vista frontal (K) e lateral (L).



Fontes: Oliveira (2025) e Baccaro *et al.* (2015).

Os resultados obtidos sobre a subfamília Myrmicinae, com ênfase na tribo Attini, evidenciaram uma maior abundância em determinados gêneros. Esse padrão sugere que o campus da UFRA apresenta elevada heterogeneidade de habitats, composta por um mosaico de áreas verdes, como gramados, jardins e trechos arborizados.

A abundância e a diversidade de recursos são apontadas como fatores que afetam a riqueza e diversidade de espécies, sendo assim, algumas espécies de formigas apresentam limitações para colonizar ambientes simplificados (Martins *et al.*, 2011; Fernandes *et al.*, 2021).

4 CONCLUSÃO

O estudo caracterizou a diversidade de formigas da tribo Attini em diferentes ambientes do campus da UFRA, em Capanema-PA, destacando a expressiva ocorrência dos gêneros *Pheidole*, *Wasmannia* e *Cyphomyrmex*.

O gênero *Pheidole* apresentou notável frequência e número elevado de indivíduos, demonstrando dominância ecológica e ampla adaptação; *Wasmannia* foi mais comum em áreas degradadas, evidenciando sua afinidade com ambientes alterados; e *Cyphomyrmex* mostrou distribuição generalizada, o que ressalta sua adaptabilidade ecológica. Gêneros menos abundantes, como *Mycocepurus*, *Cephalotes* e *Strumigenys*, indicaram a importância de áreas preservadas para a manutenção da biodiversidade.

Os dados obtidos reforçam a utilidade das formigas, especialmente aquelas pertencentes à tribo Attini, como bioindicadoras da qualidade ambiental, devido à sua sensibilidade às mudanças ecológicas e estruturais do habitat. Além disso, o estudo amplia o conhecimento sobre a entomofauna amazônica, ainda pouco documentada em determinadas regiões, e ressalta a necessidade de conservar diferentes tipos de ambientes como forma de preservar a biodiversidade.

REFERÊNCIAS

ARCILA, A. M.; LOZANO-ZAMBRANO, F. H. Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo. In: FERNÁNDEZ, F. (ed.). **Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 159–166.

AMATTA, E.; CALCATERRA, L. A.; GIANNONI, S. M. Ant species (Hymenoptera: Formicidae) in the three forests of the Ischigualasto Provincial Park, a protected area of the Monte Desert, Argentina. **Biodiversitas**, v. 19, n. 3, p. 831–839, maio 2018. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190311>.

AZEVEDO, F. de; GOMES, V. S. R.; COUTINHO, R. L. M.; STRIEDER, A. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em uma paisagem suburbana no Noroeste do Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos do Mudi**, v. 26, n. 1, p. 23-38, 2022. Disponível em: <https://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi>. Acesso em: 26 maio 2025.

BACCARO, F. B. Importância das Formigas. In: BACCARO, F. B. **Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (Hymenoptera: Formicidae)**. Manaus: Editora INPA, p.1. 2006.

BACCARO, *et al.* **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015, 388p.

BEATTIE, A. J.; HUGHES, L. Ant-plant interactions. In: HERRERA, C. M.; PELLMYR, O. (eds.). **Plant-Animal Interactions: An Evolutionary Approach**. Hoboken, New Jersey: Wiley Blackwell, 2009. p. 211–247.

BOLTON, B. A review of the *Solenopsis* genus group and revision of Afrotropical *Monomorium* Mayr. **Bulletin of the British Museum (Natural History)**, 1987.

BOLTON, B. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa. **Journal of Natural History**, v. 29, p. 1037–1056, 1995.

BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (eds). Invertebrados Terrestres. Vol. V. In: JOLY, C. A.; BICUDO, C.E.M. 1999. **Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX**. São Paulo: FAPESP. XVIII + 279 p, 1999.

BRANDÃO, C. R. F.; MAYHÉ-NUNES, A. J. A new fungus-growing ant genus, *Mycetagroicus* gen. n., with the description of three new species and comments on the monophyly of the Attini (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 38, p. 639–665, 2001.

COSTA, I. M. C. *et al.* Effect of habitat quality on the biodiversity of ant genera and functional groups in a riparian forest area of the Tauarizinho River in Eastern Amazonia. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 3, e19712340636, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40636>.

CUAUTLE, M.; CASTILLO-GUEVARA, C.; JUÁREZ-JUÁREZ, B.; PÉREZ-TOLEDO, Gibran. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in a temperate ecosystem from La Malinche National Park, Mexico. **Florida Entomologist**, v. 103, n. 3, p. 321–328, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1653/024.103.0303>. Acesso em: 26 maio 2025.

DELABIE, J. H. C. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia, Brasil. **Revista Theobroma**, v. 18, n. 1, p. 29–37, 1988.

FERNANDES, G.W.; LANA, T.C.; RIBAS, C.R.; SCHOEREDER, J.H.; SOLAR, R.; MAJER, J.D.; CORDEIRO, E. G.; DELABIE, J.H.C.; VILELA, E.F. Changes in epigaeic ant assemblage structure in the amazon during successional processes after bauxite mining. **Sociobiology**, [s.l], v.68, n.1, e4973, mar. 2021.

FERNÁNDEZ, F. Subfamilia Myrmicinae. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá-COL: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2003. p. 307-330.

FERREIRA, A. C. **O gênero *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) no Paraná: levantamento e delimitação de espécies**. 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Entomologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

FISHER, J. *et al.* Using ants to monitor changes within and surrounding the endangered Monsoon Vine Thickets of the tropical Dampier Peninsula, north Western Australia. **Forest Ecology and Management**, v. 318, p. 78–90, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.01.010>. Acesso em: 26 maio 2025.

HÖLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants Cambridge**, Mass.: Harvard University Press. 1990. 732 p.

KELLER, L.; GORDON, E. **The lives of ants**. New York: Oxford University Press, 2009.

LOBO, N. C. R.; RIBEIRO, L. M.; PEREIRA, J. R.; ALMEIDA, Â. A. de; ALMEIDA, F. S. Efeitos de fatores ambientais sobre as assembleias de formigas arborícolas e epigéicas na Floresta Estacional Semidecidual. **Ciência Florestal**, v. 33, n. 1, e96759, p. 1-24, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509867579>. Acesso em: 26 maio 2025.

LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. **Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistemas degradado no município, de chapecó**, Santa Catarina. Biotemas, v. 18, n. 2, p. 73 - 86, 2005.

MACKAY, W. P. The role of ants and termites in desert communities. In: POLIS, G. A. (ed.). **The Ecology of Desert Communities**. Tucson: University of Arizona Press, 1991.

MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. C. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas, in the Brazilian Amazon. **Insectes Sociaux**, v. 41, p. 343–359, 1994.

MARETÁN, J. A.; FOLGARAIT, P. J. Diversity of mycobiota in colonies of different species of leaf-cutting ants and sampling sites across Argentina. **Ecología Austral**, v. 27, p. 449–461, dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.25260/EA.17.27.3.0.488>.

MARTINS, L.; ALMEIDA, F.S.; MAYHÉ-NUNES, A.J.; VARGAS, A.B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociência**, v.9, n.2, p. 174-179, 2011.

MAYHÉ-NUNES, A. J.; JAFFÉ, K. On the biogeography of Attini (Hymenoptera: Formicidae). **Ecotropicos**, v. 11, p. 45–54, 1998.

MEHDIABADI, N. J.; SCHULTZ, T. R. Natural history and phylogeny of the fungus-farming ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini). **Myrmecological News**, v. 13, p. 37–55, 2010.

NOWROUZI, S. *et al.* Ant diversity and distribution along elevation gradients in the Australian wet tropics: the importance of seasonal moisture stability. **PloS One**, v. 11, n. 4, p. 1–20, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153420>. Acesso em: 26 maio 2025.

OLIVEIRA, D. M. *et al.* Mirmecofauna em agroecossistemas e sua função na transição agroecológica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 1–6, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i3.3161>.

OLIVEIRA, I. R. P. *et al.* Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de Mata Atlântica em São Cristóvão, Sergipe. **Agroforestalis News**, v. 1, n. 1, p. 48-57, 2016. Disponível em: <http://www.seer.ufs.br/index.php/AGRO>. Acesso em: 26 maio 2025.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente**. 1º ed. São Paulo: Nobel, 1990. 137 p.

SOSA-CALVO, J. *et al.* Locating, collecting, and maintaining colonies of fungus-farming ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini). **Sociobiology**, v. 62, n. 2, p. 300–320, 2015. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v62i2.300-320>.

SCHULTZ, T. R.; MEIER, R. A phylogenetic analysis of the fungus-growing ants (Hymenoptera: Formicidae: Attini) based on morphological characters of the larvae. **Systematic Entomology**, v. 20, p. 337–370, 1995.

SCHULTZ, T. R.; BRADY, S. G. Major evolutionary transitions in ant agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 105, p. 5435–5440, 2008.

TIEDE, Y. *et al.* Ants as indicators of environmental change and ecosystem processes. **Ecological Indicators**, v. 83, p. 527–537, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.029>. Acesso em: 26 maio 2025.

VÁSQUEZ-BOLAÑOS, M.; QUIROZ-ROCHA, G. A. Introducción. In: VÁSQUEZ-BOLAÑOS, M.; CASTAÑO-MENESES, G.; CISNEROS-CABALLERO, A.; QUIROZ-ROCHA, G. A.; NAVARRETE-HEREDIA, J. L. (eds.). **Formicidae de México**. Guadalajara, Jalisco: Orgánica Editores, 2013. p. 7–22.

VÁSQUEZ-BOLAÑOS, M. Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. **Métodos en Ecología y Sistemática**, v. 10, p. 1–53, 2015.

WARD, P. S.; BRADY, S. G.; FISHER, B. L.; SCHULTZ, T. R. The evolution of myrmicine ants: Phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). **Systematic Entomology**, v. 40, p. 61–81, 2015.

WILSON, E. O. La hiperdiversidad como fenómeno real: el caso de Pheidole. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Bogotá-COL: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2003. p. 363–370.

CAPÍTULO 2

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS ASSOCIADAS AO CAJÁ (*Spondias mombin* L.) EM POMAR COMERCIAL NO MUNICÍPIO DE TERESINA, PIAUÍ, BRASIL

Amanda Júlia Dias Santos   

Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI, Brasil

Almerinda Amélia Rodrigues Araújo   

Doutora em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Docente da Secretaria de Educação e Cultura do Estado do Piauí (SEDUC), Brasil

Roseli Farias Melo de Barros   

Doutora em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Docente do Centro de Ciências da Natureza (CCN), Departamento de Biologia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI, Brasil

Paulo Roberto Ramalho Silva   

Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Docente do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Piauí (UFPI)

DOI: 10.52832/wed.178.1032 



Resumo: A ocorrência de moscas-das-frutas em uma dada localidade encontra-se diretamente relacionada à oferta de frutos e fatores climáticos. Diante das intensas transformações de habitats naturais em cultivados, assim como as mudanças na dinâmica climática global, torna-se importante e necessário manter estes registros atualizados. Assim, objetivou-se com esta pesquisa, verificar a flutuação populacional de moscas-das-frutas por meio de armadilhas-pet em área comercial de cajá (*Spondias mombin* L.), bem como correlacionar a ocorrência de moscas-das-frutas com as médias mensais de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar. Para tanto, foram instaladas 13 armadilhas-pet nas áreas periféricas do pomar, a uma altura de $\frac{3}{4}$ do tamanho total da planta, abastecidas com 300mL de suco de cajá. Quinzenalmente o atrativo foi trocado e o material capturado, transportado para o laboratório de Entomologia, do Departamento de Fitossanidade, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, UFPI, para a realização da triagem e posterior identificação, durante o período de 12 meses (agosto/2021 a julho/2022). Foram calculados os parâmetros faunísticos por meio do software Anafau. Do total de 13 armadilhas, foram obtidos 980 espécimes de moscas-das-frutas sendo 482 machos e 498 fêmeas. A espécie *Anastrepha obliqua* (Marcquart) foi a única registrada como superdominante, superabundante e a mais frequente da localidade (81%). Além disso, foram obtidas *A. sororcula* (8,8%), *A. zenildae* (4,4%), *A. fraterculus* (2,6%), *Euxesta* sp. (2,2%), *A. distincta* (0,6%), *A. pseudoparalella* (0,2%) e *Ceratitis capitata* (0,2%). Registra-se nesta pesquisa, a primeira ocorrência de *Euxesta* sp. no Brasil, associada a *S. mombin*, além do primeiro registro de *A. distincta* e *A. pseudoparalella* no município de Teresina, Piauí.

Palavras-chave: *Anastrepha distincta*. *Euxesta* sp. *Spondias mombin* L.

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura constitui atividade de importância para a economia mundial. Pela correlação com fatores climáticos, as produções frutícolas encontram-se suscetíveis à infestação por espécies-praga. Nesse contexto, diante do potencial biótico elevado, habilidade de dispersão e adaptação a novos habitats e hospedeiros, as moscas-das-frutas constituem praga de diversas frutíferas, sendo a principal barreira fitossanitária para a comercialização mundial (Chiaradia *et al.*, 2004).

No que se refere ao cenário de mudanças climáticas, o aumento da temperatura global tem potencial para alterar e/ou acelerar o ciclo de vida das moscas-das-frutas (Silva, 2020), influenciando sua distribuição geográfica e ampliando danos potenciais. Segundo Saruhashi (2020), a temperatura é o fator abiótico de maior influência para o desenvolvimento biológico de diversos indivíduos, ao acelerar este processo, à medida que a temperatura basal aumenta, afeta sobremaneira, a dinâmica da população.

Dessa forma, alguns registros de flutuação populacional descrevem diversas variáveis climáticas, tais como a temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica como fatores de influência na bionomia e dinâmica populacional dos indivíduos (Garcia *et al.*, 2003; Chiaradia *et al.*, 2004; Canesin; Uchoa-Fernandes, 2007; Zilli; Garcia, 2010; Santos *et al.*, 2011).

Em contraponto, outros autores apontam a disponibilidade de recursos (frutos) na localidade como fator principal para ocorrência de moscas-das-frutas, sugerindo fatores climáticos diversos, dentre eles a temperatura, como secundários (Uramoto *et al.*, 2003; Corsato, 2004; Ronchi-Teles; Silva, 2005; Feitosa *et al.*, 2008; Alberti *et al.*, 2011). Com isto, o entendimento da dinâmica populacional destes insetos tem sido a base para o manejo integrado de pragas.

No Brasil, ocorre um intenso monitoramento no semiárido nordestino, região que se estende do sudoeste da Bahia, ao norte do Ceará, onde se estabelecem diversos polos de fruticultura (Costa; Silva, 2016). Dentre as espécies de moscas-das-frutas de maior importância econômica, estão as chamadas multivoltinas, que desenvolvem mais de uma geração ao ano (Selivon, 2000).

De um modo geral, as moscas dos gêneros *Anastrepha* Schiner e *Ceratitis* (Wiedemann) são as mais estudadas, diante do seu potencial para infestar frutíferas diversas (polífagas), além de possuírem frequência e distribuição transitórias, estabelecendo-se em regiões com ocorrência de frutos maduros (Silva, 2020). Contudo, diante das alterações climáticas cada vez mais frequentes, outras espécies devem ser estudadas, visto a possibilidade de mudanças nos padrões que afetam sua distribuição.

Nesse sentido, objetivou-se por meio desta pesquisa, verificar a flutuação populacional de moscas-das-frutas por meio de armadilhas-pet em área comercial de cajá, *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae), discutir sua eventual correlação com fatores climáticos da localidade e a possibilidade de outros padrões condicionantes no estabelecimento dessa população.

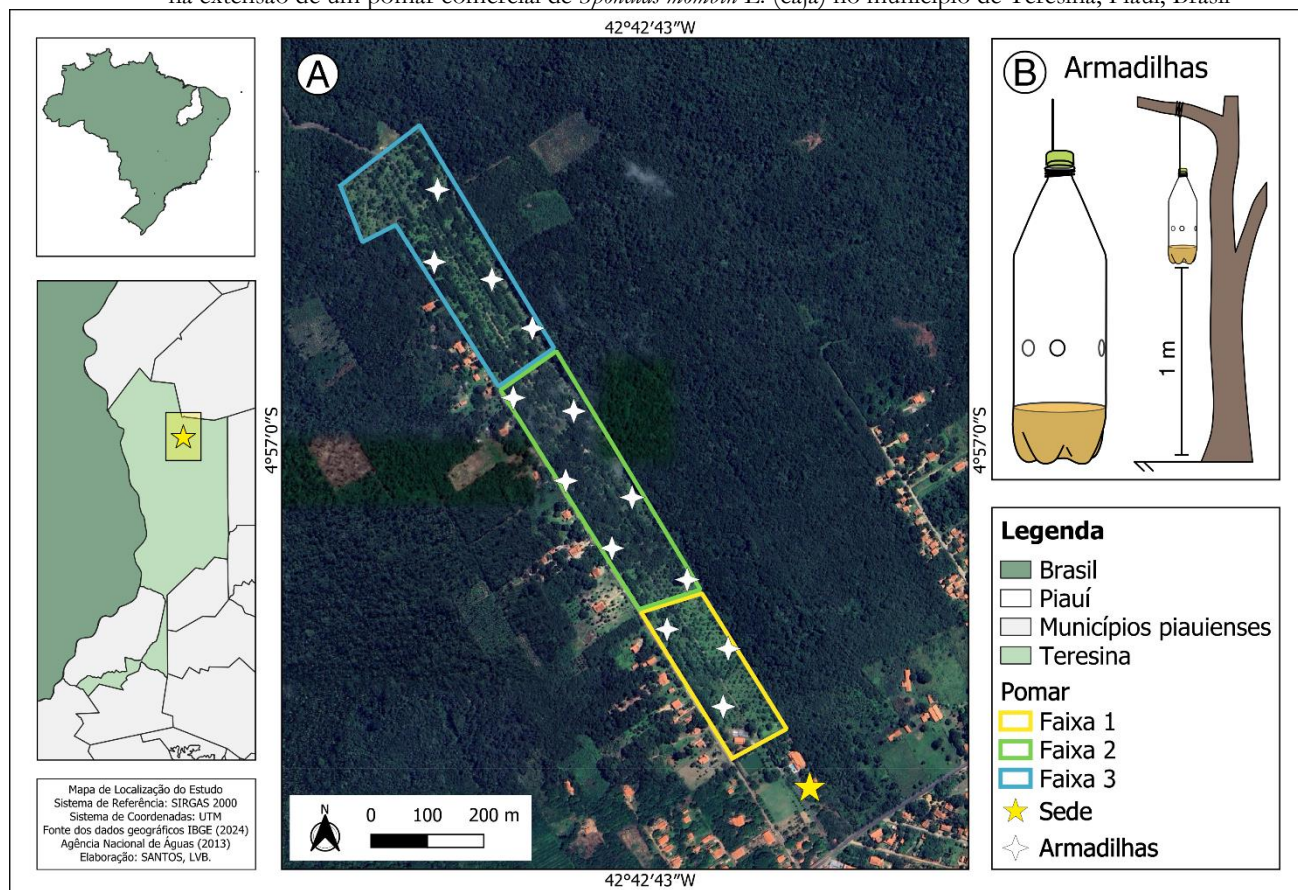
2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no período de agosto de 2021 a julho de 2022, em pomar comercial de cajá, *S. mombin*, localizado no povoado Cacimba Velha (04°57'19,7 "S e 42° 42'33,7 "W), zona rural leste do município de Teresina-PI. O clima, segundo a classificação de Thornthwaite e Mather (1955) é C1sA'a', caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão.

Foram selecionados 13 talhões de um hectare cada, onde foram instaladas armadilhas-pet (uma por hectare) nas áreas periféricas do pomar, a $\frac{3}{4}$ da altura da copa das árvores (Aguiar-Menezes *et al.*, 2006) (figura 1). O atrativo alimentar utilizado foi suco de cajá (diluído a 30% mais 10% de açúcar) (Holanda, 2012). Quinzenalmente o atrativo foi trocado e o material capturado, transportado para o laboratório de Fitossanidade, no Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, para a realização da triagem, onde foram separadas as moscas-das-frutas dos demais espécimes, sendo posteriormente sexadas e contabilizadas (Silva, 2019). Os machos foram identificados somente em nível de gênero

por não apresentarem caracteres taxonômicos específicos (Araújo *et al.*, 2014) e, depois de quantificados foram armazenados para material testemunho. As fêmeas foram conservadas em álcool 70%, para posterior identificação.

Figura 1 – Localização da área de estudo onde foram obtidos os espécimes por meio de armadilhas-pet instaladas na extensão de um pomar comercial de *Spondias mombin* L. (cajá) no município de Teresina, Piauí, Brasil



Fonte: IBGE (2024), adaptado por Santos, L. V. B. em 2025.

A determinação das espécies de moscas-das-frutas da família Tephritidae ocorreu com base nas chaves dicotômicas de Zucchi (1978; 2000), sendo observada a parte final do ovipositor (acúleo) das fêmeas (Zucchi, 2000). As moscas-das-frutas da família Ulidiidae foram encaminhadas para identificação por especialista na área.

As médias mensais de moscas-das-frutas capturadas e o total mensal de precipitação pluviométrica (mm), média mensal da umidade relativa do ar (%) (UR) e média mensal de temperatura mínima (tmi), máxima (tma) e média (°C), foram obtidos no site nacional “weatherspark.com” e submetidos à análise de correlação. A variação sazonal das populações das moscas foi registrada pelo número total de fêmeas capturadas mensalmente (Araújo *et al.*, 2014). Os parâmetros faunísticos dominância, abundância, frequência, constância, índice de Simpson, índice de Shannon-Weaner (H), e índice de equitabilidade (Hill Modificado) foram calculados por

meio do software Anafau (Moraes *et al.*, 2003). Para cálculo dos parâmetros, utilizou-se apenas moscas que foram identificadas a nível taxonômico de espécie.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Flutuação populacional

Durante doze meses de coleta por meio de armadilhas-pet (agosto/2021 a julho/2022), foram obtidos um total de 980 exemplares de moscas-das-frutas, das famílias Tephritidae (475 machos e 487 fêmeas) e Uliidae (7 machos e 11 fêmeas), com diversidade de espécies descrita na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de fêmeas obtidas em armadilhas-pet em pomar comercial de cajá (*Spondias mombin* L.), na zona rural do município de Teresina, Piauí, de agosto/2021 a abril/2022.

Espécies	Total de fêmeas	Frequência relativa (%)
<i>Anastrepha obliqua</i> (Macquart, 1835)	403	81%
<i>A. sororcula</i> Zucchi, 1979	44	8,8%
<i>A. zenildae</i> Zucchi, 1979	22	4,4%
<i>A. fraterculus</i> (Wiedemann, 1830)	13	2,6%
<i>Euxesta</i> spp. Loew	11	2,2%
<i>A. distincta</i> Greene, 1934	3	0,6%
<i>A. pseudoparalella</i> (Loew, 1873)	1	0,2%
<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1830)	1	0,2%
Total capturado	498	100%

Fonte: Autores, 2022.

Os representantes da família Uliidae (2,2%) foram obtidos durante os meses de safra do cajá (fevereiro, março e abril/2022), apenas nas armadilhas 1 e 2, localizadas nos hectares iniciais do pomar, próximas a um plantio de milho (*Zea mays* L.). Foram identificadas apenas a nível de gênero (*Euxesta* Loew), por não terem sido identificados a nível taxonômico de espécie, não foram considerados nos cálculos dos parâmetros faunísticos.

Enquanto isso, os representantes da família Tephritidae apresentaram maior população (97,8%) e número de espécies (sete). Apenas um espécime de *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1830) foi obtido, durante o mês de dezembro de 2021, o que corrobora a fraca correlação desta espécie

com *S. mombin*. As demais espécies de tefritídeos foram todas do gênero *Anastrepha* Schiner, o que reafirma sua importância econômica e associação com *S. mombin*. Holanda (2012) aponta que *Anastrepha* é o gênero mais diversos de moscas-das-frutas nos trópicos e subtropicais da América, com mais de 250 espécies descritas, sendo 112 registradas no Brasil.

Estudos realizados em pomares comerciais demonstram que podem ocorrer diversas espécies de moscas-das-frutas, mas apenas uma ou duas são consideradas dominantes (Tabela 2). O fator dominância das espécies é influenciado especialmente pela ecologia da localidade, pelos parâmetros: abundância e riqueza de espécies de plantas hospedeiras, complexidade dos pomares, o agroecossistema adjacente e a altitude (Aluja, 1994).

Tabela 2 – Caracterização de espécies de *Anastrepha* Schiner e *Ceratitis* (Wiedemann) em pomar comercial de cajá por índices faunísticos, no município de Teresina, Piauí, de agosto/2021 a julho/2022.

Espécies	N	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
<i>Anastrepha.obliqua</i> (Macquart, 1835)	403	SD	SA	SF	W
<i>Anastrepha sororcula</i> Zucchi, 1979	44	D	MA	MF	W
<i>Anastrepha zenildae</i> Zucchi, 1979	22	D	C	F	W
<i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann, 1830)	13	D	C	F	Y
<i>Anastrepha distincta</i> Greene, 1934	3	ND	C	F	Z
<i>Anastrepha pseudoparalella</i> (Loew, 1873)	1	ND	C	F	Z
<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1830)	1	ND	C	F	Z

N: Número de fêmeas; SD: superdominante; D: dominante; ND: não dominante; SA: superabundante; MA: muito abundante; C: comum; W: constante; Y: acessória; Z: acidental.

Fonte: Autores, 2022.

A dominância (0,69) e o índice de Simpson (0,30) apontam valores discrepantes, muito provavelmente pelas taxas elevadas de *A. obliqua* em detrimento das demais espécies. O índice de Simpson foi considerado baixo, indicando que a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso e independentes pertencerem à mesma espécie foi de 30%. Do mesmo modo, é possível inferir que os valores baixos do índice de Shannon-Weaner (0,66) e de Hill modificado (0,34), também resultaram da alta frequência de *A. obliqua*, reafirmando sua superdominância.

O índice de Margalef foi considerado baixo (0,96). Esse índice dificilmente ultrapassa o valor de 4,5, variando geralmente entre 1,5 a 3,5 (Margalef, 1972; Aguiar-Menezes *et al.*, 2008). Segundo Begon *et al.* (1996) valores baixos deste índice significam predominância de determinados

grupos taxonômicos, o que aconteceu no pomar, enquanto valores acima de 5,0 apontam uma grande riqueza biológica.

A riqueza e a diversidade de espécies observadas no pomar, não puderam ser confrontadas com outros registros exclusivos em pomares de cajá, uma vez que geralmente, as pesquisas realizadas ocorrem com associação desta frutífera a outros cultivos, com interesse no índice de infestação e taxa de parasitismo, carecendo discussões acerca da correlação com parâmetros de diversidade, tais como os índices acima descritos.

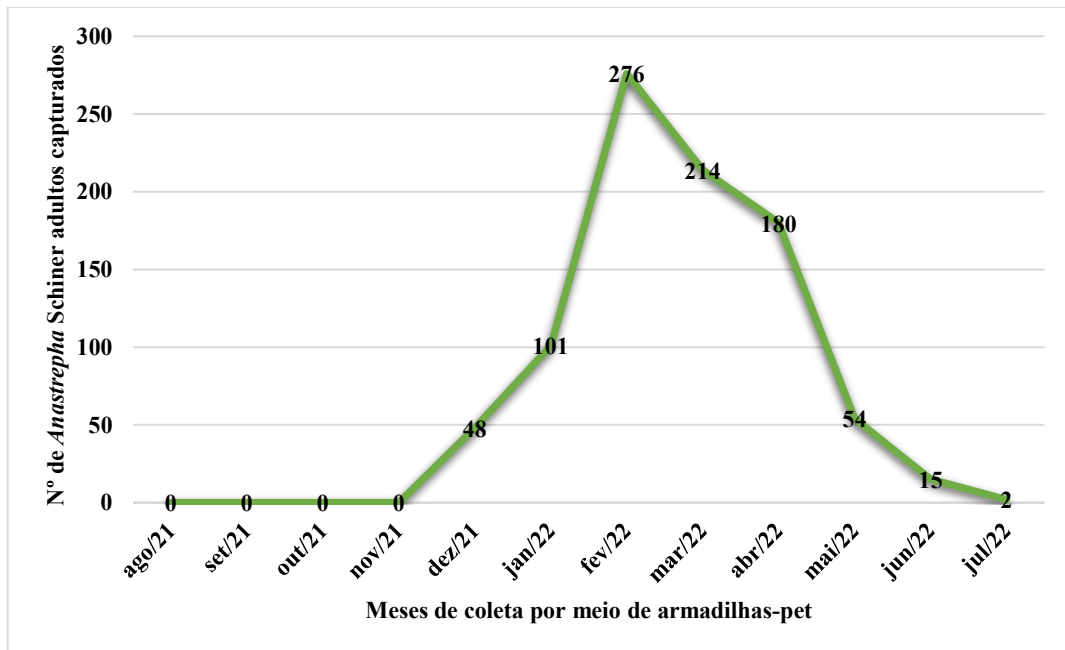
O índice MAD (Mosca/Armadilha/Dia) é outro parâmetro importante para áreas de cultivo comercial, visto que sua pontuação influencia diretamente na qualidade e possibilidade de exportação de frutos para o exterior (Haji *et al.*, 2001). No pomar da pesquisa, considerando o total de espécimes obtidos (980), o índice foi equivalente a 0,20. Tomando como base o mercado norte-americano, as frutas do pomar estariam aptas, visto que o MAD ideal para este país seria menor que um.

No que se refere às coletas realizadas durante os meses de estiagem do cajá (agosto/2021 a novembro/2021) não foram capturados tefritídeos, apenas a partir do mês de dezembro/2021. O aumento foi exponencial, à medida que se aproximava o período de frutificação. Segundo Silva *et al.* (2014), os maiores picos populacionais ocorreram no período da mudança de coloração dos frutos (maturação), contudo, a infestação também estava relacionada à fatores climáticos, especialmente precipitação pluviométrica.

Assim, a flutuação populacional das moscas-das-frutas variou em função do período de safra do cajá, uma vez que os altos índices de captura foram observados durante os meses de frutificação (fevereiro/22 a abril/22) com pico populacional em fevereiro/22. O início da ocorrência de tefritídeos no pomar encontra-se atrelado ao crescimento vegetativo promovido após as primeiras chuvas subsequentes ao período de estiagem (dezembro/2021 e janeiro/2022) (Figura 1).

Nesse sentido, o pico populacional evidenciado no mês de fevereiro/2022 (Figura 2), ocorreu especialmente pelo início da oferta de frutos na localidade. Segundo Corsato (2004), regiões tropicais tendem a apresentar flutuação populacional de moscas-das-frutas correlacionada com a ocorrência de plantas hospedeiras e não somente às variáveis climáticas.

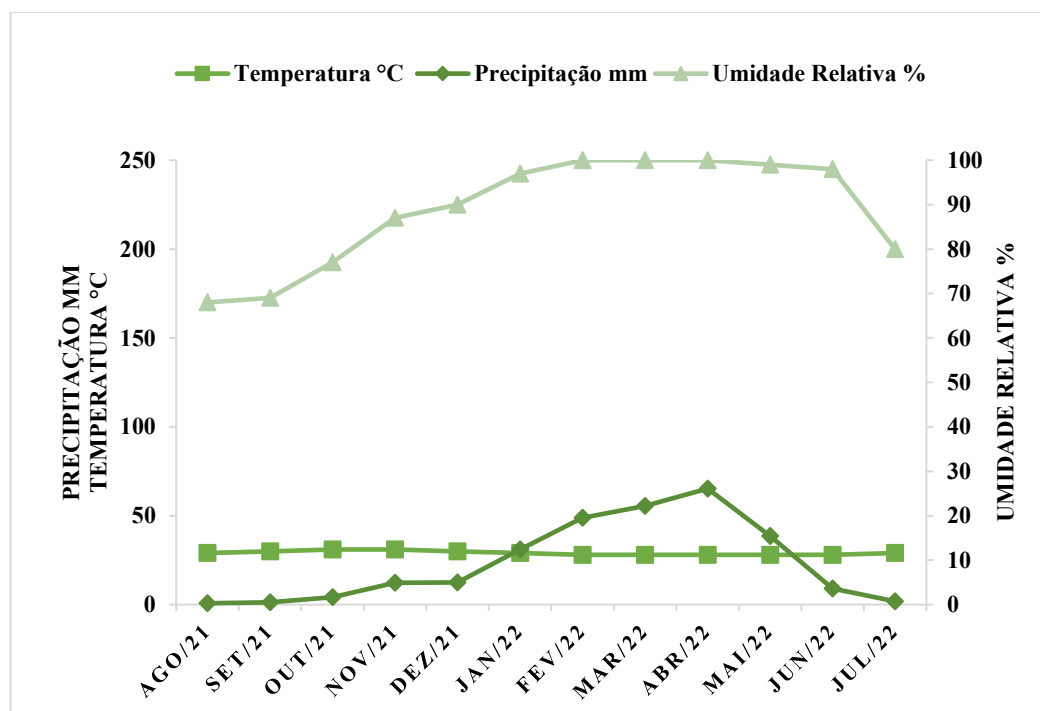
Figura 2 – Flutuação populacional de *Anastrepha* Schiner adultos obtidos no pomar comercial de cajá (*Spondias mombin* L.), na zona rural do município de Teresina, PI, por meio de armadilhas-pet.



Fonte: Autores, 2022.

No entanto, as médias mensais das variáveis: temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar foram registradas e observou-se correlação da flutuação populacional com a precipitação pluviométrica, onde ocorreu diminuição na distribuição de moscas-das-frutas no pomar a partir do mês de março, com declínio acentuado em abril, período o qual o índice pluviométrico aumentou consideravelmente (Figura 3).

Figura 3 – Médias mensais de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar do município de Teresina, PI, de agosto/2021 a julho/2022.



Fonte: Autores, 2022.

Com isto, Ronchi-Teles e Silva (2005) apontam que a ocorrência de moscas-das-frutas não está condicionada a uma precipitação pluviométrica elevada, visto que a umidade do solo pode contribuir na diminuição de pupários viáveis, mesmo com outras condições favoráveis na região. Apontamento que traz correlação para a realidade do pomar, visto que a ocorrência e distribuição de moscas-das-frutas no período de maior precipitação pluviométrica (a partir de abril/2022), diminuiu.

Selivon (2000) aponta que a ocorrência de tefritídeos está diretamente relacionada às questões climáticas, podendo ser divididos em dois grupos: os que ocorrem em regiões de clima temperado e os que ocorrem em climas tropicais. As espécies de regiões temperadas apresentam em sua maioria, estabilidade nas populações, com seus representantes permanecendo na mesma área por várias gerações, infestando um único hospedeiro. Além disto, são consideradas univoltinas, ou seja, apresentam apenas uma geração por ano.

Ainda, Selivon (2000) caracteriza como multivoltinas, as espécies de regiões tropicais e subtropicais, que desenvolvem mais de uma geração ao ano. O potencial destas espécies para infestar frutíferas diversas (polífagas), além de possuírem frequência e distribuição transitórias, estabelecendo-se em regiões com ocorrência de frutos maduros, faz com que sejam as espécies mais estudadas, diante de sua maior importância econômica.

Nesse contexto, *A. obliqua* é considerada multivoltina, visto seu caráter potencial para infestar frutíferas tropicais diversas. Apesar da correlação de espécies multivoltinas com questões climáticas, verificou-se que a oferta de frutos foi fator principal para ocorrência de moscas-das-frutas neste pomar, em detrimento de variáveis climáticas. O aumento da precipitação pluviométrica no mês final da safra (abril/2022), pode ter contribuído de forma secundária para diminuição da população, visto o encharcamento do solo, inviabilizando o ciclo de vida de moscas-das-frutas.

4 CONCLUSÃO

Anastrepha obliqua foi a única espécie registrada como superdominante, superabundante e a mais frequente da localidade (81%). Além disso, foram obtidas *A. sororcula* (8,8%), *A. zenildae* (4,4%), *A. fraterculus* (2,6%), *Euxesta* spp. (2,2%), *A. distincta* (0,6%), *A. pseudoparalella* (0,2%) e *Ceratitis capitata* (0,2%).

Foram obtidos nesta pesquisa, o primeiro registro de moscas *Euxesta* spp. em pomares de *S. mombin* no Brasil, além do primeiro registro de *A. distincta* e *A. pseudoparalella* no município de Teresina, Piauí.

A oferta de frutos foi considerada fator principal para ocorrência e distribuição de moscas-das-frutas na localidade, em detrimento de variáveis climáticas, visto que a população variou em função do período de safra.

Agradecimentos

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa concedida à primeira autora deste artigo. À taxonomista Almerinda Amélia Rodrigues Araújo pela identificação dos espécimes.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E.; SOUZA, J. F.; SOUZA, S. A. S.; LEAL, M. R.; COSTA, J. R.; MENEZES, E. B. **Armadilha-pet para captura de adultos de moscas-das-frutas em pomares comerciais e domésticos**. Circular técnica: EMBRAPA Agrobiologia, 2006. 8p.
- AGUIAR-MENEZES, E. L.; SOUZA, S. A. S.; LIMA-FILHO, M.; BARROS, H. C.; FERRARA, F. A. A.; MENEZES, E. B. Análise Faunística de Moscas-das-Frutas (Diptera: Tephritidae) nas regiões Norte e Nordeste do Estado do Rio de Janeiro. **Neotropical Entomology**, v.37, n.1, p.8-14, 2008.
- ALBERTI, S.; BOGUS, G. M.; GARCIA, F. R. M. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de pessegueiro e maracujazeiro em Itaceminha, Santa Catarina. **Biotemas**, v.25, n.1, p.53-58, 2012. Doi: 10.5007/2175-7925.2012v25n2p53

ALUJA, M. Bionomic and managment of *Anastrepha*. **Revista Entomologia**, v. 39, p. 155-178, 1994.

ARAÚJO, A. A. R.; SILVA, P. R. R.; SILVA, R. B. Q.; SOUSA, E. P. S.; SOARES, L. L. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas às frutíferas nativas de *Spondias* spp. (Anacardiaceae) e *Ximenia americana* L. (Olacaceae) e seus parasitoides no estado do Piauí, Brasil, **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v.35, n. 4, p. 1739-1750, 2014.

BEGON, M.; HAPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology**: Individuals, populations and communities. 3.ed. Oxford, Blackwell Science, 1996. 1068p.

CANESIN, A.; UCHOA-FERNANDES, M. A. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em um fragmento de floresta semidecídua em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.1, p. 185-190, 2007.

CHIARADIA, L. A.; MILANEZ, J. M.; DITTRICH, R. Flutuação populacional de moscas-das-frutas em pomares de citros no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.34, n.2, p.337-343, 2004. Doi: 10.1590/S0103-84782004000200001

CORSATO, C. D. A. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares de goiaba no norte de Minas Gerais**: Biodiversidade, Parasitoides e Controle Biológico. 2004. 83p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

COSTA, J. F.; SILVA, T. G. F. Prospecção do Nordeste brasileiro para a incidência da mosca-das-frutas em cenários de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, PE, v.9, n. 7, p. 2148-2163, 2016.

FEITOSA, S. S.; SILVA, P. R. R.; PÁDUA, L. E. M.; CARVALHO, E. M. S.; PAZ, J. K. S.; PAIVA, D. R. Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a variedades de manga no Município de José de Freitas, Piauí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v.30, n. 1, p. 112-117, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000100021>

GARCIA, F. R. M.; CAMPOS, J. V.; CORSEUIL, E. Flutuação populacional de *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Tephritidae) na Região Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.3, p.415-420, 2003.

HAJI, F. N. P.; MIRANDA, I. G.; SOUZA, A. M.; BARBOSA, F. R.; LIMA, M. P. L. Monitoramento de moscas-das-frutas na cultura da manga, no Submédio do Vale do São Francisco. EMBRAPA Semiárido, Petrolina, PE, 2001. Comunicado técnico, 98. 4p.

HOLANDA, M. J. A. **Diversidade de espécies de *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) no município de Caxias e no Parque Estadual do Mirador, Maranhão, Brasil**. 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 2012.

MARGALEF, R. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. **Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences**, New Haven, v.14, p.211-235, 1972.

MORAES, R. C. B.; HADDAD, M. L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A. E. L. Software para análise faunística. In: 8º Simpósio de controle biológico. **Anais [...]**, v.1, n.1, p. 195, 2003.

RONCHI-TELES, B.; SILVA, N. M. Flutuação populacional de espécies de *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) na região de Manaus, AM. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v.34, n.5, p.733-741, 2005. DOI: 10.1590/S1519-566X2005000500004

SANTOS, M. S.; NAVACK, K. I.; ARAÚJO, E. L.; SILVA, J. G. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) Em Bel-Monte, Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 86-93, 2011. Doi:

SARUHASHI, S. **Sensibilidade e tolerância térmica da mosca-das-frutas *Anastrepha* sp.1 aff *fraterculus* (Diptera: Tephritidae)**. 2020. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Geral) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2020.

SELIVON, D. Biologia e padrões de especiação. In: Malavasi, A.; Zucchi, R. A. (eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Editora Holos, Cap.1, p.13-24. 2000.

SILVA, F. F.; REDAELLI, L. R.; MEIRELLES, R. N.; SOGLIO, F. K. Danos de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em citros, manejados no sistema orgânico de produção. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.61, n.5, p.637-642, 2014. Doi: 10.1590/0034-737X201461050006

SILVA, F. L. G. **Efeito da temperatura nos estágios imaturos de *Anastrepha fraterculus* e *Anastrepha obliqua* (Diptera: Tephritidae)**. 2020. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020.

SILVA, P. G. **Mosca-das-frutas (Diptera:Tephritidae) associada a fruteiras em Miguel Alves – PI**. 2019. 45f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal do Piauí, Teresina. 2019.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Drexel Institute of Technology. Laboratory of Climatology, 1955. 104 p.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Flutuação populacional de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera, Tephritidae) no campus “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. **Arquivos do Instituto de Biologia**, São Paulo, v.70, n.4, p.459-465, 2003.

ZILLI, G.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística e flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomar de *Citrus sinensis* no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biodiversidade Pampeana**, v.8, n.1, p.39-45, 2010.

ZUCCHI, R. A. **Taxonomia das espécies de *Anastrepha* Schiner, 1869 (Diptera, Tephritidae) assinaladas no Brasil**. 1978. 105 f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba, 1978.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: Malavasi, A.; Zucchi, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Editora Holos, Cap.1, p.13-24. 2000.

CAPÍTULO 3

TOXICIDADE E REPELÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE COPAÍBA SOBRE *Sitophilus zeamais* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE), EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADOS: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Felipe Prado dos Santos Gomes   

Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI, Brasil

Lúcia da Silva Fontes   

Doutorado em Ciências, Professora titular da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, Brasil

DOI: 10.52832/wed.178.1033 



Resumo: O gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* é o principal de danos significativos nos milhos, pois tem um elevado potencial biótico e infestação cruzada, afetando tanto o milho ainda na espiga, quanto o milho no silo. O objetivo desse trabalho consistiu em fazer um levantamento bibliométrico dos trabalhos desenvolvidos com inseto-praga em grãos de milho armazenados com interação do óleo de copaíba. Nessa pesquisa, foi quantificado os trabalhos realizados sobre os efeitos de toxicidade e repelência de óleos essencial de copaíba sobre *S. zeamais*. Tendo como base artigos relevantes no banco de dados do periódico Capes, na base de dados Web of Science, num recorte temporal de 2015-2020, com o idioma no português ou inglês. Na consulta, foi utilizado o operador booleano “AND” para adição de ocorrências com os termos em inglês: “*Sitophilus zeamais*” AND “Toxicity”; “*Sitophilus zeamais*” AND “Repellency”; “*Sitophilus zeamais*” AND “essential oil”; “*Sitophilus zeamais*” AND “Copaifera”. Esse estudo revelou que existem poucas pesquisas com óleo essencial de copaíba para controle alternativo de *S. Zeamais* em milho armazenado. Com base nos dados levantados, tanto na Science direct quanto na Web of Science, constata-se através do número de artigos publicados referentes aos efeitos do óleo essencial de copaíba (*Copaifera*) sobre *S. zeamais* em milho, que deve ser realizada mais pesquisa com o uso desse óleo e a análise dos efeitos inseticidas desse óleo sobre esse inseto-praga.

Palavras-chave: Levantamento bibliométrico. Gorgulho do milho. Controle alternativo.

1 INTRODUÇÃO

O gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) é o principal causador de prejuízos nos milhos, pois tem um elevado potencial biótico e infestação cruzada, sendo responsável por afetar tanto o milho ainda na espiga, quanto o milho no silo (Gallo *et al.*, 2002). Onde no seu desenvolvimento acaba por atacar os milhos, pois as larvas, aparte do momento da eclosão, pois se alimentam do miolo do milho e quando adulto, cria mandíbulas mais fortes para a postura dos ovos, criando novas galerias (Antunes, 2011). No cenário atual, o desenvolvimento desse inseto, já considerado pragas, é muito prejudicial e o no seu combate com produtos fitossanitários, muitas vezes com inseticidas tóxicos para os seres humanos e os animais, causando ainda mais prejuízo.

A produção de grãos de milho no Brasil na safra 2024/2025, segundo o IBGE, é estimada em 124,8 milhões de toneladas, representando um crescimento de 8,8% em relação ao volume produzido em 2024/2025.

A estimativa para a produção de milho em 2025 é de 120,6 milhões de toneladas, crescimento de 5,1% em relação ao ano de 2024, justificado pelo aumento do rendimento médio de 4,5% (5 613 kg/ha) (IBGE, 2025).

Com o avanço dessas lavouras e o baixo incentivo a segurança alimentar, ocorre o aumento do uso de inseticidas tóxicos nas plantações que afeta tanto os insetos quanto os seres humanos e o desenvolvimento de um possível novo plantio (Salvadores *et al.*, 2007). Visto que essa demanda e a preocupação do público, está sendo investigado estratégias para o controle de praga utilizando extrato de plantas, sendo esse um dos mais sustentáveis e seguros, pois esses extratos afetam

somente os insetos herbívoros (Ebadollahi, 2013). A pesquisa para conter o avanço dessa praga agrícola tem sido para diminuir a taxa de reprodutividade, toxicidade por contato e repelência nos silos de grãos (Bittner, 2008). Esses produtos fitossanitários naturais, extrato de plantas, apresentam uma baixa toxicidade no consumo, um bom custo-benefício e degradação rápida e eficaz na aplicação (Isman, 2006).

Com isso, um dos principais métodos de contenção dessa praga é o uso de óleos essenciais das plantas, pois pela sua fácil extração (hidrodestilação), e seu teor tóxico para os insetos de grãos, acaba sendo muito eficaz (Ebadollahi, 2013). Sendo a copaíba nossa principal representante no combate a essa praga com óleo essencial. Mesmo sofrendo danos por conta de cupins e fungos, ela apresenta efeitos de toxicidade e atração dos outros insetos herbívoros, como os gorgulhos. A utilização desse óleo, além de fácil obtenção, pois seus espécimes crescem na América latina e na África, tem outros inúmeros benéficos para os seres humanos, como efeitos antibióticos, anti-inflamatórias, antissépticas e ajuda na cicatrização (Martins *et al.*, 2021).

O intuito desse trabalho é fazer um levantamento bibliométrico dos trabalhos desenvolvidos com gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* em grãos de milho armazenados com interação do óleo essencial de copaíba. O objetivo desse trabalho consistiu em fazer um levantamento bibliométrico dos trabalhos desenvolvidos sobre a toxicidade e repelência do óleo essencial de copaíba (*Copaifera*) sobre *S. zeamais* em grãos de milho armazenado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Gorgulhos são insetos pertencentes a ordem coleóptera, sendo considerado nas ciências agrárias como uma difícil praga de se lidar, pois em seu desenvolvimento acaba por atacar silos de grãos nas regiões tropicais, onde o clima, a umidade e a abundância de alimento (núcleo dos grãos), faz com que, tenham um elevado potencial biótico, isso traz uma vantagem como um rápido desenvolvimento de crescimento e de reprodução (Paixão, 2009). O ataque dessa praga, faz com que os grãos percam o valor nutritivo e da qualidade fisiológica das sementes, além da perda de biomassa que de acordo com Schöller *et al.* (1997) essas perdas podem atingir até 30% em alguns casos, sendo que 10% dessa perda é causado pelos gorgulhos (Antunes, 2011). A alta resistência desses insetos contra inseticidas dificulta ainda mais seu controle de população, mesmo sua baixa resistência ao frio, se torna algo inviável para agrônomos que se localizam na região tropical, sendo uma solução de boa qualidade e segura para esse controle o uso de plantas com ação inseticida, defendendo o armazenamento de grãos e sendo uma alternativa ecológica (Paraginski, 2015).

Os óleos essenciais apresentam uma composição complexa, onde as suas principais características são sua fácil extração, onde é feita a retirada do vapor das folhas (hidrodestilação),

possuindo uma baixa toxicidade contra os mamíferos e muito eficaz contra as pragas de insetos (Ebadollahi, 2013). Assim, ele acaba por reduzir a oviposição, o crescimento e aumentando a mortalidade das pragas de silo, sendo uma opção segura e baixos custos econômicos (Betancur, 2010). Nos trabalhos realizados por Simas *et al.* (2004), demonstro a presença de nitrogênio e fenilpropanóides, sendo um importante inseticida natural, contra o *Aedes aegypti* (ordem: díptera), a presença dessa substância na produção do óleo essencial acaba por ser um forte inseticida contra outros tipos de insetos (Ootani, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Nesse levantamento bibliométrico, foi analisado os efeitos de toxicidade e repelência de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais*. Tendo como base artigos relevantes no banco de dados do periódico Capes, na base de dados Web of Science, num recorte temporal de 2015-2020, com o idioma no português ou inglês.

Na consulta, foi utilizado o operador booleano “AND” para adição de ocorrências com os termos em inglês: “*Sitophilus zeamais*” AND “Toxicity”; “*Sitophilus zeamais*” AND “Repellency”; “*Sitophilus zeamais*” AND “essential oil”; “*Sitophilus zeamais*” AND “*Copaifera*”. Após esse levantamento, esses dados passaram por softwares de análise para demonstrar sua relevância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No trabalho realizado, foi feito o levantamento bibliográfico no Web of Science dos efeitos dos óleos essenciais de no *Sitophilus zeamais*. Esse levantamento comprovou uma variedade de estudos nessa área, apesar da pouca relevância dos artigos feitos com copaíba. Demonstrando que apesar de seus efeitos medicinais, antifúngico e inseticidas

(Martins, 2021) a copaíba ainda é pouco pesquisada na área de controle biológico de pragas. (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de relevância das publicações ao passar dos anos.

	TGCS					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
“<i>Sitophilus zeamais</i>” AND “Toxicity”	534	349	276	255	49	79
“<i>Sitophilus zeamais</i>” AND “Repellency”	492	242	224	190	42	76
“<i>Sitophilus zeamais</i>” AND “Essential oil”	485	322	232	237	40	62
“<i>Sitophilus zeamais</i>” AND “<i>Copaifera</i>”	8	0	0	0	0	0

*TGCS: Total Global Citation Score (Pontuação Global de Citações).

Fonte: Autores, 2025.

Na tabela 2 consta o levantamento quantitativo do número de artigos publicados no recorte temporal dos anos de 2015 a 2020. Os resultados demonstram uma menor concentração de artigos produzidos sobre as Copaíferas. Isso ocorre, pois as copaibeiras são árvores comuns à América Latina e África Ocidental (Pieri *et al.*, 2009).

Tabela 2 - Número de artigos publicados com recorte temporal no período compreendido do ano de 2015 a 2020.

	BRAZIL	CHILE/MEXICO	USA	CHINA	TOTAL
“<i>SITOPHILUS ZEAMAI</i>S” AND “TOXICITY”	44	11	10	37	102
“<i>SITOPHILUS ZEAMAI</i>S” AND “REPELLENCY”	10	6	0	18	34
“<i>SITOPHILUS ZEAMAI</i>S” AND “ESSENTIAL OIL”	45	12	2	44	103
“<i>SITOPHILUS ZEAMAI</i>S” AND “COPAIFERA”	2	0	0	0	2

Fonte: Autores, 2025.

Essa baixa quantidade produção de artigos deve despertar os estudiosos da área a realizarem mais pesquisas com óleos essenciais a fim de encontrarem resultados promissores para controle de de *S. Zeamais* em grãos de milho armazenado.

Na Tabela 3, estão as Bases de Dados, Periódicos, e autores cujos artigos na pesquisa com “*Sitophilus zeamais*” AND “*Copaifera*”. Foram encontrados nesse levantamento realizado no período de 2015 a 2020, apenas para os anos de 2015 a 2017.

Tabela 3 - Artigos encontrados sobre a pesquisa: “*Sitophilus zeamais*” AND “*Copaifera*”.

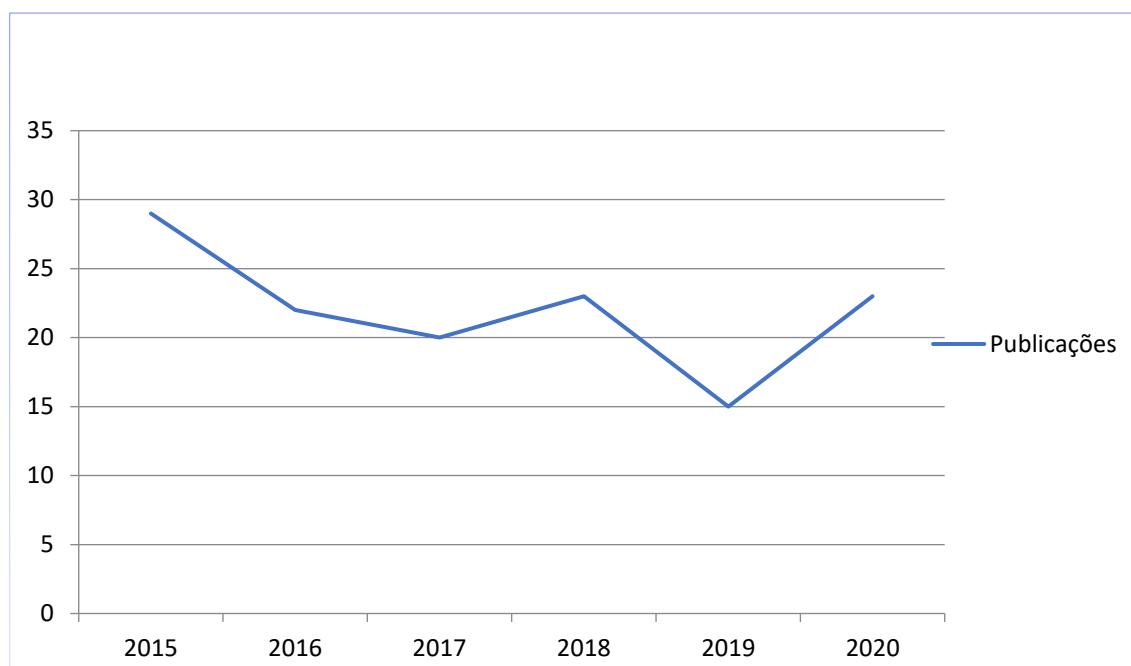
Nº	BASE DE DADOS	PERIÓDICOS	AUTORES	ÓLEOS ESSENCIAIS TESTADOS	GÊNERO/ ESPÉCIE DO INSETO	CULTURA
1	Web of Science	JOURNAL OF STORED PRODUCTS RESEARCH	Santos, A. C. V.. (2015)	<i>Astrocaryum aculeatum</i> Meyer; <i>Copaifera</i> spp.; <i>Carapa guianensis</i> Aublet; [...]	<i>Sitophilus zeamais</i>	Milho (<i>Zea mays</i>)

2	Web of Science	Revista Brasileira de Plantas Medicinais Revista Caatingas	Almeida <i>et al.</i> (2017)	<i>Copaifera</i> spp.;	<i>Sitophilus zeamais</i>	Milho (<i>Zea mays</i>)
---	----------------	--	------------------------------	------------------------	---------------------------	---------------------------

Fonte: Autores, 2025.

Os resultados dos dados apresentados na Science direct quanto na Web of Science, foram analisados e quantificados pelo programa HistCite. Nele foi possível quantificar os trabalhos apresentados durante os anos de análise, quanto a TGCS dos trabalhos referenciados globalmente. Tendo uma amostragem geral dos dados é possível perceber um maior interesse nessa área nos anos de 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020, onde verifica-se muitas publicações (Figura 1).

Figura 1 - quantificação de trabalhos referente aos anos de publicação de 2015-2020.



Fonte: Autores, 2025.

5 CONCLUSÃO

Com base nos dados levantados, tanto na *Science Direct* quanto na *Web of Science*, apresentam uma quantificação de artigos publicados referentes a interação do óleo de copaíba (*Copaifera*) com o *Sitophilus zeamais*. Demonstrando uma área de pesquisa para o manejo desse óleo e a análise dos efeitos inseticidas que ele apresenta com os insetos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W. A.; LEDUINO, I. H.; VIEIRA, A. C. Potentiation Of Copaiba Oil-Resin With Synthetic Insecticides To Control Of Fall Armyworm Potencialização Do Óleo-Resina De

Copaíba Com Inseticidas Sintéticos Para O Controle Da Lagarta-Do-Cartucho. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais Revista Caatinga**, [S. l.], p. 1059 - 1066, 27 set. 2017.

ANTUNES, L. *et al.* Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **AGRIAMBI**, [S. l.], v. v.15, n. N.6, p. 615–620, 26 ago. 2011.

BETANCUR, M. Efeito inseticida de óleos essenciais sobre *Sitophilus zeamais* Mots (Coleoptera). **ROCA**, [S. l.], p. 6-7, 8 dez. 2016.

BITTNER, J. Efeitos Essenciais de dois óleos de cinco espécies de plantas contra os semanos de grãos *Sitophilus zeamais* e *Acanthoscelides obtectus*. **Hindawi**, [S. L.], V. 53, N. No. 1, P. 4-5. 2008.

EBADOLLAHI, A. Avaliação das Atividades Inseticidas de Três Espécies de *Eucalipto* Cultivadas No Irã, Contra *Hyphantria Cunea Drury* (LEPIDOPTERA: ARCTIIDAE). **DIÁRIO DE PESQUISA DE PROTEÇÃO DE PLANTAS**, [S. l.], v. Vol. 53, n. No. 4, p. 1-3, 8 dez. 2013.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 920 p.
HAREIN, P. K.; DAVIS, R. Control of stored-grain insects. In: SAUER, D.B. (ed.). Storage of cereal grains and their products.4.ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1992. p.491-534.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE, 2025).
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/42436-ibge-preve-safra-de-322-6-milhoes-de-toneladas-para-2025-com-crescimento-de-10-2-frente-a-2024>. Acesso: 07 de maio de 2025.

ISMAN, M. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **PubMed**, [S. l.], p. 2-4, 10 jan. 2008.

MARTINS, J. C. *et. al.* Copaiba oil and Neem extract can be a potential alternative for the behavioral control of *Sitophilus zeamais*. **Brazilian Journal of Biology**, [S. l.], v. vol. 84, p. 1-6, 26 jul. 2021.

PAIXÃO, M. F. Controle alternativo do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, em armazenamento com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Instituto Agrônômico do Paraná, v. 1, p. 68 -73, 2 ago. 2021.

PARAGINSKI, R. *et al.* Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. **AGRIAMBI**, [S. l.], p. 1-4, 1 maio 2015.

PIERI, F.; A.; MUSSI, M. C.; Martins; MOREIRA, M. A. Óleo de copaíba (Copaifera sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. ResearchGate, [S. l.], p. 465 - 471, 1 jan. 2009.

SALVADOR, D. V. APLICAÇÃO DO GÁS OZÔNIO EM GRÃOS DE FEIJÃO: SATURAÇÃO E CONTROLE DE *Zabrotes subfasciatus* EM DIFERENTES VAZÕES ESPECÍFICAS. **LOCUS UFV**, [S. l.], p. 12 - 13, 27 jun. 2022.

SANTOS, A. C. et al. Uso de óleos vegetais do sudoeste da Amazônia para o controle do gorgulho do milho. **JOURNAL OF STORED PRODUCTS RESEARCH**, [S. l.], p. 67 - 70, 1 jul. 2015.

SCHÖLLER, M.; STEIDL, J. Fecundity and ability of the parasitoid *Lariophagus distinguendus* (Hymenoptera: Pteromalidae) to find larvae of the granary weevil *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) in bulk grain. **ELSEVIER**, [S. l.], p. 43 -53, 12 jan. 1997.

SIMAS, N. K.; LIMA, E.C.; CONCEIÇÃO, S. R. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue: atividade larvicida de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. *Química Nova*, São Paulo, v.27, n.1, p.46-49, 2004.

UGARTE, Y. S; U.Y. et al. Polvos de especias aromáticas para el control del gorgojo del maíz, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, en trigo almacenado. *Agricultura Técnica*, v.67, n.2, p.147-154, 2007.

YANG, Kai; ZHOU, Yu. Toxicity of *Rhododendron anthopogonoides* Essential Oil and Its Constituent Compounds towards *Sitophilus zeamais*. **Molecules**, [S. l.], p. 3-5, 14 fev. 2011.

CAPÍTULO 4

TOXICIDADE E REPELÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO SOBRE *Sitophilus zeamais* EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADOS: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Francisco Hugo Cavalcante Neto   

Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI, Brasil

Lúcia da Silva Fontes   

Doutora em Ciências pelo Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares (IPEN), Universidade de São Paulo (USP), Docente do Centro de Ciências da Natureza (CCN), Departamento de Biologia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI, Brasil

DOI: 10.52832/wed.178.10334 



Resumo: O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, amplamente utilizado na alimentação humana e animal, além de servir como matéria-prima para diversos produtos industriais. No entanto, o ataque de *Sitophilus zeamais* representa uma das maiores causas de perdas durante o armazenamento de grãos. Diante da necessidade de alternativas ao uso de inseticidas sintéticos, os óleos essenciais surgem como compostos naturais promissores, destacando-se o óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), rico em eugenol, substância com reconhecida ação inseticida e repelente. Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliométrico sobre os efeitos do óleo essencial de cravo no controle de *S. zeamais* em grãos de milho armazenados, utilizando as bases ScienceDirect, Periódicos CAPES e SciELO. Foram encontradas 117 publicações, das quais 73 foram consideradas aptas para análise. A base CAPES apresentou o maior número de estudos (55), seguida pela ScienceDirect (14) e SciELO (4). O pico de publicações ocorreu em 2022, com 19 registros, especialmente na CAPES, enquanto a SciELO apresentou crescimento recente em 2024. Os resultados demonstram aumento do interesse científico pelo uso de óleos essenciais no manejo de pragas de grãos armazenados. Contudo, observou-se escassez de estudos específicos sobre o óleo essencial de cravo-da-índia, indicando uma necessidade de novas pesquisas que explorem seu potencial inseticida e mecanismos de ação, visando ao desenvolvimento de alternativas sustentáveis no controle de *S. zeamais*.

Palavras-chave: Bioinseticida. Controle alternativo. Armazenamento de grãos. Produtos botânicos. Inseticida natural.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea pertencente à família Poaceae, originária de uma região que compreende o sul do México e o norte da Guatemala. Estudos genéticos reforçam a hipótese de múltiplos centros de domesticação no continente americano, sendo o *teosinto* (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) apontado como seu ancestral mais próximo, cuja domesticação teria ocorrido por volta de 7.000 a.C., no sul do México. Esse cereal era considerado sagrado pelas civilizações maia e asteca, sendo denominado "alimento dos deuses" (Kistler *et al.*, 2018).

O milho possui grande importância econômica, sendo amplamente utilizado na alimentação humana e animal, além de servir como matéria-prima para a produção de bebidas, biocombustíveis, polímeros e outros derivados industriais (Oliveira; Mattoso; Garcia, 2021). No Brasil, a safra 2024/25 apresenta área plantada estimada em 3.771,7 mil hectares, representando uma redução de 5% em relação à safra anterior (CONAB, 2024/25). Os principais destinos do grão incluem a formulação de rações para bovinos, suínos e aves, bem como a alimentação humana, devido ao seu elevado valor energético, presença de fibras, lipídios, vitaminas, sais minerais e óleos. O milho pode ser consumido in natura ou utilizado na fabricação de diversos produtos alimentícios, como balas, biscoitos, pães, chocolates, geleias, sorvetes, maionese e cervejas (Sindmilho e Soja, 2015).

Entre as principais pragas que afetam grãos armazenados, destaca-se *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae), considerada a principal praga do milho

armazenado (Trematerra *et al.*, 2013). Esse besouro causa danos significativos ao penetrar profundamente na massa de grãos para se alimentar e ovipositar. As larvas se desenvolvem no interior dos grãos (Nwosu, 2018), promovendo perdas expressivas e demonstrando alto potencial biótico (Lorini *et al.*, 2015).

Diante da crescente demanda por alternativas sustentáveis ao uso de inseticidas sintéticos, os óleos essenciais têm se destacado como compostos naturais promissores. *Syzygium aromaticum*, conhecido popularmente como cravo-da-índia, é uma espécie da família Myrtaceae cultivada amplamente por seus botões florais secos, utilizados como especiaria e na medicina tradicional. O principal constituinte do seu óleo essencial é o eugenol, que representa entre 70% e 90% da composição, além de conter outros compostos como acetato de eugenol, beta-cariofileno e benzilbenzoato (Barceloux, 2012; Kamatou *et al.*, 2025).

Os óleos essenciais são metabólitos secundários de origem vegetal, compostos principalmente por fenilpropanoides e terpenoides (Lovatto, 2020). Esses compostos também são considerados seguros para os aplicadores, biodegradáveis e de baixo custo, tornando-se alternativas viáveis e ambientalmente sustentáveis ao controle químico convencional (Lovatto, 2020).

Dessa forma, o uso de óleos essenciais no manejo de pragas em grãos armazenados tem ganhado destaque na literatura científica, principalmente como alternativa no controle de *S. zeamais*. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliométrico sobre os efeitos do óleo essencial de cravo (*Syzygium aromaticum*) no controle de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho armazenados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo bibliométrico, de abordagem quantitativa e natureza descritiva, visando analisar a produção científica recente sobre o uso do óleo essencial de cravo (*Syzygium aromaticum*) no controle do caruncho do milho (*Sitophilus zeamais*).

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

O presente estudo foi conduzido no ambiente virtual, utilizando bases de dados científicas internacionais e nacionais, ScienceDirect, Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e SciELO, como fontes de informação.

É direcionada a um público acadêmico, pesquisadores, estudantes de graduação e pós-graduação das áreas de Ciências Agrárias, Ciências Biológicas e Engenharia Agrícola, bem como profissionais envolvidos no armazenamento e manejo de grãos. O conteúdo também é de interesse

2.3 Metodologia da pesquisa

Foram considerados apenas artigos publicados nos idiomas português e inglês. A busca sistemática foi realizada utilizando combinações dos termos: *toxicity*, *repellency*, *essential oil*, *alternative control*, *Sitophilus zeamais*, *Zea mays* e *Syzygium aromaticum essential oil*. Esses termos foram combinados com o operador booleano “AND”, conforme os seguintes exemplos:

- Os resultados obtidos foram analisados quanto à relevância, sendo excluídos artigos duplicados ou que não abordassem diretamente a temática da pesquisa. A tabulação e análise dos dados foram realizadas no software Microsoft Excel, com elaboração de tabelas e gráficos representativos.

A Tabela 1 apresenta resultados da busca com número de publicações encontradas, excluídas e consideradas aptas nas bases de dados Science Direct, Periódicos CAPES e SciELO,

segundo os diferentes termos de busca relacionados ao controle de *Sitophilus zeamais* com óleo essencial de *Syzygium aromaticum*.

Tabela 1 – Número de publicações encontradas, excluídas e aptas nas bases de dados segundo os termos de busca selecionados.

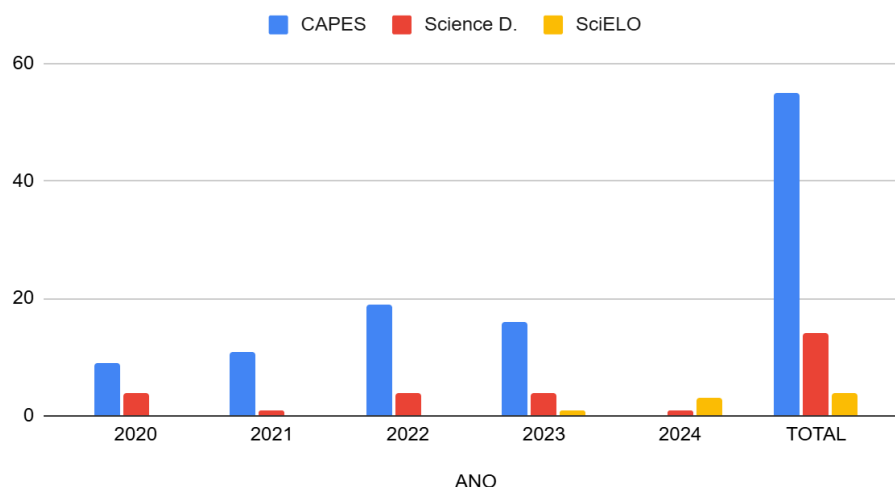
Termos de Busca	Base de Dados	Encontradas	Excluídas	Aptos
“toxicity” AND “ <i>Sitophilus zeamais</i> ”	Science Direct	1	0	1
	Periódicos CAPES	12	5	7
	SciELO	3	0	3
“repellency” AND “ <i>Sitophilus zeamais</i> ”	Science Direct	1	0	1
	Periódicos CAPES	6	2	4
	SciELO	3	2	1
“ <i>Sitophilus zeamais</i> ” AND “essential oil”	Science Direct	10	2	8
	Periódicos CAPES	59	17	42
	SciELO	1	1	0
“ <i>Sitophilus zeamais</i> ” AND “ <i>Syzygium aromaticum</i> essential oil”	Science Direct	1	0	1
	Periódicos CAPES	1	0	1
	SciELO	0	0	0

<i>“toxicity” AND “Syzygium aromaticum essential oil”</i>	Science Direct	3	0	3
	Periódicos CAPES	12	12	0
	SciELO	2	2	0
<i>“repellency” AND “Syzygium aromaticum essential oil”</i>	Science Direct	0	0	0
	Periódicos CAPES	2	1	1
	SciELO	0	0	0
TOTAL	Science Direct	16	2	14
	Periódicos CAPES	92	37	55
	SciELO	9	5	4

Fonte: Autores, 2025.

Sobre o número de publicações por ano nas três bases de dados. Figura 1. Observa-se que a base CAPES registrou o maior número de publicações, totalizando 55 ao longo desses anos, com o maior pico em 2022, quando foram contabilizadas 19 publicações. Já a base Science Direct apresentou um total de 14 publicações, com números relativamente constantes entre 2020 e 2023, variando entre 1 e 4 publicações por ano, e uma queda para apenas uma publicação em 2024.

Por sua vez, a base SciELO teve poucos registros nos primeiros anos, permanecendo praticamente nula até 2022, com apenas um registro em 2023, mas apresentou um aumento em 2024, contabilizando três publicações. É importante destacar que, no ano de 2024, a base CAPES não registrou publicações. Em suma, a base CAPES foi a mais produtiva em número de publicações, seguida pela Science Direct e, por fim, pela SciELO, que mostrou um crescimento recente em 2024.

Figura 1 - Número de Publicações por Base de Dados (2020-2024).**Número de Publicações por Base de Dados**

Fonte: Autores, 2025.

4 CONCLUSÃO

Entre 2020 e 2024, houve aumento no interesse pelo uso de óleos essenciais no controle de *Sitophilus zeamais*, mas estudos específicos sobre os efeitos tóxicos e repelentes do óleo de cravo-da-índia ainda são escassos, revelando uma lacuna na literatura.

REFERÊNCIAS

BARCELOUX, D. G. **Medical toxicology of natural substances: foods, fungi, medicinal herbs, plants, and venomous animals**. John Wiley; Sons, 2012.

CONAB - **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília–DF, v. 12, safra 2024/25, n. 4 quarto levantamento, janeiro 2025. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/10o-levantamento-safra-2024-25/e-book_boletim-de-safras-10o-levantamento-2025.pdf. Acesso em: 7 mar. 2025.

KAMATOU, G. P; ILZE V.; VILJOEN, A.M. Eugenol - From the Remote Maluku Islands to the International Market Place: A Review of a Remarkable and Versatile Molecule. **Molecules**, v. 17, n. 6, p. 6953, 2012. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6268661/>. Acesso em: 7 mar. 2025.

KISTLER, L.; MAEZUMI, S. Y.; SOUZA, J. G. de; *et al.* Multiproxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. **Science**, v. 362, n. 6420, p. 1309–1313, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30545889/>. Acesso em: 7 mar. 2025.

LORINI, I.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; BARROS, J. D. F.N.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A.; **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. 1ª ed. Brasília–DF: EMBRAPA, 2015.

LOVATTO, P. B. 2020. **Fitoprotetores botânicos: União de saberes e tecnologias para transição agroecológica**, Curitiba: Editora Appris, p. 283. 2020.

NWOSU, L.C., 2018. Impact of age on the biological activities of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) adults on stored maize: implications for food security and pest management. **Journal of Economic Entomology**, vol. 111, no. 5, pp. 2454-2460. <http://doi.org/10.1093/jee/toy187>.

OLIVEIRA, J.D.D.; MATTOSO, M.J.; GARCIA, João Carlos. Importância Socioeconômica - Milho. 2021: Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em 23 jan. 2025.

SINDMILHO & SOJA. Milho e suas riquezas – História | **Sindicato da Indústria do Milho, Soja e seus Derivados** no Estado de São Paulo. 2015. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/sindimilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/milho-e-suas-riquezas-historia/>. Acesso em: 24 mar. 2025.

TREMATERRA, P., IANIRO, R., ATHANASSIOU, C.G. and KAVALLIERATOS, N.G., 2013. Behavioral responses of *Sitophilus zeamais* Motschulsky adults to conditioned grain kernels. **Journal of Stored Products Research**, vol. 53, pp. 77-81. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.jspr.2013.02.005>. Acesso em: 7 de mar. 2025.

CAPÍTULO 5

ESTRUTURA TAXONÔMICA E FUNCIONAL DE MACROINVERTEBRADOS EM RESPOSTA A UM GRADIENTE AMBIENTAL EM IGARAPÉS AFLUENTES DO RIO ITACAIÚNAS

Wilker Araújo   

Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal do Pará, Brasil

Camila Pinto Leão   

Programa de Pós-Graduação em Ecologia/Universidade Federal do Pará, Brasil

Jaqueline Silva de Oliveira   

Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca/Universidade Federal do Pará, Brasil

Sara Lodi   

Campus de Altamira/Universidade Federal do Pará, Brasil

Bruno Spacek Godoy   

Instituto Amazônico de Agriculturas Familiares/Universidade Federal do Pará, Brasil

DOI: 10.52832/wed.178.10335 

;



Resumo: O biomonitoramento de ecossistemas aquáticos na região amazônica utilizando a ecologia funcional está ascendendo, pois fornece a compreensão sobre como mudanças no ambiente afetam processos ecológicos com maior sensibilidade. Os macroinvertebrados aquáticos são úteis como bioindicadores de qualidade ambiental, pois respondem de maneiras distintas a variações no ambiente. Nosso estudo avaliou como a composição dos organismos e as variáveis ambientais de igarapés da bacia do Rio Itacaiúnas, se relacionam com diferentes atributos funcionais: grupos funcionais alimentares, preferências de habitat e níveis de sensibilidade. Amostramos 16 igarapés do rio Itacaiúnas entre os meses agosto/setembro de 2022 e junho/julho de 2023, os organismos foram identificados até o menor nível taxonômico possível e organizados com base nos atributos funcionais. Realizamos correlações de Mantel, Análises de Agrupamento Hierárquico (Cluster) e uma Análise de Redundância (RDA). Nossos resultados mostraram significância estatística para todos os atributos funcionais e alta correlação entre composição taxonômica e Grupos Funcionais Alimentares, evidenciando que as mudanças ambientais observadas nos igarapés analisados influenciam diretamente a organização funcional das comunidades. Concluímos, portanto, que o estudo contribui para o entendimento do funcionamento ecológico de igarapés amazônicos sob diferentes níveis de impacto e evidencia a importância da integração de dados funcionais em avaliações ecológicas.

Palavras-chave: Bioindicadores. Ecologia funcional. Estrutura funcional. Funções ecossistêmicas. Macroinvertebrados.

1 INTRODUÇÃO

Os macroinvertebrados aquáticos representam um dos grupos mais relevantes para a compreensão da estrutura e funcionamento dos ecossistemas lóticos, especialmente em regiões tropicais de alta biodiversidade como a Amazônia. Estes organismos desempenham papéis ecológicos fundamentais, como a ciclagem de nutrientes, fragmentação e decomposição da matéria orgânica alóctone e autóctone, bem como sustentação das cadeias tróficas aquáticas. Além dessas funções, sua alta diversidade morfológica e fisiológica os torna úteis como bioindicadores de qualidade ambiental, principalmente devido à sua variada sensibilidade às alterações físico-químicas e estruturais do habitat (Bonada *et al.*, 2006; Allan; Castillo, 2007). Essa resposta às alterações é especialmente importante em regiões tropicais, onde as pressões antrópicas, como desmatamento, expansão urbana e uso intensivo do solo, têm promovido mudanças drásticas nos sistemas aquáticos (Tomanova *et al.*, 2008).

Diante da dificuldade de identificar organismos até o nível específico em áreas megadiversas e com baixa resolutividade taxonômica, como é o caso de muitos grupos de macroinvertebrados amazônicos, os atributos funcionais vêm se consolidando como alternativas promissoras para avaliar a integridade ecológica. A abordagem funcional prioriza características que afetam diretamente o desempenho dos organismos em seus ambientes, como alimentação, modo de locomoção, preferência por microhabitat e tolerância a estressores ambientais. Esse enfoque permite uma leitura mais direta sobre os processos ecológicos, ao invés de se limitar a uma listagem

taxonômica. Estudos têm destacado como os atributos funcionais são sensíveis a gradientes ambientais, especialmente quando aplicados em bacias hidrográficas tropicais, permitindo identificar respostas ecológicas antes que ocorra a substituição taxonômica evidente (Ligeiro *et al.*, 2021; Callisto *et al.*, 2023).

Na região amazônica, os Grupos Funcionais Alimentares (GFAs) se destacam como indicadores robustos para entender alterações na estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos. A modificação da cobertura vegetal, a entrada de poluentes e a mudança no regime hidrológico influenciam diretamente a disponibilidade e a qualidade do alimento, afetando a distribuição e abundância de filtradores, raspadores, predadores, entre outros grupos (Merritt *et al.*, 2008). Alterações nessas proporções funcionais podem refletir com clareza os efeitos cumulativos de impactos antrópicos, mesmo em situações em que a composição taxonômica permanece relativamente constante (De Paiva *et al.*, 2021). Da mesma forma, a sensibilidade ambiental dos táxons, muitas vezes atribuída a partir de observações empíricas de resposta a estressores, tem sido aplicada com sucesso na construção de índices de integridade biótica que vêm sendo implementados gradualmente na região amazônica (Heino *et al.*, 2007; Brito; Magalhães, 2021).

Entre os diversos atributos funcionais utilizados, a preferência por diferentes tipos de substrato se mostra especialmente informativa para compreender a estrutura funcional das comunidades. A heterogeneidade do leito do igarapé está fortemente relacionada à diversidade de nichos disponíveis, o que influencia diretamente na composição funcional das comunidades. Organismos associados a substratos mais complexos tendem a apresentar maior diversidade funcional, enquanto ambientes simplificados, como aqueles com sedimentos finos dominantes resultantes do assoreamento, favorecem organismos mais generalistas e tolerantes (Giller; Malmqvist, 1998; Lopes *et al.*, 2011; De Paula *et al.*, 2021). Assim, o estudo da relação entre tipo de substrato e atributos funcionais complementa a análise de GFAs e sensibilidade, formando um conjunto robusto de indicadores da integridade ecológica.

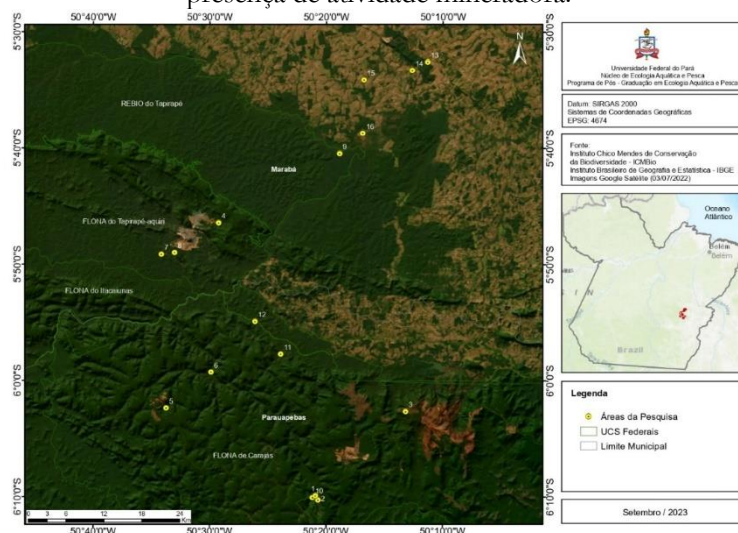
A possibilidade de traduzir dados biológicos em processos funcionais do ecossistema, como retenção de nutrientes, eficiência na decomposição ou capacidade de recuperação pós-distúrbio, permite aos gestores ambientais realizarem decisões mais informadas sobre conservação, restauração e monitoramento (Callisto *et al.*, 2023; Rocha *et al.*, 2023). Em regiões onde o monitoramento contínuo ainda é escasso e as demandas por avaliação da integridade ecológica são crescentes, a adoção de abordagens funcionais não apenas melhora a capacidade diagnóstica, como também oferece maior aplicabilidade prática dos dados ecológicos na formulação de políticas públicas ambientais.

Portanto, nesse trabalho objetivamos avaliar como a composição de macroinvertebrados aquáticos e as variáveis ambientais de igarapés da bacia do Rio Itacaiúnas se relacionam com diferentes atributos funcionais. Testamos a hipótese de que a composição dos macroinvertebrados aquáticos varia ao longo de um gradiente de qualidade ambiental, e essa variação está refletida na distribuição de grupos funcionais alimentares, preferências de habitat e níveis de sensibilidade dos organismos. Assim, buscamos compreender como atributos funcionais moldam processos ecológicos e podem ser utilizados em estudos de biomonitoramento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Analisamos 16 igarapés da bacia do rio Itacaiúnas, localizados no sudeste do Pará, uma região de elevada biodiversidade e intensa pressão antrópica (Figura 1). As campanhas de coleta ocorreram durante a estação seca, entre agosto e setembro de 2022 e entre junho e julho de 2023, períodos ideais para amostragem de macroinvertebrados em riachos, dado que a baixa vazão e estabilidade hidrológica favorecem a captura e a representatividade das comunidades (Bispo e Oliveira, 2007).

Figura 1 – Localização dos igarapés amostrados. Áreas com coloração verde representam região florestal, e áreas com coloração mais clara, representam localidades impactadas. Áreas em vermelho indicam a presença de atividade mineradora.



Fonte: Oliveira *et al.*, 2025.

A amostragem foi realizada utilizando redes do tipo "kick-net" com 30 x 30 cm de área e malha de 500 µm. Em cada ponto de coleta, cinco amostras foram obtidas ao longo de um trecho de 50 metros, priorizando o habitat de folhicho de corredeira, considerado um dos microhabitats com maior riqueza e abundância de macroinvertebrados em riachos tropicais (Bispo; Oliveira, 2007). Os organismos coletados foram preservados em álcool 70% *in situ* e transportados ao

laboratório para triagem e identificação. Os macroinvertebrados foram coletados com a licença permanente para coleta de material zoológico de número SISBIO 49745-1.

A identificação taxonômica foi realizada sob lupa estereoscópica, até o menor nível taxonômico possível, com base nas chaves de Hamada *et al.* (2014). Posteriormente, os dados de abundância foram organizados em três matrizes adicionais com base em atributos funcionais: (i) Grupos Funcionais Alimentares (GFAs); (ii) níveis de sensibilidade à perturbação ambiental; e (iii) preferência de habitat. As categorias funcionais foram atribuídas com base em literatura especializada e bancos de dados de referência (Tomanova *et al.*, 2006; Merrit *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2024).

Para investigar a relação entre a composição taxonômica dos macroinvertebrados e seus atributos ecológicos, aplicamos o teste de correlação de Mantel, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson com 999 permutações. Esse método foi empregado para avaliar a correlação entre a matriz de dissimilaridade da composição de macroinvertebrados (baseada na distância de Bray-Curtis) e os três diferentes conjuntos de atributos funcionais. Além disso, para identificar padrões de similaridade entre os igarapés com base na composição dos macroinvertebrados e em suas características funcionais, utilizamos a Análise de Agrupamento Hierárquico. Por fim, a fim de investigar o quanto as variáveis ambientais influenciaram a estrutura da comunidade de macroinvertebrados, empregamos a Análise de Redundância Canônica (RDA). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (versão 4.3.0).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Coletamos 1.936 indivíduos de macroinvertebrados associados a folhiços de corredeira nos 16 igarapés amostrados, distribuídos em 100 gêneros e representados por 68 famílias. A ordem com maior abundância foi a Trichoptera (706 indivíduos), seguida por Ephemeroptera (302 indivíduos) e Plecoptera (252 indivíduos). Os gêneros mais abundantes foram Anacroneuria (Perlidae, 204 indivíduos), Oecetis (Trichoptera, 190 indivíduos) e Chimarra (Trichoptera, 182 indivíduos). A turbidez e condutividade elétrica possuíram maior variabilidade dentre as variáveis ambientais, em contraste com oxigênio dissolvido e temperatura da água (Tabela 1).

Tabela 1 – Variáveis ambientais dos igarapés amostrados.

Variável ambiental	Unidade	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Coeficiente de variação
Ph	-	7,04	0,48	6,37	7,83	7%
Oxigênio dissolvido	Mg.L ⁻¹	3,11	0,26	2,86	4,02	8%

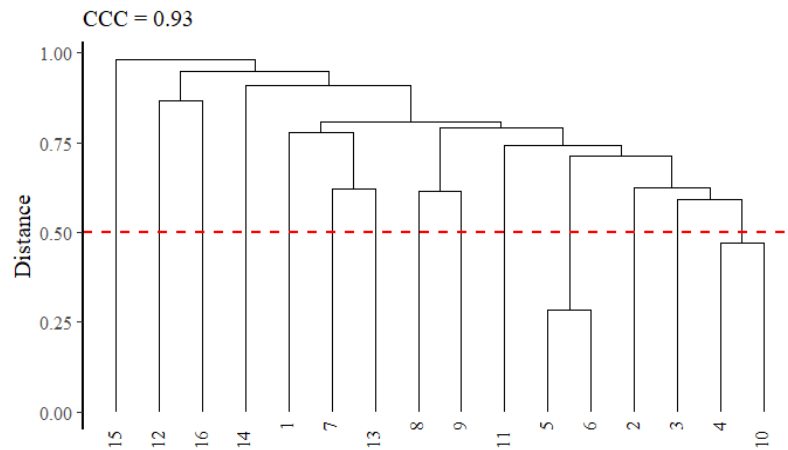
Totais Sólidos dissolvidos	-	29,15	26,39	4	90,67	91%
Condutividade Elétrica	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	59,88	58,21	8	213,67	97%
Turbidez	-	7,21	7,05	0,26	19,77	98%
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	23,47	1,80	20,49	27,44	8%

Fonte: Autores, 2025.

A análise de correlação de Mantel indicou relações fortes e estatisticamente significativas entre a composição taxonômica e as características funcionais (r de Mantel = 0,748; p = 0,001), níveis de sensibilidade (r de Mantel = 0,634; p = 0,001) e preferência de habitat (r de Mantel = 0,415; p = 0,001), indicando que a medida que ocorrem mudanças na composição taxonômica das comunidades de macroinvertebrados, ocorrem mudanças paralelas nesses três grupos, sugerindo que os impactos ambientais nos igarapés não alteram apenas presença/ausência, afetando também a função ecossistêmica, comprometendo processos como ciclo de nutrientes, decomposição de matéria orgânica e estruturação do sedimento, sugerindo que filtros ambientais possam estar influenciando a estrutura funcional observada sobre as funções ecológicas (Ligeiro et al., 2021; Callisto et al., 2023).

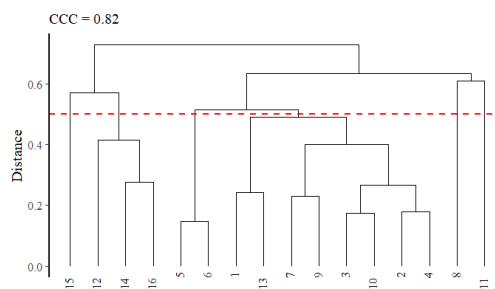
As Análises de Agrupamento Hierárquico revelaram padrões claros de similaridade entre os igarapés quanto a composição taxonômica (CCC= 0,93) (Figura 2), função ecológica (CCC= 0,82) (Figura 3), sensibilidade (CCC=0,84) (Figura 4) e uso de habitat (CCC=0,84) (Figura 5). Esses grupos indicam que alguns igarapés compartilham condições ambientais e padrões estruturais similares, sendo agrupados por apresentarem comunidades funcionalmente e taxonomicamente homogêneas, refletindo processos de filtragem ambiental, conforme já documentado em outros estudos realizados em regiões tropicais (Lourenço, 2020; Costa *et al.*, 2024).

Figura 2 - Análise de Agrupamento da composição taxonômica de macroinvertebrados aquáticos dos igarapés afluentes do rio Itacaiúnas, utilizando a matriz de Bray-Cutis e método de ligação UPGMA. O limite de similaridade foi de 50%.



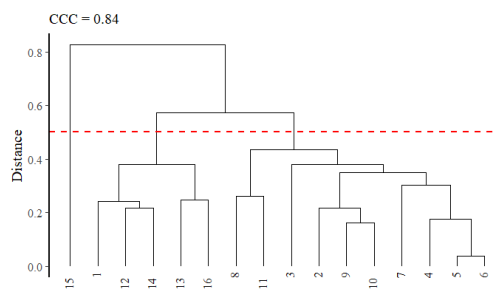
Fonte: Autores, 2025.

Figura 3 - Análise de Agrupamento dos grupos funcionais de alimentação de macroinvertebrados aquáticos dos igarapés afluentes do rio Itacaiúnas, utilizando a matriz de Bray-Cutis e método de ligação UPGMA. O limite de similaridade foi de 50%.



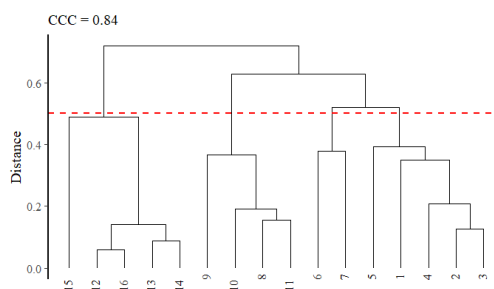
Fonte: Autores, 2025.

Figura 4 - Análise de Agrupamento dos níveis de sensibilidade ambiental de macroinvertebrados aquáticos dos igarapés afluentes do rio Itacaiúnas, utilizando a matriz de Bray-Cutis e método de ligação UPGMA. O limite de similaridade foi de 50%.



Fonte: Autores, 2025.

Figura 5 - Análise de Agrupamento das preferências de habitat de macroinvertebrados aquáticos dos igarapés afluentes do rio Itacaiúnas, utilizando a matriz de Bray-Cutis e método de ligação UPGMA. O limite de similaridade foi de 50%.



Fonte: Autores, 2025.

A RDA indicou que aproximadamente 49% da variação total na abundância dos macroinvertebrados pôde ser explicada pelas variáveis ambientais medidas, sendo os dois primeiros eixos (RDA1 e RDA2) responsáveis por 44,6% dessa variação. Embora o modelo global e os eixos não tenham alcançado significância estatística com $p < 0,05$ ($p = 0,199$ para o modelo global), observou-se uma tendência de correlação significativa para o oxigênio dissolvido (OD, $p = 0,088$), conforme análise por variáveis. Portanto, os resultados da RDA não sustentam evidências robustas das variáveis ambientais influenciando de forma direta a estrutura funcional das comunidades. Apesar disso, padrões observacionais, como predominância de organismos generalistas e tolerantes nos igarapés mais impactados, sugerem uma possível reorganização funcional relacionada ao aumento da pressão antrópica (Rezende *et al.*, 2007; Ligeiro *et al.*, 2021; Myllena Lima *et al.*, 2022).

A congruência entre os dados funcionais e taxonômicos demonstra que os atributos funcionais são úteis para compreender os mecanismos que estruturam as comunidades em ecossistemas de água doce. Tais achados reforçam a importância da abordagem funcional como ferramenta complementar em programas de biomonitoramento e conservação em regiões tropicais megadiversas, nas quais o detalhamento taxonômico enfrenta limitações operacionais. Devemos destacar que apesar da correlação entre os atributos funcionais e a composição taxonômica, um ponto limitante de nosso estudo é que outras variáveis ambientais que não foram incluídas no estudo possam ser relevantes. Elementos como a estrutura hidromorfológica dos igarapés, complexidade de substrato, e cobertura da vegetação ripária desempenham papel crucial na determinação da composição e da funcionalidade da comunidade (Giller; Malmqvist, 1998; Allan; Castillo, 2007). Tais variáveis devem ser testadas em estudos futuros, aprimorando as inferências sobre as comunidades de macroinvertebrados aquáticos.

4 CONCLUSÃO

A composição funcional das comunidades de macroinvertebrados nos igarapés da bacia do rio Itacaiúnas revelou padrões estruturais diretamente associados ao gradiente de qualidade ambiental. Os Grupos Funcionais Alimentares apresentaram a maior correlação com a composição

taxonômica, seguidos pelos níveis de sensibilidade ambiental e pela preferência de habitat, indicando que diferentes atributos respondem de forma diferenciada aos distúrbios ambientais.

A convergência entre agrupamentos funcionais e taxonômicos indica a ação de filtros ambientais e reforça o papel dos atributos funcionais como instrumentos diagnósticos eficazes. Este estudo contribui para o entendimento do funcionamento ecológico de igarapés amazônicos sob diferentes níveis de impacto e evidencia a importância da integração de dados funcionais em avaliações ecológicas. Investigações futuras devem considerar variáveis ambientais adicionais, como características hidromorfológicas e cobertura de vegetação ripária, a fim de ampliar a explicação dos padrões funcionais observados.

Agradecimentos e Financiamento

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e a Fundação de Tecnologia Florestal e Geoprocessamento (FUNTEC-DF) pelo financiamento e suporte logístico durante as coletas, a Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Laboratório de Ecologia Aquática e Quantitativa (LEAQua)

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. *Stream ecology: structure and function of running waters*. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2007.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Eficiência da coleta de insetos aquáticos: comparações entre períodos sazonais e diferentes tipos de hábitat em um córrego do cerrado. **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 3, p. 403–414, 2007. 10.1590/S1519-566X2007000300011

BONADA, N. *et al.* Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 495–523, 2006. 10.1146/annurev.ento.51.110104.151124

BRITO, J. G.; MAGALHÃES, C. A. S. Biological indices and multimetric approaches for the bioassessment of tropical streams. **Ecological Indicators**, v. 126, 107687, 2021. 10.1016/j.ecolind.2021.107687

CALLISTO, M. *et al.* Functional diversity and ecosystem functioning in Neotropical streams: integrating ecological processes and biomonitoring. **Ecological Indicators**, v. 153, 110401, 2023. 10.1016/j.ecolind.2023.110401

COSTA, G. A. *et al.* Functional trait shifts in aquatic insects under changing rainfall regimes: insights for climate-adaptive management. **Ecological Indicators**, v. 159, 112924, 2024. 10.1016/j.ecolind.2024.112924

DE PAIVA, A. L. B. *et al.* Traits of aquatic insects and their responses to anthropogenic stressors in tropical streams. **Freshwater Biology**, v. 66, n. 5, p. 1017–1033, 2021. 10.1111/fwb.13685

DE PAULA, F. R. *et al.* Riparian vegetation buffers the effects of land use on stream macroinvertebrate functional diversity. **Science of the Total Environment**, v. 764, 142861, 2021. 10.1016/j.scitotenv.2020.142861

GILLER, P. S.; MALMQVIST, B. *The biology of streams and rivers*. Oxford: Oxford University Press, 1998.

HAMADA, N. *et al.* **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: INPA, 2014.

HEINO, J. *et al.* Order-based and family-level surrogates for genera and species in stream macroinvertebrate bioassessment. **Biological Conservation**, v. 137, p. 321–332, 2007. 10.1016/j.biocon.2007.02.014

LIGEIRO, R. *et al.* Functional traits reveal ecological responses of stream macroinvertebrate communities to multiple stressors in tropical regions. **Science of the Total Environment**, v. 754, 142112, 2021. 10.1016/j.scitotenv.2020.142112

LOPES, J. M. *et al.* Influence of habitat and land use on stream insect assemblages. **Hydrobiologia**, v. 673, p. 169–184, 2011. 10.1007/s10750-011-0776-3

LOURENÇO, J. *et al.* Functional responses of stream macroinvertebrate communities to cumulative effects of multiple stressors. **Ecological Indicators**, v. 117, 106638, 2020. 10.1016/j.ecolind.2020.106638

MERRITT, R. W.; CUMMINS, K. W.; BERG, M. B. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 4. ed. Dubuque: Kendall Hunt, 2008.

MYLLENA LIMA, D. *et al.* Aquatic insect functional diversity in Amazonian streams: the role of environmental heterogeneity and anthropogenic pressure. **Hydrobiologia**, v. 847, p. 2451–2465, 2022. 10.1007/s10750-022-04845-5

REZENDE, R. S. *et al.* Mudanças na estrutura das comunidades de macroinvertebrados em função de alterações no uso do solo. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 19, n. 3, p. 247–258, 2007. 10.1590/S2179-975X2007000300003

ROCHA, J. D. *et al.* Using trait-based approaches to inform environmental policy in tropical streams. **Ecological Applications**, v. 33, n. 1, e2647, 2023. 10.1002/eap.2647

TOMANOVA, S. *et al.* Using functional traits of stream macroinvertebrates to assess habitat quality in neotropical streams. **Freshwater Biology**, v. 51, n. 9, p. 1671–1684, 2006. 10.1111/j.1365-2427.2006.01605.x

TOMANOVA, S.; TEDESCO, P. A.; OBERDORFF, T. The importance of local and regional factors as determinants of the structure of benthic macroinvertebrate communities in neotropical rivers. **Hydrobiologia**, v. 614, p. 379–391, 2008. 10.1007/s10750-008-9520-z

CAPÍTULO 6

ÓLEO DE NEEM (*Azadirachta indica*.) COMO FERRAMENTA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DE *Orthezia praelonga* e *Planococcus* *citri*

Jade Oliveira Ramos Souza   

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Micaela Luz de Almeida   

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Rosan Barbosa de Matos   

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Edmilson Santos Silva   

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.178.10336 



Resumo: A citricultura brasileira desempenha papel relevante na economia, porém enfrenta desafios fitossanitários, principalmente devido às cochonilhas *Orthezia praelonga* e *Planococcus citri*, que comprometem a produtividade. Nesse cenário, o uso do óleo de neem surge como alternativa sustentável, devido às suas propriedades inseticidas, repelentes e por provocar efeitos agudos e crônicos nas pragas. O experimento foi conduzido em um pomar de laranja pera no município de Cruz das Almas, Bahia, utilizando delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. As concentrações testadas de óleo de neem foram 0,05 L/10 L e 0,1 L/10 L, além da testemunha. As avaliações ocorreram momentos antes da aplicação; aos sete e quatorze dias após a aplicação, contabilizando-se o número médio de cochonilhas por folha. Ambas as concentrações reduziram significativamente as populações das cochonilhas em comparação à testemunha. Aos 14 dias, as reduções chegaram a 76,7% para *O. praelonga* e até 98,44% para *P. citri*, indicando alta eficácia do óleo de neem, com efeito residual consistente. O uso do óleo de neem foi eficiente no controle das cochonilhas, representando uma estratégia viável, econômica e sustentável para o manejo de pragas na citricultura.

Palavras-chave: Pomar de laranja. Controle alternativo. Neem. Pragas agrícolas.

1 INTRODUÇÃO

A citricultura é uma das atividades agrícolas que mais se destacam nos indicadores econômicos, tecnológicos e, até mesmo, de qualidade de vida nas regiões produtoras (Habitzreiter *et al.*, 2023). O Brasil se destaca atualmente como o maior produtor mundial de frutas cítricas, atendendo diversos mercados consumidores, tanto internos quanto externos (Simas *et al.*, 2017). As condições edafoclimáticas do país favorecem a produção de frutas cítricas, possibilitando o desenvolvimento de pomares em regiões com variações de temperatura, desde as mais elevadas até as mais amenas (Santos, 2024).

Contudo, apesar do cenário favorável, a atividade citrícola enfrenta desafios, com as pragas e doenças, que impactam diretamente a produção, a produtividade e, principalmente, a qualidade dos frutos — fator essencial tanto para a indústria quanto para o mercado in natura. Assim, para obter sucesso na atividade, é fundamental que o produtor realize o manejo adequado de todos os fatores produtivos, garantindo não apenas a quantidade, mas também a qualidade da produção (Dechen *et al.*, 2004).

Dentre os principais entraves fitossanitários, destacam-se as infestações por cochonilhas, como *Orthezia praelonga* e *Planococcus citri*, que representam sérias ameaças aos pomares. Esses insetos ao sugarem a seiva das plantas e promoverem o crescimento de fungos como a fumagina, prejudicam processos vitais como a fotossíntese e a respiração (Barbosa, 2006; Gravena, 2003).

As cochonilhas possuem tamanho variável que fica entre 0,5 a 35 mm, com diâmetro entre 2 e 10 mm, colorações e características distintas entre as espécies (Cosmo; Galeriane, 2020). A reprodução ocorre principalmente por meio das fêmeas, que são responsáveis pelos maiores danos, já que os machos adultos, por serem alados, não se alimentam (Almeida, 2016). A postura pode

variar de 50 a 600 ovos, podendo alcançar até 5.000 ovos, dependendo da espécie, e o ciclo de vida também com variações significativas, podendo ultrapassar 150 dias, com cerca de 30 a 40 dias para que o inseto atinja a fase adulta (Cosmo; Galeriane, 2020). Esses insetos atacam diferentes partes da planta, como folhas, ramos, frutos e troncos, causando enfraquecimento generalizado. Infestações severas resultam na queda precoce de folhas e frutos, comprometendo o desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, a produtividade do pomar (Ribeiro, 2022).

O controle dessas pragas é desafiador devido às suas características biológicas, como alta taxa reprodutiva, proteção cerosa e facilidade de dispersão, e à resistência a inseticidas químicos. Diante desse cenário, alternativas sustentáveis têm se destacado, entre elas o uso do óleo de neem (*Azadirachta indica*), conhecido por suas propriedades inseticidas e por atuar como regulador de crescimento dos insetos (Moreira, 2003). Esse bioproduto provoca efeitos agudos e crônicos nas pragas, como inibição do apetite, prolongamento do desenvolvimento nas fases imaturas, redução da fecundidade e da fertilidade, alterações comportamentais, danos celulares e mortalidade em diferentes estágios do ciclo de vida dos insetos (Carvalho, 2015).

Nesse contexto, o presente estudo visou testar óleo de neem no controle das cochonilhas *O. praelonga* e *P. citri* em pomares cítricos, contribuindo para o desenvolvimento de soluções sustentáveis no manejo de pragas na citricultura brasileira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação Do Experimento

A pesquisa caracteriza-se como experimental, de abordagem quantitativa, conduzida no período da primavera 2024, em uma propriedade rural localizada no povoado Tapera, no município de Cruz das Almas, Bahia. O experimento foi instalado em um pomar de laranja pera (*Citrus sinensis* L. Osbeck), enxertada sobre limoeiro Cravo (*Citrus limonia* Osbeck cv. Cravo), com plantas de três anos de idade, dispostas no espaçamento de 4,0 x 3,0 metros.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, composto por três tratamentos e três repetições, totalizando nove parcelas. Cada parcela foi formada por sete plantas, sendo consideradas úteis as três plantas centrais, enquanto as demais foram utilizadas como bordadura. Os tratamentos consistiram na aplicação de óleo de neem com Azadiractina (0,12%) em duas concentrações: 0,05 L/10 L de água (T1) e 0,1 L/10 L de água (T2), além do controle sem aplicação do produto (T3). As pulverizações foram realizadas no dia 23 de outubro de 2024, utilizando um pulverizador costal manual com capacidade de 8 litros, aplicando-se 2 litros de calda por planta, até o ponto de escorrimento, buscando garantir uma cobertura uniforme de toda a copa.

As condições climáticas durante o período experimental foram monitoradas, apresentando uma temperatura média de $28\pm4^{\circ}\text{C}$, típica da região, fator relevante para o desenvolvimento das pragas e a eficácia dos tratamentos.

2.2 Método De Avaliação

As avaliações foram realizadas em três momentos: momentos antes da aplicação dos tratamentos; aos sete e quatorze dias após a pulverização. Para cada planta, foram coletadas 10 folhas de cada um dos quatro quadrantes, bem como folhas do ápice e da base, totalizando 60 folhas por árvore. Logo após, realizou-se a quantificação do número médio de fêmeas (ninfas e adultas) de cada espécie de cochonilha em cada folha. Foi utilizado o método de amostragem de caminhada em pontos aleatórios, em que foram colhidas, colocadas em sacos de papel e em sacos plástico, evitando a perda de material e morte das cochonilhas. Após este procedimento, as amostras foram encaminhadas em caixas de papelão para o Laboratório de Entomologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, *Campus* Cruz das Almas. Ao chegar no laboratório, as folhas foram analisadas, identificadas e quantificadas todas as cochonilhas encontradas em cada folha.

2.3 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio de análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico R, versão 4.4.1, com o objetivo de avaliar a eficácia dos tratamentos no controle das pragas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 *Orthezia praelonga* (Hemiptera: Ortheziidae)

De acordo com os dados obtidos, antes da aplicação dos tratamentos, não houve diferença significativa no número médio de cochonilhas por folha entre os grupos avaliados, indicando que as populações de *O. praelonga* estavam homogêneas no início do experimento (Tabela 1). Contudo, aos sete dias após a aplicação (DAA), os tratamentos com óleo de neem nas concentrações de 0,05 L e 0,1 L apresentaram redução significativa ($p<0,05$) no número médio de cochonilhas, com decréscimos de 69,5% e 75,9%, respectivamente, em relação à testemunha. Esse resultado evidencia a eficácia do óleo de neem no controle da praga, o que pode ser atribuído à ação dos seus compostos, como a azadiractina, que apresenta efeito antialimentar, repelência, reguladora de crescimento, hormonais e neurotóxicas, levando à morte do inseto (Silva; Mendonça, 2017).

Aos 14 dias após a aplicação, as reduções se mantiveram significativas, com reduções de 74,6% e 76,7% nas concentrações de 0,05 L e 0,1 L, respectivamente. Isso demonstra que o efeito residual do óleo de neem foi eficiente ao longo do tempo. Importante destacar que, na ausência da aplicação de óleo de neem (testemunha), houve aumento na população de cochonilhas, reforçando a necessidade do manejo para evitar danos severos às plantas e perdas econômicas. Esses achados corroboram os estudos de Loch *et al.* (2024), que também observaram reduções expressivas na população de *O. praelonga* em lima ácida 'Tahiti' tratados com extratos de neem. Da mesma forma, Martinez (2002) destacou o potencial inseticida do óleo de neem no manejo de cochonilhas, ressaltando a importância de determinar a dose ideal para maximizar sua eficácia.

Além disso, em estudos comparativos entre inseticidas naturais no controle da cochonilha-do-mamão (*Paracoccus marginatus*), o óleo de neem demonstrou-se mais eficaz do que os óleos de alho, cítricos e rícino (Mwanauta *et al.*, 2023). A azadiractina, ao penetrar no organismo do inseto, atua interrompendo o desenvolvimento pós-embrionário e inibindo a atividade das enzimas (Ogbuewu, *et al.*, 2011). Dessa forma, destaca-se como um componente altamente promissor para o manejo alternativo e sustentável de cochonilhas.

Tabela 1– Número médio de cochonilhas (*O. praelonga*) em folhas de laranja pera submetida a aplicação de óleo de neem em diferentes concentrações para o controle alternativo em Cruz das Almas-BA.

Tratamentos	Antes da aplicação (insetos/folha)	7DAA* (insetos/folha)	14DAA* (insetos/folha)
Testemunha	5,03a	4,89a	5,24a
Óleo de neem (0,05 L)	4,68a	1,49 ^b	1,33b
Óleo de neem (0,1 L)	4,36a	1,18b	1,22b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas horizontais, indicam que os tratamentos não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. *DAA - Dias após a aplicação. ** ($p < 0,05$).

Fonte: Autores, 2025.

3.2 *P. citri* (Hemiptera: Pseudococcidae)

No controle da cochonilha-branca, os tratamentos foram eficazes. Antes da aplicação, não houve diferença significativa entre os grupos, indicando a homogeneidade das populações (Tabela 2). No entanto, aos 7 dias após a aplicação, observou-se uma redução expressiva no número médio de cochonilhas nos tratamentos com óleo de neem. A concentração de 0,05 L reduziu a infestação em 83,3%, enquanto a de 0,1 L apresentou uma redução ainda maior, de 90%, ambas em relação à testemunha.

Aos 14 dias, os resultados foram ainda mais significativos, com redução de 70,6% na concentração de 0,05 L e de 97,1% na de 0,1 L, confirmando a eficácia sustentada do produto. Por outro lado, na ausência de tratamento, observou-se aumento na população da praga. Esses resultados se alinham com os dados obtidos por Hayet *et al.* (2021), que relataram redução de

35,15% na infestação da cochonilha *Parlatoria blanchardi* em palmeiras na Argélia, apenas 48 horas após a aplicação de biopesticidas. De forma semelhante, Seye *et al.* (2022) em estudo sobre o efeito do óleo de neem no controle biológico da cochonilha-da-manga (*Rastrococcus invadens*), observaram que a mortalidade dos insetos aumenta proporcionalmente ao incremento da dose utilizada.

Diversos trabalhos também demonstraram a eficácia do neem e o apresentaram como a principal fonte de pesticidas botânicos (Boeke *et al.*, 2004; Koul *et al.*, 2004; Lesueur, 2006; Aminatou, 2009). O uso de seus derivados é considerado uma alternativa promissora aos inseticidas sintéticos, por serem biodegradáveis, fertilizantes e amplamente utilizados na farmacopéia tradicional e moderna (Puri, 1999; Faye, 2010; Singh *et al.*, 2010). Ademais, o neem não apresenta efeitos nocivos sobre insetos benéficos e as pragas não conseguem desenvolver resistência a ele (Bélanger; Musabyimana, 2005).

A escolha adequada da dose, portanto, é determinante para a eficácia do controle, uma vez que influencia diretamente na sensibilidade dos insetos à ação do produto (Rai *et al.*, 2013). Na literatura, há registros que confirmam a relação direta entre o aumento da dose e a elevação da taxa de mortalidade de ninfas e adultos de diferentes espécies de insetos expostos a óleos essenciais (Alvarenga *et al.*, 2012; Hossain *et al.*, 2008; Hossain; Poehling, 2006; Schmutterer, 1990; Silva *et al.*, 2009; Weintraub; Horowitz, 1997). Esse fato, portanto, justifica o aumento da mortalidade observado no presente trabalho, proporcional ao aumento das concentrações do extrato com óleo de neem.

Tabela 2 – Número médio de cochonilhas (*P. citri*) em folhas de laranja pera submetida a aplicação de óleo de neem em diferentes concentrações para o controle alternativo em Cruz das Almas-BA.

Tratamentos	Antes da aplicação (insetos/folha)	7DAA* (insetos/folha)	14DAA* (insetos/folha)
Testemunha	0,40a	0,30a	0,34a
Óleo de neem (0,05 L)	0,49a	0,08b	0,09b
Óleo de neem (0,1 L)	0,64a	0,03b	0,01b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas horizontais, indicam que os tratamentos não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. *DAA - Dias após a aplicação. ** (p<0,05).

Fonte: Autores, 2025.

4 CONCLUSÃO

O óleo de neem nas concentrações de 0,05 L e 0,1 L promoveu reduções significativas no número médio de cochonilhas por folha.

Obteve-se controle acima de 75% para *O. praelonga* e 98,44% para *P. citri*.

Óleo de neem é recomendado como manejo alternativo de pragas no controle de cochonilhas em citros.

REFERÊNCIAS

- AMINATOU, B. **Inventory of phytoinsecticides for the protection of grains during storage against pests in the Sahelian zone (case of the Far North of Cameroon).** Anafe/Raft-AHT Network, 2009. Relatório final. 32 p.
- ALMEIDA, L. F. V. **Estudo diagnóstico e taxonômico de cochonilhas (Hemiptera: Coccoidea) associadas às plantas cítricas no estado de São Paulo, Brasil.** Tese (Mestre em Entomologia Agrícola). UNESP, 2016.
- ALVARENGA, C. D.; FRANÇA, W. M.; GIUSTOLIN, T. A.; PARANHOS, B. A. J.; LOPES, G. N.; CRUZ, P. L.; BARBOSA, P. R. R. Toxicity of neem (*Azadirachta indica*) seed cake to larvae of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid, *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae). **Florida Entomologist**, v. 95, n. 1, p. 57-62, 2012.
- BARBOSA, F. R. Manejo e controle da cochonilha ortézia (*Orthezia praelonga*), em plantios irrigados de acerola. **Jornal da Fruta**, Petrolina, v. 14, n. 178, p. 27-28, nov. 2006.
- BOEKE, S. J. BOERSMA, M. G.; ALINK, G. M.; VAN LOON, J. J. A.; HUIS, A.; DICKE, M.; RIETJENS, I. M. C. M. Safety evaluation of neem (*Azadirachta indica*) derived pesticides. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, p. 25-41, 2004.
- CARVALHO, S. S. de; *et al.* **Efeito inseticida sistêmico de nanoformulações à base de nim contra Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em tomateiro.** Bragantia [online]. 2015, vol.74, n.3, pp.298-306. 2015.
- COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. Pragas dos citros: cochonilhas, pulgões, minador dos citros, cigarrinhas, bicho furão e mosca branca dos citros. **Revista de Agricultura Biológica**, v. 4, 2020. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/rab>. Acesso em: 29 maio 2025. DOI: <https://doi.org/10.29372/rab202025>.
- DECHEN, A. R.; CAMARGO, R. C. P.; NACHTIGALL, R. G. 2004. **Pragas e doenças em citros: fisiologia e nutrição mineral.** 2 ed. Paranaíba, 8p.
- FAYE, M. **New process for splitting neem seed (*Azadirachta indica* A. Juss) in Senegal: production of a biopesticide from oil and meal.** 2010. 267 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Agreorecursos) – University of Toulouse, Toulouse, 2010.
- GRAVENA, S. Cochonilha Branca: descontrolada em 2001. **Laranja**, v.24, n.1, p.71-82, 2003.
- HABITZREITER, M.; VALLE, C. D.; DORR, A. C.; GUSE, J. C.; BOSCARDIN, M. Análise socioeconômica da cadeia produtiva da citricultura: um estudo de caso na Cooperativa Ecocitrus. **Revista IDEAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade**, Rio de Janeiro, v. 18, p. 1-21, e024005, jan./dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/ideas.2024.82405>. Acesso em: 29 de maio de 2025.
- HAYET, B.-S.; CHENNOUF, R.; INSAR, G.; NOUREDDINE, K.; KHAOULA, G.; KELTOUM, B. Biological control of the white cochineal *Parlatoria blanchardi* (Hemiptera - Diaspididae) by using coccidiphagous ladybirds and biopesticides in palm groves of the region of

Ouargla (South-East Algeria). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 910, 012034, 2021.

HOSSAIN, M. B. *et al.* Effects of soil application of neem (NeemAzal® -U) on different life stages of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agramyzidae) on tomato in the humid tropic. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 115, n. 2, p. 80-87, 2008.

HOSSAIN, M. B.; POEHLING, H. M. Effects of a neembased insecticide on different immature life stages of the leafminer *Liriomyza sativae* on tomato. **Phytoparasitica**, v. 34, n. 4, p. 360-369, 2006.

KOUL, O; MULTANI, J. S.; GOOMBER, S.; DANIEWSKI, W. M.; BERLOZECKI, S. Activity of some nonazadirachtin limonoids from *Azadirachta indica* against lepidopteran larvae. **Australian Journal of Entomology**, v. 43, n. 2, p. 189-195, 2004.

LESUEUR, F. **Development of formulations based on extracts of neem *Azadirachta indica* A. Juss for the protection of potato (*Solanum tuberosum* L.) against *Myzus persicae*, a colonizing aphid and vector of circulating and non-circulating viruses** **Circulators**. 2006. 139 f. Master's thesis— University of Laval, Quebec, 2006.

LOCH, I. S.; ARRUDA, E. M.; SOUZA, M. E.; ROSWALKA, L. C.; SANTOS, M. P.; ALMEIDA, R. F. Controle alternativo de *Orthozia praelonga* em lima ácida Tahiti. In: **Ciências agrárias: práticas e inovações**, 2024.

MARTINEZ, S.S. (Ed.). **O nim – *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR, 2002. 142p.

MOREIRA, E. **Árvore dos milagres**. Safra, Goiânia, v. 4, n. 45, p. 42-46, 2003.

MWANAUTA, R. W.; NDAKIDEMI, P. A.; VENKATARAMANA, P. B. Biopesticide efficacy of four plant essential oils against papaya mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). **Heliyon**, [S. l.], v. 9, n. 3, e14162, 2023.

OGBUEWU, I. P.; ODOEMENAM, Y. U.; OBIKAONU, H. O.; OPARA, M. N.; EMENALOM, O. O.; UCHEGBU, M. C.; OKOLI, I. C.; ESONU, B. O.; ILOEJE, M. U. A crescente importância do nim (*Azadirachta indica* A. Juss) na agricultura, indústria, medicina e meio ambiente: uma revisão. **Research Journal of Medicinal Plant**, [S. l.], v. 5, p. 230–245, 2011.

PURI H.S., **Neem, the divine tree, *Azadirachta indica***. Amsterdam: 1079 LH, 1999.

RAI, D.; SINGH, A. K.; SUSHIL, S. N.; RAI, M. K.; GUPTA, J.P.; TYAGI, M. P. Efficacy of insecticides against american serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) on tomato crop in N-W region of Uttar Pradesh, India. **International Journal of Horticulture**, v. 5, p. 19-21, 2013.

RIBEIRO, C. M. S. **Imagens aéreas obtidas por drones para detecção de *Planococcus citri* em cafeeiro**. 2022. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, Monte Carmelo, 2022.

SANTOS, L. S. **Potencial fungicida do óleo essencial da casca de laranja (Citros): revisão de literatura**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) –

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2024.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology**, v. 35, p. 271-297, 1990.

SEYE, F.; FALL, A.; DIA, C. A. K.; TOURE, M.; NDIONE, R. D.; NDIAYE, Mady. Efeito de derivados de nim (*Azadirachta indica*) sobre a cochonilha-da-manga (*Rastrococcus invadens*) no controle biológico. **GSC Pesquisa e Revisões Avançadas**, v. 10, n. 3, p. 25–31, 2022.

SILVA, G. A.; MENDONÇA, L. V. P. Contra lagartas, a solução é o neem. **Revista Campo & Negócios**, São Paulo. 2017. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/contra-lagartas-a-solucao-e-o-neem/>. Acesso em: 22 nov. 2024.

SILVA, A. B.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Atividade inseticida do nim (*Azadirachta indica* A. Juss). **Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, p. 7-15, 2009.

SIMAS, D. L. R. et al. Caracterização dos óleos essenciais de frutas cítricas. **Citrus Research & Technology**, v. 36, n. 1, p. 15–26, 2017.

SINGH, B.; SHARMA, D. K.; KUMAR, R.; GUPTA, A. Development of a new controlled pesticide delivery system based on neem leaf powder. **Journal of Hazardous Materials**, v. 177, p. 290–299, 2010.

WEINTRAUB, P. G.; HOROWITZ, A. R.; Systemic Effects of a neem insecticide on *Liriomyza huidobrensis* larvae. **Phytoparasitica**, v. 25, n. 4, p. 283-289, 1997.

CAPÍTULO 7

INFLUÊNCIA DA COBERTURA VEGETAL NA RIQUEZA DA ENTOMOFAUNA CADAVÉRICA NA REGIÃO DO PANTANAL

Giovanna Lôbo Doni   

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Faculdade de Ciências Biológicas, Brasil

Victoria Larco Aguilar   

Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Brasil

Elivelto da Silva Cavalcante   

Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Brasil

Leandro Lima Narcizo   

Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Brasil

Natália Elizabeth Soto   

Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Brasil

Nilton Pereira de Souza   

Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Brasil

Poliana Galvão dos Santos   

Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Brasil

Viviana de Oliveira Torres   

Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Brasil

Michele Castro de Paula-Silva   

Universidade Federal da Grande Dourados/Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Brasil

DOI: 10.52832/wed.178.10337 

Resumo: A entomologia forense aplica conhecimentos sobre a biologia e o comportamento de insetos na resolução de crimes, especialmente para estimar o tempo de morte. O ambiente onde o corpo é encontrado pode influenciar a colonização por insetos e o tempo de decomposição. Este estudo avaliou se a cobertura vegetal influencia a riqueza da entomofauna cadavérica em áreas de mata no Pantanal. A pesquisa foi realizada na Área de Preservação Ambiental Baía Negra, com 12 pontos amostrais distantes pelo menos 10 metros entre si. Em cada ponto, foram colocadas iscas de 200 g de carne suína, observando-se o comportamento dos insetos e coletando os espécimes durante 20 minutos, com repetição em cada réplica. Os insetos foram identificados até o menor nível taxonômico possível, registrando a abundância e riqueza. A porcentagem da cobertura vegetal foi estimada com o aplicativo Canopy Cover®. Para analisar a influência da vegetação, utilizou-se uma curva de acumulação e análise de covariância com o número rarefeito de espécies, no programa Rstudio. Os resultados indicaram que a cobertura vegetal não teve efeito significativo sobre a riqueza da entomofauna, mas o comportamento dominante de algumas espécies de formigas pode ter afetado a composição das comunidades que colonizaram as iscas.

Palavras-chave: Entomologia forense. Diptera. Hymenoptera.

1 INTRODUÇÃO

A entomologia forense é uma ciência que utiliza a entomofauna como uma ferramenta para auxiliar em investigações criminais e processos civis, podendo fornecer diversas informações, como por exemplo, a possível causa da morte, local ou Intervalo Pós-Morte (IPM) de um cadáver, que é o tempo decorrido entre a morte e o achado do corpo (Byrd; Tomberlim, 2019). Os grupos de maior relevância para Entomologia forense são os Diptera, Coleoptera e Hymenoptera, nesta ordem de importância (Oliveira-Costa, 2013).

Os dípteros, representados pelas moscas, são consideradas de maior importância, isto porque as moscas são os mais frequentes e em geral são os primeiros a localizarem o cadáver devido ao seu olfato altamente adaptado para localizar este tipo de recurso. As moscas utilizam o recurso proteico para encontro de parceiros, oviposição e desenvolvimento de seus imaturos, contribuindo, portanto, para a modificação da matéria em decomposição (Goff; Flynn, 1991). O segundo grupo mais frequente na decomposição cadavérica são coleópteros, conhecidos popularmente como besouros, com representantes necrófagos e predadores e podem ser encontrados a partir dos estágios iniciais, com intensa atividade dos predadores, e predomínio nos estágios finais dos espécimes necrófagos (Smith, 1986; Oliveira-Costa, 2013).

Por fim, o terceiro grupo de maior importância são os himenópteros, representados pelas formigas, vespas e abelhas, nesta ordem de importância (Campobasso *et al.*, 2008; Viana *et al.*, 2022). Em especial, as formigas podem estar presentes em todos os estágios de decomposição dos cadáveres, sendo geralmente observadas logo após a morte, nos estágios iniciais de decomposição, principalmente quando o corpo está próximo à locais de nidificação das formigas (Payne; King, 1968). As formigas desempenham vários papéis na sucessão cadavérica, dentre eles, atuam tanto

como predadoras de imaturos e adultos da fauna associada, quanto como necrófagas, alimentando-se da tecidos ou de exsudatos do cadáver (Chen *et al.*, 2014; Paula *et al.*, 2016).

A fauna cadavérica é principalmente utilizada em investigações criminais para análise da estimativa do Intervalo Pós-Morte (IPM), tornando possível responder a quanto tempo a morte ocorreu (Catts, 1991). Sendo o IPM mínimo aplicado com base no desenvolvimento larval de moscas de importância forense e o IPM máximo, mais associado a cadáveres em estágios mais avançados de decomposição, baseando-se na composição da comunidade de insetos presente no cadáver, relacionando-a ao padrão de sucessão entomológica das espécies e à sua ocorrência em estágios específicos do processo de decomposição (Goff; Flynn, 1991; Oliveira-Costa, 2013). Devido ao fato de os insetos serem ectotérmicos, os fatores ambientais exercem uma grande influência em seu desenvolvimento, sendo o ambiente atuante como fator de seleção para cada grupo (Lenz *et al.*, 2023). Fatores abióticos como o clima, vegetação e até mesmo características do solo são determinantes para a ocorrência e desenvolvimento dos insetos que podem colonizar um cadáver (Anderson, 2019). De acordo com Sonker; Rawat e Singh (2018), essas características que definem o microclima de um ambiente podem ser extremamente relevantes no favorecimento da sobrevivência e reprodução de insetos, visto que, cada grupo é adaptado para uma condição específica.

O levantamento da fauna em diversos ambientes fornece dados importantes para uso da entomofauna em casos criminais, servindo como comparativo para investigações futuras. Visto que a entomofauna cadavérica de um determinado local e a forma como esses organismos se relacionam uns com os outros e com o ambiente, são fatores fundamentais que podem contribuir na elucidação criminal em casos de assassinato, como exemplo, responder se houve realocação de cadáveres, ou ainda estimar o IPM máximo (Byrd; Castner, 2020; Oliveira-Costa, 2013; Farias; de Miranda, 2024).

O Pantanal é uma das maiores planícies alagáveis do mundo, abriga uma biodiversidade excepcional sustentada por sua heterogeneidade ambiental — um mosaico que incluem campos inundáveis, cerrado, matas de galeria e capões de floresta, moldado por ciclos sazonais de cheia e seca (Julião; Almada; Fernandes, 2014). Considerando a importância de estudos em diversas fitofisionomias e a escassez de dados específicos sobre a região do Pantanal, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que a cobertura vegetal influencia a riqueza e sucessão de espécies que colonizam recursos proteicos em ambientes de mata no bioma Pantanal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Área de Preservação Ambiental (APA) Baía Negra, Ladário, MS (-19.179033°Lat.; -57.570523°Long.). Foram selecionados randomicamente 12 pontos com

distância de no mínimo 10 metros entre si. Para cada ponto foi analisado a porcentagem de cobertura vegetal com uso do aplicativo Canopy Cover®, de modo que, a captura das imagens do dossel foi realizada com o aparelho celular de forma horizontal. Foram instaladas em todos os pontos pré-estabelecidos 200 gramas de iscas de carne suína sobre o solo, ficando exposta durante todo período de amostragem. As coletas de dados foram realizadas em cada ponto durante 20 minutos, com um intervalo de 40 minutos e observados novamente durante mais 20 minutos, totalizando dois momentos de coleta.

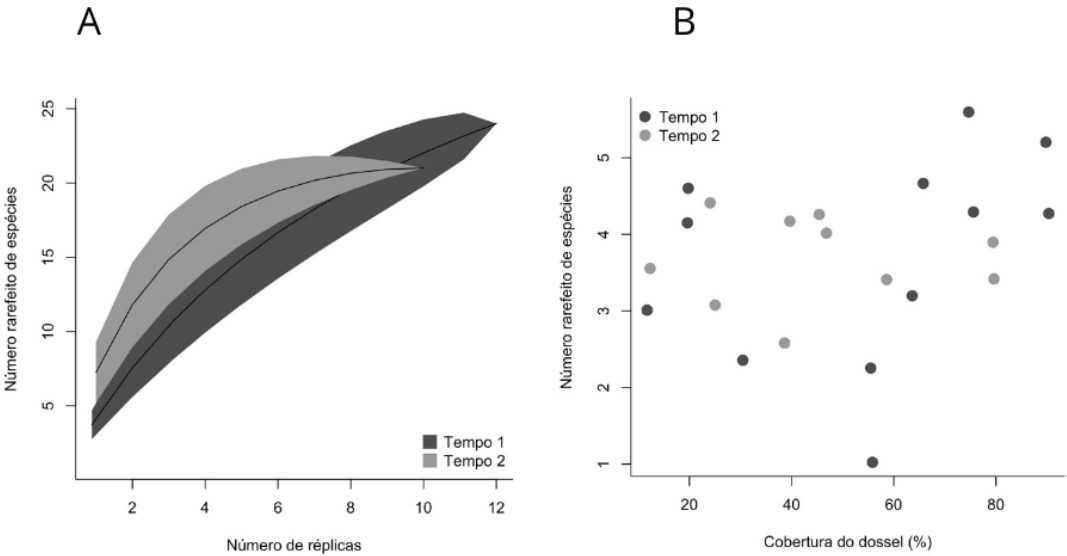
Durante o tempo de observação os atos comportamentais foram registrados, e posteriormente os insetos que visitaram as iscas foram coletados de forma ativa, com auxílio de puçá, pinças, recipientes plásticos de 250mL, em seguida os insetos coletados foram armazenados em microtubos de 1mL tipo Eppendorf e, por fim, encaminhados ao laboratório da APA para identificação. A identificação dos espécimes ocorreu até o menor nível possível, com auxílio da chave de identificação (Rafael *et al.*, 2024).

Para avaliar a variação das espécies entre a cobertura vegetal e os tempos de coletas realizamos uma curva de acumulação de espécies, e, para comparações da riqueza entre diferentes coberturas vegetais e períodos de coleta consideramos o número rarefeito de espécies. Para as análises foi utilizado o pacote Vegan no programa estatístico Rstudio (R Core Team, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com nossos dados no primeiro intervalo de tempo um número maior de espécimes foi acumulado, o que reflete uma curva ascendente (Figura 1A), provavelmente mais espécimes poderiam ser encontrados em um período de avaliação maior. E de fato, em um segundo momento de coleta, a curva de acumulação de espécies atingiu uma assíntota mais rapidamente, o que indica que o segundo tempo de coleta foi realizada uma amostragem que representa a fauna cadavérica do local e provavelmente mais espécimes não seriam coletados (Figura 1B).

Figura 1 - (A) Curva de acumulação da entomofauna cadavérica ao longo do tempo de observação; (B) Variação da riqueza da entomofauna cadavérica entre os pontos em relação a cobertura do dossel (%).



Fonte: Autores, 2025.

Houve variação na riqueza de espécimes encontradas, a ordem mais abundante foi Hymenoptera, sendo mais representada por insetos da família Formicidae, com os gêneros *Solenopsis*, *Crematogaster* e *Wasmannia*, os mais abundantes, respectivamente (Tabela 1). Isto provavelmente aconteceu porque as formigas são insetos sociais, e em sua maioria forrageiam de forma massal, podendo monopolizar o recurso, principalmente se sua colônia estiver nas imediações do recurso.

Tabela 1 - Abundância de insetos coletados em iscas de carne suína distribuídas em pontos que variavam de acordo com a cobertura vegetal.

Ordem	Taxa	Gênero	Morfoespécie	Abundância
Coleoptera	Carabidae	-	Carabidae sp.1	1
	Carabidae	-	Carabidae sp.2	1
	Histeridae	-	Histeridae sp.1	1
	Nitidulidae	-	Nitidulidae sp.1	1
	Scarabidae	<i>Canthon</i>	<i>Canthon</i> sp.1*	45
Diptera	Calliphoridae	<i>Cochliomyia</i>	<i>Cochliomyia</i> sp.1	2
	Calliphoridae	<i>Lucilia</i>	<i>Lucilia</i> sp.1	5
	-	-	Diptera sp.1	1
	-	-	Diptera sp.2	2
	-	-	Diptera sp.3	7

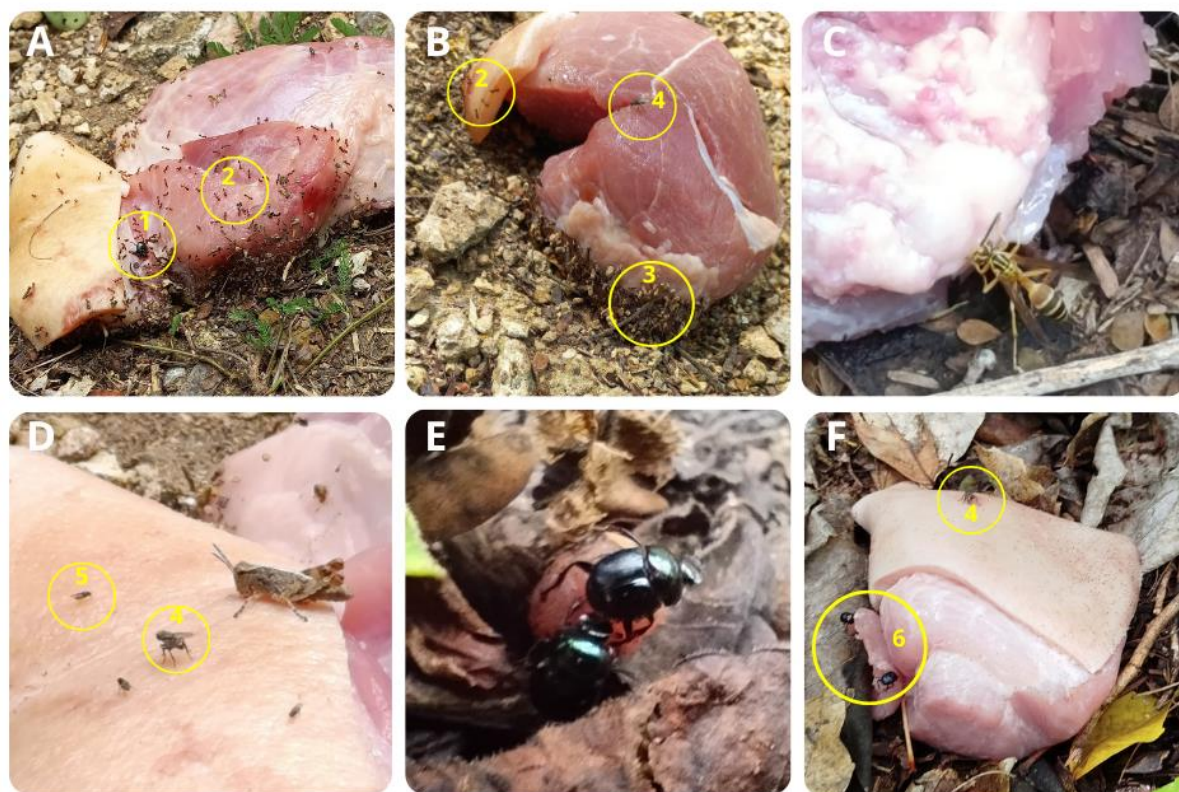
	Muscidae	-	Muscidae sp.1	10
	Muscidae	-	Muscidae sp.2	3
	Phoridae	-	Phoridae sp.1*	47
	Phoridae	-	Phoridae sp.2	27
	Ulidiidae	-	Ulidiidae sp.1	15
	Ulidiidae	-	Ulidiidae sp.2	4
	Sarcophagidae	-	Sarcophagidae sp.1	10
	Tachinidae	-	Tachinidae sp.1	1
Hymenoptera	Apidae	<i>Plebeia</i>	<i>Plebeia</i> sp.1	6
	Apidae	<i>Trigona</i>	<i>Trigona</i> sp.1	22
	Formicidae	<i>Camponotus</i>	<i>Camponotus</i> sp.1	3
		<i>Cephalotes</i>	<i>Cephalotes</i> sp.1	3
		<i>Crematogaster</i>	<i>Crematogaster</i> sp.1	99
		<i>Pachycondyla</i>	<i>Pachycondyla</i> sp.1	5
		<i>Pheidole</i>	<i>Pheidole</i> sp.1	45
		<i>Solenopsis</i>	<i>Solenopsis</i> sp.1*	360
		<i>Wasmannia</i>	<i>Wasmannia</i> sp.1	95
	Vespidae	<i>Agelaia</i>	<i>Agelaia</i> sp.1	4
Orthoptera	-	-	Orthoptera sp.1	1

Nota: (*) táxons com maior abundância em cada ordem.

Fonte: Autores, 2025.

Dentre as formigas que ocorreram nas iscas, observamos uma dominância de *Solenopsis* em alguns pontos, devido ao comportamento agressivo elas impediram o acesso de outros insetos (Figura 2A), além disso, estas formigas cobriram parcialmente o recurso proteico (Figura 2B), dificultando o acesso de outros insetos ao recurso. Este comportamento também é bastante documentado, principalmente para a espécie *Solenopsis invicta* (Eubanks; Lin; Tarone, 2019). Vale ressaltar, que além do seu hábito necrófago, as formigas do gênero *Solenopsis* podem apresentar comportamento predatório se alimentando da entomofauna cadavérica (Farias; de Miranda, 2024), de fato, também observamos essas formigas removendo besouros do recurso proteico (Figura 2A).

Figura 2 – Insetos colonizadores de carcaça em recurso proteico de porco. **A**- Formigas *Solenopsis* predando besouro necrófago (1) e explorando o recurso (2). **B**- Fragmentos depositados pelas formigas *Solenopsis* para limitar o acesso de outros insetos ao recurso (3) e mosca se alimentando de exsudato (4). **C**- *Vespa Agelaia* realizando corte do recurso. **D**- moscas e Orthoptera se alimentando de exsudato, (5) Phoridae. **E**- Besouros *Canthos* sp.1 carregando pedaço do recurso. **F**- Besouros e mosca se alimentando do recurso proteico recém posicionado, (6) besouros *Canthos* sp.1. Números iguais nas imagens A-F representam o mesmo táxon amostrado.



Fonte: Autores, 2025.

Além disto, outros himenópteros também foram observados no recurso proteico, como abelhas e vespas sociais. A vespa da espécie *Agelaia* sp.1, foi observada realizando comportamento necrófago em 8 dos 12 pontos amostrados (Figura 2C), causando lesões e levando pedaços do recurso para suas colônias. A carne coletada pelas vespas normalmente é regurgitada e utilizada como fonte proteica para as larvas presentes na colônia, ou também pode ser ingerida pelos indivíduos adultos (Somavilla; Linard; Rafael, 2019; Gomes *et al.*, 2007). Além disso, de acordo com Conarby (1974), normalmente as vespas do gênero *Agelaia* também buscam nas carcaças larvas de outras espécies colonizadoras como forma de proteína e nutrição. O fato de os himenópteros serem mais abundantes nas carcaças pode estar relacionado ao modo de vida social, o que torna comum o recrutamento de companheiros de ninho até a fonte de recurso, possibilitando a alta amostragem desses insetos em carcaças ou corpos em decomposição (Amendt; Krettek; Zehner, 2004).

A segunda ordem de maior abundância foi Diptera, representada principalmente por Phoridae (Figura 2D), essa família de mosca geralmente ocorre nos estágios finais de decomposição, entretanto, essas moscas suportam variações maiores de temperatura comparado a famílias de moscas pioneiras como famílias Calliphoridae e Muscidae (Figura 2D), o que possibilita a ocorrência de Phoridae em estágios iniciais (Amendt; Krettek; Zehner, 2004; Oliveira-Costa, 2013). Além disso, Phoridae também formam sítios de reprodução próximo a um recurso alimentar, o que pode ter favorecido a alta amostragem desse táxon.

Em condições naturais, na maioria das vezes Calliphoridae é a primeira família de mosca a chegar à carcaça, e é a mais frequente (Bonacci; Vercillo; Beneck, 2017; Catts, 1991), entretanto isso não foi observado em nosso estudo. Alguns fatores como clima e competição podem ter interferido na ocorrência dessas moscas, de fato a presença das formigas, que apresentaram comportamentos agressivos, interferiu na ocorrência de alguns insetos colonizadores, removendo estes da carcaça ou impedindo acesso deles ao recurso. A terceira ordem mais abundante foi Coleoptera, com maior abundância de *Canthnon* sp.1 da família Scarabaeidae. Estes besouros acessaram o recurso proteico pouco tempo após a instalação, e houve aumento da abundância ao longo do tempo. Esta espécie foi observada arrancando pedaços do recurso em formato elíptico e levando para longe (Figura 2E), como já registrado em outros trabalhos sobre entomologia forense em carcaças de suínos e roedores (Almeida; Corrêa; Grossi, 2015; Mise; Almeida; Moura, 2007; Rosseto *et al.*, 2021), apesar de usualmente os besouros aparecerem em estágios finais de decomposição, *Canthnon* sp.1 foi um dos insetos pioneiros a encontrarem o recurso proteico, inclusive quando havia apenas Muscidae visitando a isca (Figura 2F).

Finalmente, a ordem menos representativa foi Orthoptera, com apenas um espécime amostrado (Figura 2D), apesar de serem em sua maioria herbívoros, os ortópteros podem ser detritívoros secundários ou onívoros oportunistas se alimentando de tecidos em decomposição ou até mesmo predando larvas e ovos de moscas, entretanto, na maioria das vezes esses insetos são considerados como fauna acidental em carcaças (Bharti; Singh, 2022; Joseph *et al.*, 2011; Paula *et al.*, 2016). Em nossas observações o Orthoptera executou comportamento necrófago, realizando raspagem de tecido superficial do recurso proteico, a ocorrência deste grupo de insetos é rara em carcaças ou iscas e, apesar de causar interferência na carcaça, seu potencial de impacto é baixo.

A ocorrência de diversos insetos afeta o processo de decomposição e a sucessão ecológica, formigas dominantes e vespas predadoras podem atrasar o processo de decomposição, limitando o acesso ao recurso e predando insetos necrófagos. Por outro lado, a ocorrência de besouros necrófagos, como observamos, possibilita a remoção de partes da proteína, o que pode servir como sítio de oviposição para moscas, acelerando o processo de decomposição principalmente em

carcaças e corpos, onde usualmente apenas haveria oviposição em orifícios naturais (Oliveira-Costa, 2013; Paula *et al.*, 2016). Além disso, dados sobre a fauna de insetos necrófagos de diferentes áreas fornece informações sobre alocação de cadáveres.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que a cobertura vegetal e o tempo de amostragem não apresentaram influência significativa na riqueza de espécies que visitam o recurso proteico ($P < 0,05$). Provavelmente, isto pode ser explicado pela heterogeneidade do ambiente, já que este bioma apresenta grandes flutuações ambientais sazonais, que influenciam na distribuição e ocorrência dos insetos. Outro fator que pode ter influenciado foi o baixo período de amostragem, que pode ter refletido apenas em um recorte da diversidade de insetos da fauna cadavérica.

4 CONCLUSÃO

A hipótese não foi confirmada, mostrando que a cobertura vegetal no ambiente não exerce influência na riqueza de insetos em uma Área de Preservação Ambiental no bioma Pantanal. No entanto, precisa-se de mais estudos em outras áreas do Pantanal, para confirmar de fato se as peculiaridades deste bioma e cobertura vegetal influenciam nesse padrão de distribuição e ocorrência dos insetos. Este estudo é relevante, pois mostra a fauna associada a recurso proteico nesta fitofisionomia, bem como fornece dados sobre a dinâmica de comunidades de insetos na região da Área de Preservação Ambiental Baía Negra, fornecendo informações relevantes para a preservação das espécies.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.; CORRÊA, R. C.; GROSSI, P. C. Coleoptera species of forensic importance from Brazil: an updated list. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 59, p. 274–284, 2015.
- AMENDT, J.; KRETTEK, R.; ZEHNER, R. Forensic entomology. **Naturwissenschaften**, v. 91, p. 51–65, 2004.
- ANDERSON, G. S. Factors that influence insect succession on carrion. *In*: BYRD, J. H.; TOMBERLIN, J. K. (Ed.). **Forensic entomology**. Boca Raton: CRC Press, 2019. p. 103–139.
- BHARTI, M.; SINGH, D. Insects in forensic investigations. *In*: **Insects as Service Providers**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 165–182.
- BONACCI, T.; VERCILLO, V.; BENECKE, M. Flies and ants: A forensic entomological neglect case of an elderly man in Calabria, Southern Italy. **Romanian Journal of Legal Medicine**, v. 25, p. 283–286, 2017.
- BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. **Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations**. Boca Raton: CRC Press, 2020.

BYRD, J. H.; TOMBERLIN, J. K. (Ed.). **Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations**. Boca Raton: CRC Press, 2019.

CAMPOBASSO, C. P.; MARCHETTI, D.; INTRONA, F.; COLONNA, M. F. Postmortem artifacts made by ants and the effect of ant activity on decomposition rates. **The American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, v. 30, n. 1, p. 84–87, 2009.

CATT'S, E. P. Analyzing entomological data. In: Entomological Society Of America. **Forensic entomology**. 1991. p. 24–35.

CHEN, C. D.; NAZNI, W. A.; LEE, H. L.; HASHIM, R.; ABDULLAH, N. A.; RAMLI, R.; SOFIAN-AZIRUN, M. A. **A preliminary report on ants (Hymenoptera: Formicidae) recovered from forensic entomological studies conducted in different ecological habitats in Malaysia**. 2014.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2017. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 13 jun. 2025.

EUBANKS, M. D.; LIN, C.; TARONE, A. M. The role of ants in vertebrate carrion decomposition. **Food Webs**, v. 18, e00109, 2019.

FARIAS, R. C. A. P.; DE MIRANDA, G. H. B. Análise de dois anos de utilização da entomologia forense pelo Núcleo de Criminalística de João Pessoa: o que os insetos estão nos dizendo? **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 13, n. 5, p. 65–73, 2024.

GOFF, M. L.; FLYNN, M. M. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from the Hawaiian Islands. **Journal of Forensic Sciences**, v. 36, p. 607–614, 1991.

GOMES, L.; GOMES, G.; OLIVEIRA, H. G.; MORLIN, J. J.; DESUÓ, I. C.; SILVA, I. M.; SHIMA, S. N.; ZUBEN, C. J. V. Foraging by *Polybia (Trichothorax) ignobilis* (Hymenoptera, Vespidae) on flies at animal carcasses. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 389–393, 2007.

JOSEPH, I.; MATHEW, D. G.; SATHYAN, P.; VARGHEESE, G. The use of insects in forensic investigations: an overview on the scope of forensic entomology. **Journal of Forensic Dental Sciences**, v. 3, n. 2, p. 89–91, 2011.

JULIÃO, G. R.; ALMADA, E. D.; FERNANDES, G. W. Gallling insects in the Pantanal wetland and Amazonian rainforest. In: **Neotropical Insect Galls**. 2014. p. 377–403.

LENZ, T. C.; KUSS, J. C.; ADAMI, E. R.; SANTOS, A. M. S. Entomologia forense: a importância dos insetos na estimativa do intervalo pós-morte. Extensão em Foco, 2023.

MISE, K. M.; ALMEIDA, L. M.; MOURA, M. O. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L. em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 51, n. 3, p. 358–368, 2007.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia forense: quando os insetos são vestígios**. Brasília: Millennium, 2013.

PAULA, M. C.; MORISHITA, G. M.; CAVARSON, C. H.; GONÇALVES, C. R.; TAVARES, P. R.; MENDONÇA, A.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Action of ants on vertebrate carcasses and blow flies (Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**, v. 53, n. 6, p. 1283–1291, 2016.

PAYNE, J. A.; KING, E. W. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. **Nature**, v. 219, p. 1180–1181, 1968.

RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R. de; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. 2024.

ROSSETO, D.; VIGNATTI, G.; PINTO, A.; GAVAZZONI, G.; MONDOLONI, D.; AZEVEDO FILHO, W. Escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) de importância forense ocorrentes em carcaça suína nos municípios de Caxias do Sul e Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul – Brasil. **Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 5, n. 9, p. 36–43, 2021.

SOMAVILLA, A.; LINARD, V.; RAFAEL, J. A. Social wasps (Vespidae: Polistinae) on carcasses of *Rattus norvegicus* (Mammalia: Muridae) in the Central Amazonia, Brazil: possible forensic implications. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, p. 18–21, 2019.

SONKER, R.; RAWAT, S.; SINGH, K. Factors affecting the arthropod succession on a dead animal. **International Journal of Scientific and Innovative Research**, v. 6, n. 1, p. 11–22, 2018.

VIANA, G. S.; PAULA, M. C. D.; EULALIO, A. D. M. D. M.; SANTOS, P. G. D.; LIMA-JUNIOR, S. E.; ANTONIALLI-JUNIOR, W. F. Formicidae fauna in pig carcasses contaminated by insecticide: implications for forensic entomology. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 66, n. 1, e20210085, 2022.

CAPÍTULO 8

EDUCAÇÃO AMBIENTAL EMBASADA NA ENTOMOLOGIA DO ENSINO MÉDIO

Carlos Eduardo Fortes Gonzalez   

Doutorado em Educação. Universidad de la Empresa (UDE), Uruguai. Professor Visitante Sênior da Universidade Federal do Pará (UFPA) no Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGDOC) do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI), Belém – PA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.178.10338 



Resumo: A Educação Ambiental no Ensino Médio desempenha papel crucial na formação de cidadãos críticos e cientificamente alfabetizados, capacitados a compreender e atuar em contextos socioambientais complexos. A Entomologia, Ciência dedicada ao estudo dos insetos, oferece um repertório teórico-prático para fortalecer o ensino de Ciências e a Educação Ambiental, articulando conhecimentos biológicos, investigação empírica e reflexão crítica. No entanto, no contexto brasileiro, os insetos são frequentemente tratados de forma marginalizada, restritos a aspectos taxonômicos ou associados a pragas, o que limita o aproveitamento de seu potencial pedagógico. Este estudo apresenta uma revisão crítica da literatura nacional e de documentos normativos, incluindo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei n. 9.795/1999) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), evidenciando a coerência legal para a incorporação da Entomologia na Educação Ambiental. A análise mostra que, quando integrados ao currículo por meio de metodologias ativas, os insetos favorecem o desenvolvimento de competências científicas, senso crítico e consciência socioambiental. Conclui-se que a Entomologia constitui um eixo pedagógico viável e relevante para a Educação Ambiental no Ensino Médio, desde que acompanhada de formação docente, materiais adequados e estratégias curriculares contextualizadas.

Palavras-chave: Biodiversidade. Competência científicas. Metodologias ativas. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A formação ambiental nas escolas secundárias assume papel central na construção de competências científicas, éticas e cidadãs que respondam aos desafios socioambientais contemporâneos (Costa; Barrios, 2022). Inserida nesse horizonte, a Entomologia oferece um repertório teórico-prático que pode fortalecer a Educação Ambiental no Ensino Médio por meio da articulação entre conhecimento biológico, investigação empírica e reflexão crítica sobre problemas locais e globais.

Apesar de sua relevância ecológica e social, os insetos aparecem de forma frequentemente marginalizada nos currículos escolares brasileiros, reduzidos a notas taxonômicas ou representações estigmatizadas de pragas e vetores. Esse quadro curricular e didático limita o aproveitamento das potencialidades pedagógicas inerentes à biodiversidade entomológica, impedindo que estudantes reconheçam os serviços ecossistêmicos fornecidos por insetos — por exemplo, polinização, controle biológico, decomposição e atuação como bioindicadores — bem como a complexidade das interações que sustentam os ambientes em que vivem (Magalhães, 2013).

Ao propor a Entomologia como eixo de Educação Ambiental no Ensino Médio, este artigo objetiva demonstrar a coerência entre exigências legais e curriculares brasileiras, evidenciar as contribuições epistemológicas e metodológicas da Entomologia para a aprendizagem e apresentar uma revisão crítica da literatura que documenta experiências, desafios e evidências de eficácia pedagógica.

A argumentação sustenta-se em legislação e orientações curriculares como a LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996); a PNEA - Política Nacional de Educação

Ambiental (Brasil, 1999); a BNCC - Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), em estudos empíricos e relatórios acadêmicos sobre práticas didáticas com insetos no contexto brasileiro e em revisões que mapearam intervenções de Entomologia junto a populações escolares.

Ao longo do artigo, busca-se alinhar o escopo formativo do Ensino Médio às possibilidades concretas de ensino-aprendizagem que a Entomologia oferece, com evidências publicadas e documentos normativos que sustentam a viabilidade e a pertinência dessa proposta curricular.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica articula três vetores principais: a base normativa e curricular que regula a presença da Educação Ambiental no sistema educacional brasileiro; a natureza científica e ecológica da Entomologia que a torna relevante para fins pedagógicos; e as contribuições das metodologias ativas para transformar o estudo dos insetos em experiência educativa significativa.

Em termos legais e normativos, a LDB (Brasil, 1996) consagra o caráter formativo da Educação brasileira, definindo objetivos gerais que incluem a formação social, científica e cultural dos estudantes e orientando a elaboração de currículos que garantam uma formação integral. A LDB estabelece que os currículos devem assegurar conteúdos mínimos e atender às diretrizes nacionais, permitindo que políticas e documentos subsequentes articulem temas transversais e competências.

No campo específico da Educação Ambiental, a Lei n. 9.795/1999 instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1999), elevando a EA à condição de política pública e orientando sua integração em todos os níveis e modalidades de ensino, com ênfase na formação de valores, conhecimentos e competências para a gestão sustentável do meio ambiente.

A BNCC (Brasil, 2018), por sua vez, define direitos e objetivos de aprendizagem ao longo da Educação básica e explicita a transversalidade de temas como a sustentabilidade e a responsabilidade socioambiental, o que legitima e orienta a incorporação sistemática de conteúdos ambientais no Ensino Médio.

Assim, o marco legal e curricular brasileiro não apenas autoriza, mas exige que a Educação Ambiental esteja presente na formação básica, criando condições normativas para que áreas do conhecimento, como a Biologia e, por extensão de ideias, a Entomologia, desenvolvam conteúdos contextualizados e pertinentes às demandas ambientais contemporâneas.

Do ponto de vista científico, os insetos constituem o grupo animal mais diversificado e funcional do planeta, participando de processos ecológicos fundamentais. Sua abundância, diversidade de nichos e plasticidade reprodutiva e comportamental os tornam agentes centrais na manutenção de ecossistemas e, ao mesmo tempo, indicadores sensíveis de alteração ambiental.

Polinização, ciclagem de nutrientes, controle biológico de pragas e decomposição são serviços ecossistêmicos providos por numerosos táxons entomológicos; além disso, as respostas de comunidades de insetos a pressões antrópicas (fragmentação, uso de agrotóxicos, poluição e mudanças climáticas) oferecem dados empíricos úteis para monitoramento e Educação (Souza; Salman, 2018).

A natureza observável e relativamente acessível de muitos insetos facilita a implementação de atividades práticas em espaços escolares com custo relativamente baixo, o que os torna materiais educativos particularmente valiosos para o Ensino Médio. Revisões recentes sobre esforços de extensão e Educação em Entomologia apontam que programas dedicados à Entomologia, quando estruturados, favorecem conhecimentos conceituais e atitudes mais positivas em relação à biodiversidade, além de aproximar crianças e jovens de práticas científicas reais (Brown; White, 2024).

Em termos pedagógicos, a literatura educacional contemporânea enfatiza o papel das metodologias ativas e investigativas para promover aprendizagem significativa (Colla; Ferreira, 2015). Sequências didáticas investigativas, práticas de campo, uso de chaves dicotômicas, montagens entomológicas, observações fenológicas e análises de comunidades permitem que o estudante construa conhecimento a partir de problemas reais, desenvolva pensamento crítico e pratique procedimentos científicos.

Pesquisas brasileiras sobre a introdução da Entomologia no ambiente escolar registram ganhos no interesse e no desempenho dos estudantes quando tais abordagens são adotadas, evidenciando a eficácia de aulas teórico-práticas e a importância da mediação docente com formação adequada (Albuquerque *et al.*, 2014; Habowski; Leite, 2021; Santos, 2022). Ao mesmo tempo, estudos de avaliação curricular e análises de materiais didáticos mostram que a presença da temática entomológica nos livros escolares é, em muitos casos, insuficiente para garantir aprendizagem profunda, o que reforça a necessidade de alinhamento entre norma curricular, capacitação docente e oferta de recursos didáticos contextualizados (Souza; Salman, 2018).

A articulação entre fundamentos legais, científico-ecológicos e metodológicos resulta, portanto, numa justificativa robusta para a adoção da Entomologia como eixos de Educação Ambiental no Ensino Médio. O encadeamento desses vetores sustenta a hipótese deste trabalho: integrar Entomologia ao currículo de EA no Ensino Médio fortalece tanto as competências científicas quanto a formação cidadã, desde que seja acompanhada por políticas de formação docente, recursos materiais e ajustes curriculares coerentes com os marcos legais vigentes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa organizou-se como uma revisão bibliográfica narrativa e crítico-analítica (Santos; Lima, 2023), com foco em literatura científica e documentos normativos publicados entre 2010 e 2025, buscando evidências empíricas, propostas didáticas e dispositivos legais que respaldassem a integração entre Entomologia e Educação Ambiental no Ensino Médio.

A seleção de fontes privilegiou documentos oficiais (leis, decretos, BNCC), artigos revisados por pares, dissertações e materiais de repositórios institucionais, bem como relatórios e publicações de instituições educativas brasileiras. As bases consultadas incluíram portais oficiais do governo federal, repositórios acadêmicos, periódicos indexados e plataformas de difusão científica nacionais. A estratégia de busca contemplou palavras-chave como “Educação ambiental”, “Entomologia ensino médio”, “BNCC Educação ambiental”, “insetos Educação básica”, além de buscas para localizar estudos de caso, sequências didáticas e avaliações de materiais didáticos.

A abordagem analítica consistiu em sintetizar os conteúdos das fontes selecionadas em torno das categorias temáticas preestabelecidas (fundamentação legal e curricular, conteúdos e metodologias de ensino, evidências de efetividade e limitações práticas), procurando identificar convergências, lacunas e recomendações para implementação curricular robusta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise documental e bibliográfica produziu resultados que podem ser agrupados em quatro eixos integrados: (i) enquadramento legal e implicações curriculares; (ii) potencial pedagógico e evidências de eficácia da Entomologia na EA; (iii) obstáculos práticos e formativos; e (iv) proposições para operacionalização curricular.

Em relação ao enquadramento legal, a LDB e a Lei n. 9.795/1999 definem um suporte jurídico sólido para a inclusão de práticas de Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, condição necessária para legitimar programas e investimentos nas escolas. A BNCC, no seu delineamento para o Ensino Médio, enfatiza competências científico-tecnológicas e socioemocionais, bem como a necessidade de tratar temáticas transversais, entre as quais se incluem a sustentabilidade ambiental.

Esses dispositivos colocam a Educação Ambiental não como um conteúdo opcional, mas como componente inscrito na formação integral, o que abre espaço para a proposição formal de eixos temáticos como a Entomologia, em consonância com objetivos de aprendizagem que visam o desenvolvimento de pensamento crítico, capacidade experimental e responsabilidade socioambiental (Brasil, 1996; Brasil, 1999; Brasil, 2018).

No que concerne ao potencial pedagógico, a Entomologia demonstra vantagens práticas e epistemológicas para o Ensino Médio. A diversidade e abundância de insetos tornam-nos facilmente observáveis em variados ambientes escolares e comunitários, o que facilita atividades de campo e observações de curto prazo compatíveis com o calendário letivo. Projetos e estudos brasileiros registram que o uso de chaves de identificação, caixas entomológicas e observações comportamentais, entre outras metodologias de ensino e aprendizagem, favorecem a compreensão de conceitos ecológicos e metodológicos, assim como provocam mudanças positivas nas atitudes dos estudantes em relação à biodiversidade.

Estudos empíricos mostram que intervenções estruturadas resultam em aumento do conhecimento conceitual e da motivação quando comparadas a abordagens meramente expositivas (Albuquerque *et al.*, 2014; Habowski; Leite, 2021; Santos, 2022). Outras revisões corroboram essa tendência, indicando que programas de Entomologia escolar têm efeitos benéficos sobre a alfabetização científica e a percepção da fauna invertebrada como componente essencial de ecossistemas (Brown; White, 2024).

Entretanto, a análise também destaca obstáculos práticos e formativos que comprometem a implementação. Entre esses obstáculos estão a falta de formação continuada específica para professores de Biologia, lacunas nos materiais didáticos — que frequentemente não exploram a diversidade e as funções ecológicas de insetos de forma aprofundada — e limitações de infraestrutura, como ausência de laboratórios ou espaços adequados para saídas de campo. Pesquisas regionais no Brasil assinalam que muitos professores enfrentam dificuldades para transcender a abordagem expositiva por falta de preparo ou recursos, o que resulta em ensino fragmentado e descontextualizado (Arruda, 2018; Silva, 2021). Além disso, práticas avaliativas centradas em memorização desencorajam atividades experimentais mais elaboradas, reduzindo o incentivo institucional à adoção de metodologias ativas. Esses entraves não são insuperáveis, mas requerem políticas públicas que articulem formação docente, materiais de apoio e financiamento para projetos escolares.

Com base nas evidências, é possível propor linhas de ação para operacionalizar a integração entre Entomologia e Educação Ambiental no Ensino Médio.

Em primeiro lugar, recomenda-se que os currículos estejam explicitamente alinhados à BNCC, de modo a garantir coerência entre os objetivos de aprendizagem e as competências gerais definidas para a Educação Básica. Esses currículos devem contemplar, de maneira articulada, não apenas conhecimentos sobre a estrutura e função dos insetos, mas também os serviços ecossistêmicos que eles prestam, bem como técnicas de investigação científica que permitam aos estudantes compreenderem processos biológicos e ecológicos complexos. Tal alinhamento

contribui para a integração de conteúdos científicos com dimensões éticas e socioambientais, promovendo formação integral e consolidando a Entomologia como eixo transversal da Educação Ambiental.

Em segundo lugar, torna-se prioritário investir em formação continuada de professores que combine aprofundamento em conteúdo entomológico com estratégias didáticas ativas. Essa capacitação deve contemplar não apenas a aquisição de conhecimentos teóricos, mas também o desenvolvimento de habilidades pedagógicas para mediar processos investigativos e estimular pensamento crítico. A formação docente consistente permite que professores se sintam confiantes em explorar temáticas complexas, contextualizar conceitos científicos e favorecer aprendizagens significativas, fortalecendo a integração entre teoria e prática no Ensino Médio.

Em terceiro lugar, a produção e a distribuição de materiais didáticos contextualizados são instrumentos essenciais para democratizar o acesso a práticas experimentais e para viabilizar a aplicação consistente de metodologias ativas. Guias de campo, chaves de identificação adaptadas ao território local, recursos digitais e outros materiais de suporte proporcionam subsídios para que o estudo da Entomologia seja incorporado de forma sistemática e aprofundada ao currículo. Além disso, tais recursos favorecem a autonomia docente e incentivam abordagens pedagógicas diversificadas, garantindo que os estudantes possam construir conhecimento de forma crítica e reflexiva.

Em quarto lugar, a incorporação de parcerias entre escolas, universidades e centros de pesquisa constitui estratégia-chave para fortalecer o ensino de Entomologia no Ensino Médio. Essas articulações ampliam a oferta de suporte técnico, permitem intercâmbio de conhecimento e contribuem para o desenvolvimento de projetos de monitoramento de biodiversidade que conectem os resultados escolares a redes científicas locais e regionais. A cooperação interinstitucional não apenas potencializa a qualidade do ensino, mas também favorece a formação de uma cultura científica participativa, integrando estudantes e professores a processos de produção e validação de conhecimento científico.

A discussão evidencia, portanto, que a integração da Entomologia à Educação Ambiental no Ensino Médio é pedagógica e juridicamente viável e cientificamente desejável, desde que acompanhada por uma estratégia sistêmica que aborde formação docente, infraestruturas, materiais e avaliação.

A literatura consultada fornece exemplos e protocolos que podem ser adaptados às realidades locais, garantindo que o ensino de insetos ultrapasse o viés taxonômico e contribua de forma efetiva para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados e ambientalmente responsáveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Entomologia, quando utilizada como eixo de Educação Ambiental no Ensino Médio, revela-se uma estratégia de elevado potencial transformador, integrando conhecimentos científicos, habilidades investigativas e consciência socioambiental. Os insetos, enquanto grupo mais diversificado e funcional do planeta, oferecem oportunidades singulares de aprendizagem, permitindo que os estudantes compreendam processos ecológicos complexos, relações tróficas, redes de interação biológica e os serviços ecossistêmicos essenciais que sustentam a vida. Além disso, sua observação direta, facilidade de manejo em contextos escolares e acessibilidade tornam-nos instrumentos pedagógicos valiosos para promover experimentação, curiosidade científica e engajamento ativo dos estudantes.

O respaldo jurídico-curricular proporcionado pela LDB (Brasil, 1996), pela Lei n. 9.795/1999 (Brasil, 1999) e pela BNCC (Brasil, 2018) cria condições normativas robustas para que a Entomologia seja integrada de forma consistente ao currículo do Ensino Médio, não apenas como disciplina complementar da Biologia, mas como eixo transversal que promove competências científicas, éticas e cidadãs. A análise das evidências indica que intervenções educativas estruturadas, centradas em metodologias ativas e investigativas, favorecem ganhos significativos no conhecimento conceitual, na alfabetização científica e na formação de atitudes positivas frente à biodiversidade (Albuquerque *et al.*, 2014; Habowski; Leite, 2021; Santos, 2022; Brown; White, 2024).

Entretanto, persistem desafios significativos que requerem ações coordenadas. A formação docente precisa ser contínua, aprofundando o conhecimento entomológico e as estratégias pedagógicas investigativas; os materiais didáticos devem ser revistos, enriquecidos e contextualizados às realidades regionais, valorizando a diversidade funcional dos insetos e os serviços ecossistêmicos que prestam; as escolas devem dispor de infraestrutura adequada; e avaliações educacionais precisam considerar não apenas a memorização, mas também a capacidade de análise crítica e a aplicação prática do conhecimento pelos estudantes.

Para superar esses desafios e consolidar a Entomologia como ferramenta de Educação Ambiental no Ensino Médio, recomenda-se:

Formação docente especializada: programas de capacitação continuada que integrem conteúdos de Entomologia, metodologias ativas e técnicas de ensino investigativo, promovendo segurança e competência na condução de processos educacionais complexos.

Produção de materiais didáticos regionais: guias de campo, chaves de identificação adaptadas ao território local, protocolos de monitoramento e recursos digitais que permitam experiências contextualizadas e enriquecedoras.

Articulação interinstitucional: parcerias entre escolas, universidades, museus de ciências e centros de pesquisa para ampliar suporte técnico, desenvolver projetos de monitoramento ambiental participativo e integrar os estudantes em redes científicas locais e nacionais.

Integração curricular sistêmica: alinhamento explícito com a BNCC e políticas educacionais, garantindo que a Entomologia seja abordada de forma articulada, interdisciplinar e contínua ao longo do Ensino Médio.

Avaliação contínua e adaptativa: implementação de mecanismos de feedback que permitam avaliar o impacto das intervenções pedagógicas sobre aprendizagem conceitual, atitudes socioambientais e engajamento científico, promovendo ajustes e melhorias constantes.

Além das vantagens pedagógicas, a inclusão da Entomologia como eixo de Educação Ambiental contribui para estimular vocações científicas, ampliar o interesse por carreiras em Ciências Biológicas e aproximar os estudantes de práticas científicas autênticas.

Sob a perspectiva social, fortalece a consciência ambiental crítica, capacitando os estudantes a compreenderem, gerir e preservar processos socioecológicos complexos, tornando-os agentes ativos na promoção de sustentabilidade e cidadania.

Adicionalmente, a abordagem proposta reforça a relevância da interdisciplinaridade no Ensino Médio, mostrando que a integração de conteúdos científicos com competências socioemocionais e éticas é essencial para a formação de cidadãos completos. Essa perspectiva amplia o papel da Educação Ambiental, não apenas como transmissão de conhecimentos, mas como construção de capacidades reflexivas, pensamento crítico e responsabilidade coletiva frente a problemas sociais e ecológicos emergentes.

Por fim, a consolidação da Entomologia como eixo de Educação Ambiental demanda uma visão sistêmica de implementação: políticas públicas robustas, investimentos contínuos em formação docente, desenvolvimento de recursos didáticos contextualizados e articulação entre escolas, universidades e centros de pesquisa. Somente dessa forma será possível formar gerações capazes de compreender, intervir e gerir de forma ética, científica e responsável os processos socioecológicos que sustentam suas vidas e a biodiversidade do planeta.

Conflitos de interesses

O autor declara que não há conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. P.; MILLÉO, J.; LIMA, J. M. M.; BARBOLA, I. F. Entomologia no ensino médio técnico agrícola: Uma proposta de trabalho. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 8, n. 3, p. 236–250, 2014. <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/1030>
- ARRUDA, I. F. S. de. Desmistificando os insetos: Alternativas para o ensino de entomologia com estudantes do Ensino Médio no Município de Bom Jardim – PE. *Realize Editora / Anais*. 2018. <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/46943>
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC) — Ensino Médio**. Brasília: MEC. 2018. <https://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>
- BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional (LDB)**. Diário Oficial da União. 1996. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm
- BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental**. Diário Oficial da União. 1999. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm
- BROWN, C. B.; WHITE, P. J. T. **Entomologists in the K–12 classroom: A scoping review**. *Insects*, v. 15, n. 10, p. 742, 2024. <https://doi.org/10.3390/insects15100742>. <https://www.mdpi.com/2075-4450/15/10/742>
- COLLA SIMON, F.; FERREIRA DE REZENDE FRANCO, L. Estudo das metodologias ativas no ensino superior: revisão sistemática. **Boletim Técnico do Senac**, v. 41, n. 1, p. 24–35, 2015. <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/54>
- COSTA, A. M. da.; BARRIOS, M. E. M. Integrando a Educação Ambiental: Estratégias e Impactos no Currículo Escolar para a Formação de Cidadãos Conscientes. **Revista Humanidades & Tecnologia**, v. 34, p. 1–12, 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11244521>
- HABOWSKI, F.; LEITE, F. d. A. Proposta de uma sequência didática para o ensino de Entomologia. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 10, 2021. <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/10/proposta-de-uma-sequencia-didatica-para-o-ensino-de-entomologia>
- MAGALHÃES, A. P. F. (2013). **Como os insetos são levados às escolas: uma análise de livros didáticos de Ciências** (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/132766>
- SANTOS, A. A. DE S.; LIMA, E. N. DE A. **Metodologia da pesquisa científica: Dos conceitos teóricos à construção prática**. Ampla Editora. 2023.

SANTOS, J. A. D. **O uso de insetos como ferramenta metodológica alternativa para a educação ambiental** (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de Alagoas — Campus Arapiraca. 2022. <https://ud10.arapiraca.ufal.br/repositorio/publicacoes/4320>

SILVA, L. B. Abordagens didáticas sobre os insetos na educação básica. Universidade Federal do Piauí — **Publicação de Extensão**. 2021. <https://www.ufpi.br/images/PREXC/Publicacoes%20da%20extensao/Artigos/005%20-%20Insetos%20na%20escola-%20abordagens%20didaticas%20sobre%20os%20insetos%20na%20educacao%20basica%20-%20Luciana%20Barboza%20Silva.pdf>

SOUZA, M. S. DE; SALMAN, A. K. D. Serviços ecológicos de insetos e outros artrópodes em sistemas agroflorestais. **Revista EDUCamazônia: Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 22–35, 2018. https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/EMBR_25bb4ada9e7c7ce078db19169a426979

