

Junielson Soares da Silva
Cinara Wanderléa Felix Bezerra
Talita Benedcta Santos Künast
Karine de Matos Costa
Organizadores

PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: ASPECTOS GERAIS

VOLUME III



 Wissen
editor
2024

Junielson Soares da Silva
Cinara Wanderléa Felix Bezerra
Talita Benedcta Santos Künast
Karine de Matos Costa
Organizadores

PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: ASPECTOS GERAIS

VOLUME III



 Wissen
2024

Junielson Soares da Silva
Cinara Wanderléia Felix Bezerra
Talita Benedcta Santos Künast
Karine de Matos Costa
Organizadores

Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2024

©2024 *by* Wissen Editora
 Copyright © Wissen Editora
 Copyright do texto © 2024 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: Dra. Adriana de Sousa Lima
 Me. Junielson Soares da Silva
 Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
 Ma. Denise dos Santos Vila Verde

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-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:


 @wisseneditora

EQUIPE EDITORIAL**Editores-chefes**

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

Equipe de arte e editoração

Emilli Juliane de Azevedo Neves
 Isaquiel de Moura Ribeiro

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)

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. Maurício Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)

Ma. Regina Katuska 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 (UFPIO)

Me. Francisco de Paula S. de Araujo Júnior - 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)

Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais | Da Silva *et al.*

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



<http://www.doi.org/10.52832/wed.121>

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

Pesquisas em entomologia [livro eletrônico]: aspectos gerais: volume 3 / organização Junielson Soares da Silva...[et al.]. -- 3. ed. -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2024.

PDF

Vários autores.

Outros organizadores: Cinara Wanderléa Felix Bezerra, Talita Benedcta Santos Künast, Karine de Matos Costa. Bibliografia.

ISBN 978-65-85923-28-6

DOI: 10.52832/wed.121

1. Biologia 2. Entomologia - Pesquisa 3. Insetos I. Silva, Junielson Soares da. II. Bezerra, Cinara Wanderléa Felix. III. Künast, Talita Benedcta Santos. IV. Costa, Karine de Matos.

24-229258

CDD-595.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Entomologia 595.7

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Informações sobre da Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina - Piauí, Brasil

E-mails: contato@wisseneditora.com.br

wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: SILVA, J. S. da S. *et al.* **Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais.** v. 3, Teresina-PI: Wissen Editora, 2024. 200p. DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.121>

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2024

SOBRE OS ORGANIZADORES

Junielson Soares da Silva



Mestre e doutorando 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 Editora.

Cinara Wanderléia Félix Bezerra



Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade acadêmica de Serra Talhada (2018). Durante a graduação foi bolsista pelo programa de monitoria da disciplina de Zoologia geral; atuou na área de ecologia e biodiversidade de insetos, onde trabalhou com a formiga *Dinoponera quadriceps* SANTSCHII, verificando as suas contribuições ecológicas para o ambiente da Caatinga. Trabalhou com a fauna de serapilheira, onde efetuou um levantamento dos índices de riqueza, diversidade, dominância e abundância das espécies encontradas na serapilheira do Parque Estadual Mata da Pimenteira, Serra Talhada, Pernambuco. Atuou também nas áreas de Ciências Ambientais, Educação Ambiental e Ciências da Saúde. Possui experiência na área de montagem de insetos para coleções entomológicas. Possui Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2020), Unidade acadêmica de Serra Talhada. Durante o mestrado fez parte grupo de pesquisa Núcleo de Ecologia de Artrópodes (NEA), onde atuou na área de Acarologia, Ecotoxicidade em insetos e Controle Biológico de Pragas, especificamente no controle de Ácaros Praga utilizando inimigos naturais da tribo Stethorini (Coleoptera: Coccinellidae). Possui experiência na criação de ácaros Tetranychidae e predadores da tribo Stethorini. Atualmente é doutoranda pelo programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas-Entomologia da Universidade Federal do Paraná e faz parte do laboratório de Morfologia e Fisiologia de Culicidae e Chironomidae (LAMFIC2) onde desenvolve pesquisas relacionadas a taxonomia de Chironomidae e ecotoxicidade de Elementos Tecnologicamente Críticos em *Chironomus sancticaroli*. Possui habilidades na área de taxonomia de insetos; Bioquímica; Biologia Molecular, e no uso do programa estatístico R (R Core Team, 2018). Atua como Ilustradora Científica na área e Entomologia e faz parte do corpo de revisores da Revista Brasileira de Meio Ambiente (RBMA), Revista Meio Ambiente (Brasil) (RMAB) e Scientia Plena.

Talita Benedcta Santos Künas   

Bióloga registrada e integrante do quadro de especialista em Ecologia, Gestão ambiental, Planejamento e Gerenciamento Ambientais e Zoologia no Conselho Regional de Biologia - Crbio-07 (Paraná). É mestra em Ciências Ambientais (PPGCAM - UFMT), especialista em: Manejo Florestal; Metodologias do Ensino Superior e Ead; Auditoria e Perícia ambiental; Gestão e coaching educacional; Ciências da natureza, suas tecnologias e o mundo do trabalho. Possui experiência nas áreas: comunicação social/jornalismo; SIG avançado (análise de dados Geoespaciais, confecção de Mapas e modelagem de distribuição); zoologia dos Invertebrados, com ênfase na ordem Hemiptera e em docência formal e informal. É colaboradora voluntária em projetos ambientais e educacionais voltados para a classe estudantil do ensino fundamental e médio/técnico/EJA, atuando principalmente nas temáticas: educação ambiental (conscientização humana/mitigação de impactos ambientais/Mudanças climáticas); ecologia/zoologia/entomologia. Atualmente é Doutoranda em Ciências biológicas com área de concentração em Entomologia (PGEnto - UFPR) e pesquisadora associada na UFMT Câmpus Sinop. Mãe do Getúlio e da Maria Paula.

Karine de Matos Costa   

Licenciada em Biologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Estagiou como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e no Laboratório de Ecologia Reprodutiva de Angiospermas (LERA/UFRPE). Trabalhou como professora de Ciências no Centro Educacional Hermom. cursou Mestrado em Botânica na UFRPE e doutorado em Biologia Vegetal na Universidade Federal de Pernambuco. Integra o Laboratório Polinizar (UFPE) e o Laboratório de Biologia Reprodutiva de Angiospermas (UFRPE), desenvolvendo pesquisas relacionadas a Ecologia da polinização, atributos florais e seleção fenotípica mediada por polinizadores. Tem interesse em escrita criativa, escrita científica e ilustração botânica.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	16
CAPÍTULO 1.....	19
VARIAÇÃO SAZONAL DOS BESOUROS STAPHYLINIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) EM CARÇAÇAS DE SUÍNOS EM ÁREA DE MATA NO CENTRO-OESTE DO BRASIL	19
Andrelle Caroline de Souza Brum   	19
Michele Castro de Paula   	19
Aylson Dailson Medeiros de Moura Eulálio   	19
Poliana Galvão dos Santos   	19
Thayná Cardoso Videira   	19
William Fernando Antonialli Junior   	19
DOI: 10.52832/wed.121.760 	19
CAPÍTULO 2.....	30
DIVERSIDADE DE ODONATA EM ÁREAS ALAGÁVEIS EM CÁCERES-MT	30
Lucas Eduardo Moreira   	30
Sarah Cavalari Ladeia   	30
Milaine Fernandes dos Santos   	30
DOI: 10.52832/wed.121.761 	30
CAPÍTULO 3.....	40
DIVERSIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINI (HYMENOPTERA: APIDAE) DA COLEÇÃO CIENTÍFICA DE ARTHROPODA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ (UNIFAP), BRASIL.....	40
Marcelo Augusto Silva e Silva   	40
Raimundo Nonato Picanço Souto   	40
Janaína Monteiro Melo de Almeida   	40
Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha   	40
Tiago Da Silva Costa   	40
DOI: 10.52832/wed.121.762 	40
CAPÍTULO 4.....	49
REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE CINCO ESPÉCIES DE PERCEVEJO-DE-RENDA (HEMIPTERA: TINGIDAE) EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DA BAIXADA CUIABANA, MT.....	49
Francisco Sérgio Neres da Silva   	49
Adriano Cirino Tomaz   	49

Katiuchia Pereira Takeuchi   	49
José Sotero da Costa Neto   	49
Guilherme Silva Mattos   	49
DOI: 10.52832/wed.121.763 	49
CAPÍTULO 5.....	61
A COLEÇÃO DE NYMPHALIDAE (LEPIDOPTERA) DO MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DO CEARÁ PROF. DIAS DA ROCHA (MHNCE-UECE).....	61
Lorrana Rosa da Silva   	61
Yago Lourenço de Carvalho   	61
Rayane Marques de Paiva   	61
Beatriz Monteiro Muniz   	61
Antonia Geissiele de Freitas Almeida   	61
Ana Ruth Reinaldo Menezes   	61
Maria Benilde Misquita da Silva   	61
José Milton Marques de Sousa Filho   	61
José Klebson Lopes do Nascimento   	61
Sheila Patrícia Carvalho-Fernandes   	61
DOI: 10.52832/wed.121.764 	61
CAPÍTULO 6.....	72
MONITORAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE PRAGAS E INIMIGOS NATURAIS NA CULTURA DO MARACUJAZEIRO AZEDO.....	72
Lume Farjado Giovannini   	72
Nivânia Pereira da Costa Menezes   	72
Leonardo Tals Lima de Araújo   	72
Maria José Araújo Wanderley   	72
Rodrigo Rehem de Melo   	72
DOI: 10.52832/wed.121.765 	72
CAPÍTULO 7.....	82
TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM PARA INSETOS NO PANTANAL DE CÁCERES, MATO GROSSO	82
Kawan Ubirajara Barros Bernardino   	82
Milaine Fernandes dos Santos   	82
DOI: 10.52832/wed.121.766 	82

CAPÍTULO 8.....	91
AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DE ISCAS NA ATRATIVIDADE DE DÍPTEROS DE INTERESSE FORENSE	91
Paulo Roberto de Abreu Tavares   	91
Barbara Cristina Mazzucatto   	91
Michele Castro de Paula da Silva   	91
Poliana Galvão dos Santos   	91
Ana Caroline Candia Palhano   	91
Bianca Bisconsim Ganasin   	91
Maria Eduarda Canassa Roncoleti   	91
Roberto Gumieiro Junior   	91
Glauca Almeida de Moraes   	91
DOI: 10.52832/wed.121.767 	91
CAPÍTULO 9.....	103
EFEITO DO ÓLEO DE MAMONA (<i>Ricinus communis</i>) SOBRE <i>Callosobruchus maculatus</i>, EM GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.)	103
Raiane Chaves Lima Arruda   	103
Lúcia da Silva Fontes   	103
Rodrigo de Carvalho Brito   	103
Douglas Rafael e Silva Barbosa   	103
Matheus Rodrigues Frota   	103
Francisco Hugo Cavalcante Neto   	103
DOI: 10.52832/wed.121.768 	103
CAPÍTULO 10	116
ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE USO DO FUNGO <i>Beauveria bassiana</i> NO CONTROLE DE PRAGAS EM PLANTAS	116
Patrycia Elen Costa Amorim   	116
Larissa Ferreira Gomes Chaves   	116
Milena de Almeida Bastos do Nascimento   	116
Fagner Nogueira Ferreira   	116
Rodrigo Rafael da Silva   	116
Railda Silva Gomes   	116
Fernanda Nunes Cerqueira   	116

DOI: 10.52832/wed.121.769 	116
CAPÍTULO 11	130
AVANÇOS NA PESQUISA BRASILEIRA SOBRE MECANISMOS DE RESISTÊNCIA E MÉTODOS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA RESISTÊNCIA À BROCA-DA-CANA	130
Adriano Cirino Tomaz   	130
Mateus Teles Vital Gonçalves   	130
Angélica Fátima de Barros   	130
DOI: 10.52832/wed.121.770 	130
CAPÍTULO 12	141
AVANÇOS NA PESQUISA BRASILEIRA SOBRE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR À CIGARRINHA DA RAIZ	141
Adriano Cirino Tomaz   	141
Francisco Sérgio Neres da Silva   	141
Angélica Fátima de Barros   	141
DOI: 10.52832/wed.121.771 	141
CAPÍTULO 13	151
INSETICIDAS BOTÂNICOS POTENCIAIS PARA EMPREGO NO MANEJO ECOLÓGICO DE PRAGAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS – UMA REVISÃO	151
Francisco Sérgio Neres da Silva   	151
Adriano Cirino Tomaz   	151
Katiuchia Pereira Takeuchi   	151
Keven Klarck Queiroz Alves   	151
Guilherme Silva Mattos   	151
DOI: 10.52832/wed.121.772 	151
CAPÍTULO 14	164
INSETICIDAS BOTÂNICOS À BASE DE <i>CAPSICUM FRUTESCENS</i>, <i>CHENOPODIUM SPP</i>, <i>CHRYSANTHEMUM SPP</i>, <i>EUCALYPTUS SPP</i> E <i>RICINUS COMMUNIS</i> COMO ALTERNATIVA PARA CONTROLE DE PRAGAS	164
Francisco Sérgio Neres da Silva   	164
Adriano Cirino Tomaz   	164
Katiuchia Pereira Takeuchi   	164
Jorge Guilherme Costa Pecegueiro   	164

Joice Kely Souza Santos   	164
DOI: 10.52832/wed.121.773 	164
CAPÍTULO 15	176
ESTUDO PRELIMINAR DE FORMIGAS E QUALIDADE AMBIENTAL EM ÁREA DE DOLINA EM CÁCERES-MT	176
Derick Batista Silva   	176
Kawan Ubirajara Barros Bernardino   	176
Milaine Fernandes dos Santos   	176
DOI: 10.52832/wed.121.774 	176
CAPÍTULO 16	185
Talita Benedcta Santos Künast   	185
DOI: 10.52832/wed.121.775 	185

APRESENTAÇÃO

A Entomologia é um dos ramos da Biologia responsável pelo estudo dos insetos e suas implicações na natureza como um todo. Além de conhecer a morfologia e fisiologia dos insetos, essa área de estudo contribui para diversos campos, como química, biologia, agricultura e saúde humana. Os entomologistas fazem grandes contribuições para a compreensão da biodiversidade, a conservação da natureza, o controle de pragas agrícolas e o desenvolvimento de novos medicamentos e tecnologias inspiradas na natureza. Nesse sentido, nesse ebook intitulado “*Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais*” iremos abordar o papel de insetos a composição de espécies de Staphylinidae, diversidade de Odonata, taxonomia de abelhas, percevejos-de-renda encontradas em diferentes plantas hospedeiras em sistemas agroflorestais, pragas agrícolas, entomologia forense, bioindicadores e a utilização de bioinseticidas.

No Capítulo 1 – objetivou-se avaliar a composição de espécies de Staphylinidae e seu padrão de sucessão ao longo dos estágios de decomposição de carcaças de suínos, dentre as estações do ano.

No Capítulo 2 – analisou-se a diversidade, riqueza e abundância de gêneros de Odonata em áreas pantaneiras em Cáceres-MT.

O Capítulo 3 – trouxe uma pesquisa feita na coleção biológica da UNIFAP, de forma a demonstrar quão grande é a biodiversidade de abelhas na região e classificar corretamente essas abelhas quanto a sua taxonomia.

O Capítulo 4 – apresenta a identificação das espécies de percevejos-de-renda encontradas em diferentes plantas hospedeiras em sistemas agroflorestais da baixada cuiabana assim como as plantas hospedeiras associadas a cada espécie.

O Capítulo 5 – retrata o acervo presente na coleção entomológica do Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha (MHNCE-UECE), especificamente na ordem Lepidoptera, família Nymphalidae.

O Capítulo 6 – aborda sobre o maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) que é atacado por diversas espécies de pragas durante todo o ciclo da planta, causando danos e perdas consideráveis. Dessa forma, realizou-se o monitoramento e a identificação de pragas e inimigos naturais na cultura do maracujazeiro azedo, visando a implementação do manejo integrado

No Capítulo 7 – os autores explicam que a devido à abundância e importância ecológica dos insetos, diversas técnicas de coleta foram desenvolvidas. Assim, analisaram técnicas de coleta utilizadas durante aula campo da disciplina de Morfologia e Sistemática de Ecdisozoa em área de Pantanal no município de Cáceres-MT.

No Capítulo 8 – observou-se que a importância da entomologia Forense no estudo da interação de insetos em questões criminais. Desse modo, é importante conhecer a taxonomia, biologia e ecologia de insetos de interesse forense de cada região do país. Além disso, há poucos estudos sobre a população de moscas necrófagas em Umuarama-PR. Assim, objetivou-se identificar a comunidade de moscas no município, a interferência dos fatores ambientais em seu forrageio e comparar a atratividade das iscas.

Capítulo 9 – O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) armazenado geralmente sofre ataque pelo coleóptero *Callosobruchus maculatus* causando perdas tanto qualitativas quanto quantitativas para o campo e para seu armazenamento. A fim de ter seu controle sem que haja perdas e contaminações com o uso incorreto de produtos químicos, tem sido feito a utilização de produtos de origem vegetal. Esse trabalho objetivou avaliar o efeito do óleo de mamona (*Ricinus communis*) sobre *C. maculatus* em grãos de feijão-caupi variedade guariba.

O Capítulo 10 – trata-se sobre as pragas agrícolas e seus impactos na produtividade agrícola mundial, assim o uso de agroquímicos para seu controle são utilizados abundantemente. No entanto, tais produtos contribuem para resistência dos insetos e problemas ambientais. A busca por tecnologias sustentáveis se torna necessário a fim de permitir que os produtores produzam alimentos com qualidade e quantidade suficientes para abastecer a população, ao mesmo tempo que reduzem a aplicação de produtos químicos sintéticos. Neste cenário, realizou-se uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso do fungo *Beauveria bassiana* no controle de pragas em plantas.

No Capítulo 11 – aborda-se a broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae), como uma das principais pragas da cana-de-açúcar no continente americano. O desenvolvimento de variedades resistentes por meio de melhoramento genético convencional é uma estratégia essencial para o Manejo Integrado desta praga. Sendo assim, objetivou-se apresentar e discutir resultados das pesquisas, particularmente no Brasil, sobre resistência de cana-de-açúcar à *D. saccharalis*

Já o Capítulo 12 – apresenta-se a cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), é uma das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil. Para o controle, a resistência genética de genótipos de cana-de-açúcar é uma medida de fundamental importância para o Manejo Integrado desta praga (MIP). Sendo assim, apresenta-se os resultados das pesquisas sobre resistência de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata*

No Capítulo 13 – apresenta-se uma breve revisão sobre as principais características de cinco bioinseticidas e resultados obtidos com o uso no controle de insetos de acordo com a literatura.

Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais | Da Silva *et al.*

No Capítulo 14 – realizou-se uma revisão sistemática da literatura sobre os inseticidas botânicos derivados de *Capsicum frutescens*, *Chenopodium* spp., *Chrysanthemum* spp., *Eucalyptus* spp. e *Ricinus communis*, com foco no potencial desses compostos para o manejo de pragas na agricultura orgânica e agroflorestal.

No Capítulo 15 – observa-se que o Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, no entanto, impactos antrópicos prejudicam sua extensão e recursos biológicos a muitos anos. Nesse cenário, a avaliação desses impactos pode ser feita através de bioindicadores, dentre os quais, destacam-se as formigas. Diante disso, verificou-se o índice de dominância de formigas em área de Dolina em Cáceres-MT, realizado em setembro/2023.

Por fim, a obra contempla, temáticas relacionadas aos avanços científicos e tecnológicos na área da entomologia, com intuito de promover a divulgação de pesquisas relacionadas, principalmente, à diversidade biológica, pragas agrícolas, bioindicadores e a utilização de bioinseticidas. Assim, desejamos que façam bom proveito dos estudos compartilhados aqui!

Junielson Soares da Silva

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

CAPÍTULO 1

VARIAÇÃO SAZONAL DOS BESOUIROS STAPHYLINIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) EM CARCAÇAS DE SUÍNOS EM ÁREA DE MATA NO CENTRO-OESTE DO BRASIL

SEASONAL VARIATION OF STAPHYLINID BEETLES (INSECTA: COLEOPTERA) IN SWINE CARCASSES WITHIN A FORESTED REGION IN MIDWEST BRAZIL

Andrelle Caroline de Souza Brum   

Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Dourados-MS, Brasil

Michele Castro de Paula   

Doutora em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Docente na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Dourados-MS, Brasil

Aylson Dailson Medeiros de Moura Eulalio   

Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil

Poliana Galvão dos Santos   

Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil

Thayná Cardoso Videira   

Mestre em Biodiversidade e Meio Ambiente, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil

William Fernando Antonialli Junior   

Doutor em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Docente na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Dourados-MS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.760 

Resumo: A entomologia forense é utilizada no âmbito das investigações criminais, servindo como evidências para auxiliar na resolução de crimes. Os coleópteros são considerados a segunda ordem de maior importância para a entomologia forense, ficando atrás apenas dos dípteros. Dentre os besouros que colonizam as carcaças, a família Staphylinidae apresenta uma ampla distribuição e atividade durante todos os estágios de decomposição, no entanto, há poucos estudos analisando a ocorrência dos Staphylinidae em carcaças para a região Centro-Oeste do Brasil. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a composição de espécies de Staphylinidae e seu padrão de sucessão ao longo dos estágios de decomposição de carcaças de suínos, dentre as estações do ano. Para isso, foram expostas oito carcaças de suínos durante as duas estações bem definidas para a região: quente e úmida e fria e seca. Foram coletadas 15 espécies de besouros Staphylinidae, distribuídas em quatro subfamílias, sendo a mais abundante a subfamília Staphylinidae. Vale ressaltar, que algumas espécies ocorreram exclusivamente apenas na estação fria e seca, o que pode ser um dado importante para perícia criminal na determinação da estação em que a morte ocorreu. As carcaças da estação fria e seca levaram mais tempo para a decomposição total, possivelmente devido à abundância de espécies predadoras nesta estação, pois o efeito da predação sobre insetos decompositores interfere indiretamente na taxa de decomposição. Nossos resultados evidenciam que as espécies de Staphylinidae apresentam um padrão de sazonalidade, e podem ser utilizados na entomologia forense para auxiliar na estimativa do Intervalo Pós-morte.

Palavras-chave: Coleoptera. Entomologia forense. Estágios de decomposição. Sazonalidade. IPM.

Abstract: Forensic entomology is used in criminal investigations, serving as evidence to assist in solving crimes. Beetles are considered the second most important order for forensic entomology, second only to dipterans. Among the beetles that colonize carcasses, the Staphylinidae family presents a wide distribution and activity during all stages of decomposition; however, there are few studies analyzing the occurrence of Staphylinidae on carcasses in the midwest region of Brazil. Thus, the objective of this study was to evaluate the species composition of Staphylinidae and their succession pattern throughout the stages of pig carcass decomposition, among the seasons of the year. For this purpose, eight pig carcasses were exposed during the two well-defined seasons for the region: hot and humid, and cold and dry. Fifteen species of Staphylinidae beetles were collected, distributed in four subfamilies, with the most abundant being the Staphylinidae subfamily. It is worth noting that some species occurred exclusively in the cold and dry season, which may be important data for criminal investigation in determining the season in which death occurred. Carcasses from the cold and dry season took longer to decompose completely, possibly due to the abundance of predator species in this season, as the effect of predation on decomposer insects indirectly interferes with the decomposition rate. Our results show that Staphylinidae species exhibit a seasonal pattern and can be used in forensic entomology to assist in estimating the Postmortem Interval.

Keywords: Coleoptera. Forensic entomology. Decomposition stages. Seasonality. PMI.

1 INTRODUÇÃO

A entomologia forense é utilizada nas investigações criminais para auxiliar a elucidação de diversas questões como: “quando a morte ocorreu?”, “onde a morte ocorreu?” e, até mesmo, “como a morte ocorreu?” (Catts; Haskell, 1990; Singh *et al.*, 2022). Os insetos que colonizam

carcaças em decomposição contribuem para procedimentos de investigação médico-criminais (Oliveira-Costa, 2013), especialmente em casos no qual o tempo de morte é superior a três dias, os dados entomológicos se tornam mais precisos para auxiliar na estimativa do Intervalo Pós-Morte (IPM) (Catts; Haskell, 1990; Oliveira-Costa, 2013).

Os grupos de insetos mais frequentes e abundantes em cadáveres humanos e/ou carcaças são das ordens Diptera, Coleoptera e Hymenoptera, sendo o primeiro considerado de maior importância para a entomologia forense (Oliveira-Costa, 2013). Pois, os dípteros, em especial, os necrófagos geralmente são os primeiros a chegar na matéria orgânica em decomposição (Goff, 2000; Kotzé *et al.*, 2021, Maisonhaute; Forbes, 2022). Os coleópteros, por sua vez, dominam as carcaças nos estágios mais avançados de decomposição (Catts; Haskell, 1990; Kulshrestha; Satpathy, 2001; Oliveira-Costa, 2013; Bala; Singh, 2015). Além disso, besouros podem ser utilizados para complementar dados que foram baseados em dípteros, a fim de obter um melhor resultado nas análises forenses (Midgley; Richards; Villet, 2009). Dentre os coleópteros de interesse forense, estão os Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) (Bala; Singh, 2015), que devido sua vasta ocorrência e grande abundância em recursos proteicos, tem se destacado como uma família de importância forense (Castro *et al.*, 2010; Madra *et al.*, 2014; Almeida; Corrêa; Grossi, 2015; Thümmel *et al.*, 2023), demonstrando ser ferramenta útil para investigações criminais.

Besouros estafilínídeos podem ser encontrados em carcaças tanto em sua fase adulta quanto na fase imatura e são facilmente identificados (Bala; Singh, 2015; Byrd; Tomberlin, 2020). Se alimentam de outros pequenos artrópodes associados ao cadáver, predando principalmente larvas e adultos de dípteros (Kulshrestha; Satpathy, 2001; Bala; Singh, 2015), podendo interferir no processo de decomposição de carcaças.

Para fins investigativos utilizando dados entomológicos é fundamental o conhecimento sobre a fenologia, biogeografia e nicho, entre outros aspectos dos insetos coletados no local do corpo em decomposição (Catts; Haskell, 1990; Catts, 1992). Alguns estudos concluíram que várias espécies mostram forte sazonalidade, portanto são bons indicadores potenciais da estação ou época do ano que ocorreu a morte (Carvalho; Linhares, 2001; Bajerlein; Matuszewski; Konwerski, 2011), de fato, comunidades de insetos podem fornecer informações valiosas sobre sua distribuição espacial e temporal para a interpretações forenses (Madra *et al.*, 2010), uma vez que estudos locais sobre a composição da fauna cadavérica e sua variação sazonal é necessária para auxiliar a estimar a estação da morte (Amendt; Krettek; Zehner, 2004).

Considerando que há poucos estudos sobre a variação sazonal de besouros Staphylinidae ocorrendo em carcaças em decomposição e que as preferências sazonais de alguns táxons podem variar geograficamente (Bala; Singh, 2015), aliado a isto, não há estudos realizados no estado do

Mato Grosso do Sul. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar como a composição de espécies de Staphylinidae varia entre duas estações ao longo dos estágios de decomposição de carcaças de suínos (*Sus scrofa*, Linnaeus), exposta em área de mata no Mato Grosso do Sul.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Coqueiro no Município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil (S 22° 12'43,8" W 054° 55'03,0"). Foram realizados quatro experimentos, dois em cada uma das estações definidas para a região de acordo com Zavatini (1992), sendo uma na estação quente e úmida (novembro a abril) e a outra na estação fria e seca (maio a outubro), no qual, cada experimento foram expostas duas carcaças, totalizando oito carcaças de suínos.

Foram utilizadas carcaças de suínos devido sua semelhança com humanos, seja pela disposição dos órgãos, alimentação e ainda tegumento (Catts; Haskell, 1990). Os modelos animais foram sacrificados seguindo as exigências do Comitê de Ética Animal, com um trauma na região occipital da cabeça afim de evitar sangramento, para não influenciar nos resultados obtidos. Os animais foram abatidos sempre no mesmo horário e posteriormente levados para os pontos previamente sorteados na mata cerca de meia hora após o abate. A proposta de número 016|12 foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas do Centro Universitário da Grande Dourados-MS Brasil (UNIGRAN).

Os pontos para exposição das carcaças foram selecionados após um sorteio entre 10 locais previamente pontuados por GPS. E após o sorteio definiu-se dois pontos, onde foram instaladas duas carcaças por ponto, com peso médio de 10,53 Kg \pm 0,63, sendo então protegidas por gaiolas de metal (1m³) e fixadas ao solo para não sofrer predação de vertebrados de grande porte. Logo após a instalação iniciou-se as observações e coletas de dados, sendo realizadas em três períodos do dia (06:00 às 07:30; 12:00 às 13:30 e 18:00 às 19:30 h), sempre no mesmo horário respectivamente, até a carcaça sofrer decomposição total, seguindo a classificação de Goff (2000) (fresco, inchado, decomposição ativa, decomposição avançada e esqueletização). A captura dos espécimes de estafilínídeos que visitaram as carcaças foi feita de forma ativa, com o auxílio de pinças e potes plásticos, e posteriormente acondicionados em recipientes com etanol 70% e conduzidos ao laboratório de Ecologia Comportamental (LABECO/UEMS) para sua devida triagem.

Os insetos foram identificados quando possível a nível de espécie usando chave de identificação de Aballay *et al.*, (2013) e com ajuda do especialista Dr. Edilson Caron da Universidade Federal do Paraná, do Programa de Pós-graduação em Entomologia da UFPR. Representantes de cada espécie foram depositados na Coleção Entomológica Pe. J. S. Moure DZUP do Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (L. M. Almeida) sob número de tombo 2446.

Para comparação do tempo médio total de decomposição das carcaças entre as duas estações foi usado o teste T com auxílio do software Bioestat 5.0 com nível de significância de 0,05%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 16 espécies de quatro subfamílias de Staphylinidae nas carcaças de suínos ao longo de todo o experimento (Tabela 1). Staphylinidae é uma das famílias mais abundantes e com alta riqueza de espécies encontradas em carcaças expostas e enterradas (Mise; Almeida; Moura, 2007; Corrêa; Almeida; Moura, 2014; Almeida; Corrêa; Grossi, 2015). De fato, estudos como os de Castro *et al.* (2013) e Madra *et al.* (2014), destacam Staphylinidae como aquela em que as espécies são frequentes e abundantes em diferentes estações do ano em faunas cadavéricas, sendo que algumas podem ocorrer em estações específicas, portanto tendo potencial para serem usadas como evidências de quando a morte pode ter ocorrido em casos em que o cadáver ficou ocultado por um período de tempo relativamente longo.

A subfamília com maior número de espécie (13) foi Staphylininae (Tabela 1) representando 81,25% do total de espécies. Duas espécies desta subfamília encontradas neste estudo, *Philonthus* sp. e *Ontholestes* sp. (Tabela 1) são apontadas como úteis para estimar a estação em que a morte ocorreu, sobretudo em cadáveres em estágios avançados de decomposição (Madra *et al.*, 2014). As três subfamílias restantes, Paederinae, Aleocharinae e Tachyporinae apresentaram apenas um representante cada (Tabela 1). De fato, essas subfamílias são frequentemente encontradas em carcaças em decomposição, tanto se alimentando de imaturos de dípteros quanto de adultos (Almeida; Corrêa; Grossi, 2015).

Apesar das coletas terem sido realizadas apenas de forma ativa, nossos resultados evidenciam que a amostragem de Staphylinidae foi maior do que inventários realizados em outros países (Castro *et al.*, 2013). Esta riqueza de espécies pode ser explicada pelo tipo de ambiente, uma vez que é uma área de transição de Cerrado e Mata Atlântica, e nestas condições há elevada umidade relativa do ar, favorecendo a manutenção de um microambiente mais úmido por mais tempo (Cruz; Vasconcelos, 2006), o que torna as condições ideais para a ocorrência das espécies.

Pesquisas em Entomologia: aspectos gerais | Da Silva *et al.*

Tabela 1 - Composição de diferentes espécies de Staphylinidae ao longo dos estágios de decomposição das carcaças, no qual Fresco equivale (I), Inchado (II), Decomposição Ativa (III), Decomposição Avançada (IV) e esqueletização (V), nas estações quente e úmida e fria e seca.

Subfamília	Estágio de decomposição	Quente e Úmida					Fria e Seca				
		I	II	III	IV	V	L	II	III	IV	V
	Média de tempo	1	1,75	2,5	2,75	2,25	1,25	2,25	4,75	6,5	3
Staphylininae	<i>Ontholestes</i> sp.			■						■	
	<i>Xenopygus analis</i> (Erichson, 1840)		■						■		
	<i>Belonuchus rufipennis</i> (Fabricius, 1801)		■								
	<i>Eulissus chalybaeus</i> (Mannerheim, 1830)			■							
	<i>Oligotergus</i> sp. 1					■			■		
	<i>Oligotergus</i> sp. 2				■	■					
	<i>Oligotergus</i> sp. 3				■	■					
	<i>Oligotergus</i> sp. 4				■	■			■		
	<i>Belonuchus</i> sp.				■	■			■		
	<i>Leistotrophus versicolor</i> (Gravenhorst, 1806)								■		
<i>Creophilus maxillosus</i> (Linnaeus, 1758)								■	■		
<i>Philonthus</i> sp.								■			
Tachyporinae	<i>Bryoporus</i> sp.									■	
Paederinae	Paederinae sp.				■						
Aleocharinae	<i>Aleochara bonariensis</i> (Lynch, 1884)							■			

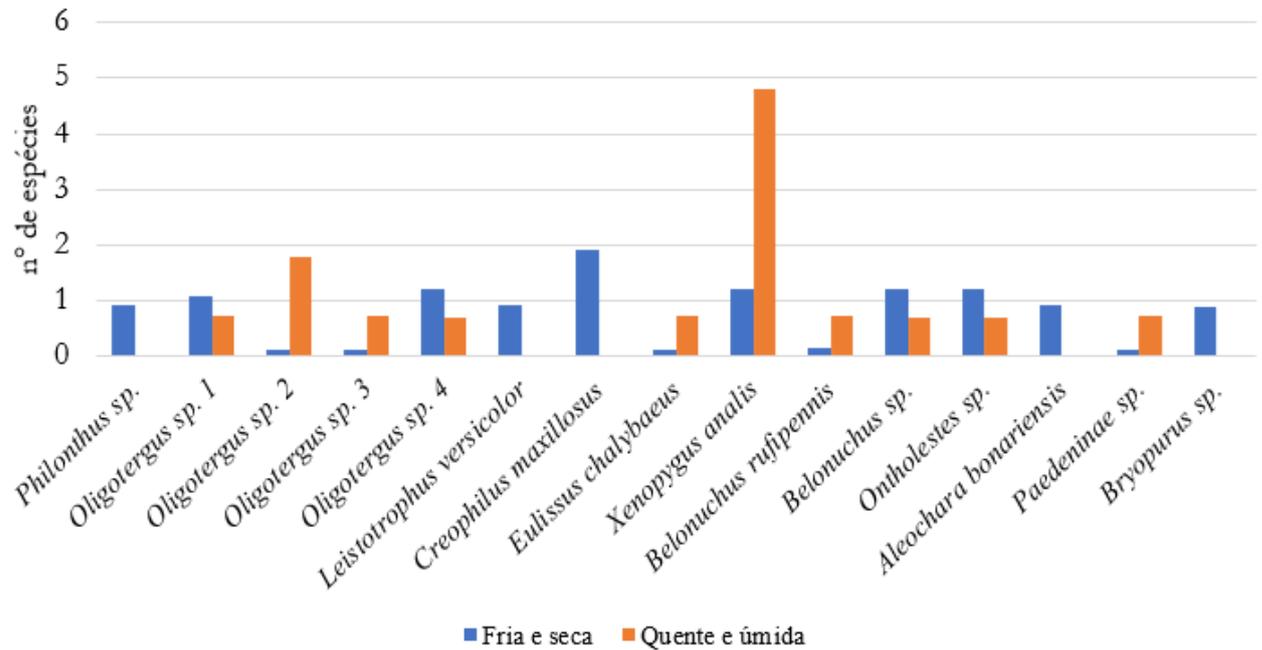
Fonte: Autores, 2024.

Durante a estação quente e úmida a duração média do estágio fresco de decomposição foi de 1 dia, inchado de $1,75 \pm 0,82$ dias, decomposição ativa de $2,5 \pm 0,5$ dias, decomposição avançada de $2,75 \pm 1,08$ dias e esqueletização de $2,25 \pm 1,09$ dias. O tempo médio de duração da decomposição total das carcaças nesta estação foi de $10,25 \pm 3,5$ dias. Já na estação fria e seca, a duração do estágio fresco foi de $1,25 \pm 0,43$ dias, inchado $2,25 \pm 0,82$ dias, decomposição ativa $4,75 \pm 1,92$ dias, decomposição avançada $6,5 \pm 1,80$ dias e esqueletização $3 \pm 0,70$ dias. O tempo médio total de decomposição das carcaças nesta estação foi de $17,75 \pm 4,11$ dias.

O tempo médio total de decomposição na estação quente e úmida foi significativamente menor ($r=2,77$; $df=6$; $p < 0,03$) comparado a estação fria e seca. De fato, na estação quente e úmida as carcaças se decompõem mais rapidamente, isto porque as maiores temperatura e umidade aumentam a atividade de insetos necrófagos e microrganismos decompositores (Catts; Haskell, 1990; Oliveira-Costa, 2013). Nesta estação os estafilínídeos chegaram antes na carcaça (estágio II) em comparação com a estação fria e seca (estágio III) (Tabela 1), possivelmente porque na estação quente e úmida há uma maior ação de microrganismos, e o odor da decomposição é maior, atraindo então, nos estágios iniciais uma grande riqueza de espécies, e seus predadores (Catts; Haskell, 1990; Catts, 1992).

O fato de a decomposição ter sido mais lenta nas estações fria e seca pode estar associada a ao a chegada tardia das espécies de estafilínídeos nas carcaças, uma vez que esses besouros são importantes predadores de larvas de moscas que colonizam cadáveres, e o efeito tardio da predação de espécies necrófagas, principalmente dípteros, pode contribuir para o atraso da decomposição (Kulshrestha; Satpathy, 2001).

Na estação fria e seca houve uma maior riqueza de espécies, sobretudo, exclusivas (Tabela 1, Figura 1), possivelmente porque em temperaturas mais baixas, as carcaças demoram mais tempo para se decompor, ficando mais tempo expostas, atraindo um maior número de espécies para o recurso (Paula *et al.*, 2016). Algumas espécies ocorreram exclusivamente nesta estação em detrimento da estação quente e úmida, como: *Leistotrophus versicolor*, *Creophilus maxillosus* e *Aleochara bonariensis*, que apresentam hábito predador e parasita nas carcaças (Noriega; Navarrete-Heredia, 2013; Santos *et al.*, 2013), e *Philonthus* sp., *Bryoporus* sp., são encontradas exclusivamente em ambientes de floresta e podem ser úteis como indicadores de realocação de cadáveres de habitats florestais para habitats abertos (Madra *et al.*, 2013; Bala; Singh, 2015). Além disto, baixas temperaturas e umidade podem possibilitar que insetos mais especializados em explorar recursos nessas condições dominem as carcaças (Corrêa; Almeida; Moura, 2014; Madra *et al.*, 2014; Bala; Singh, 2015).

Figura 1 - Ocorrência de espécies de besouros Staphylinidae em carcaças em decomposição nas estações quente e úmida e fria e seca.

Fonte: Autores, 2024.

Por outro lado, nenhuma espécie ocorreu exclusivamente na estação quente e úmida, quando possivelmente, condições ideais de temperatura e umidade relativa do ar poderiam favorecer uma maior riqueza de espécies (Catts; Raskell, 1990; Almeida; Corrêa; Grossi, 2015). No entanto, algumas espécies que ocorreram apresentaram maior abundância nesta estação (quente e úmida), como observado com *Oligotergus sp.2* e *Xenopygus analis* (Figura 1). Esses dados corroboram com os de Faria *et al.* (2018) no qual, Staphylinidae amostrados em carcaças tiveram uma maior abundância na mesma estação no cerrado brasileiro, provavelmente devido as condições ideais de temperatura e umidade.

Creophilus maxillosus, em particular, se destaca neste estudo porque é uma espécie frequentemente encontrada em cadáveres e seu ciclo de desenvolvimento é mais longo do que espécies pioneiras de moscas, por isso pode ser usada para estimar o IPM quando os colonizadores primários não se encontram mais no cadáver (Wang *et al.*, 2017), sendo, portanto, uma espécie útil para estimar o IPM baseado na sucessão (Matuszewski, 2012). Além disto, como ocorreu exclusivamente na estação (fria e seca) (Tabela 1, Figura 1), pode ser usada como parâmetro para se definir a estação da morte (Bala; Singh, 2015).

4 CONCLUSÃO

Este é o primeiro estudo sobre a fauna cadavérica e preferências sazonais de estafilínídeos em carcaças na região Centro-Oeste do Brasil. Nossos resultados indicam que há uma alta riqueza

de espécies de Staphylinidae que ocorreram nas carcaças, provavelmente devido as características do ambiente onde as carcaças foram expostas. Como estes besouros podem interferir na ocorrência de outras espécies, pode haver um significativo impacto no processo de decomposição. Além disto, algumas espécies ocorreram exclusivamente em uma estação, sendo, portanto, úteis para o uso aplicado na entomologia forense, uma vez que essas espécies podem ser bons indicadores da estação de morte e estimativa de IPM.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M.; CORRÊA, R. C.; GROSSI, P. C. Coleoptera species of forensic importance from Brazil: an updated list. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 59, n. 4, p. 274–284, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2015.07.008>.

AMENDT, J.; KRETTEK, R.; ZEHNER, R. Forensic entomology. **Naturwissenschaften**, v. 91, n. 2, p. 51–65, 2004.

BAJERLEIN, D.; MATUSZEWSKI, S.; KONWERSKI, S. Insect succession on carrion: Seasonality, habitat preference and residency of histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) visiting pig carrion exposed in various forests (Western Poland). **Polish Journal of Ecology**, v. 59, n. 4, p. 789–797, 2011.

BALA, M.; SINGH, N. Beetles and forensic entomology: A comprehensive review. **Journal of Entomological Research**, v. 39, n. 4, p. 293–302, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-4576.2015.00036.5>.

BYRD, J. H.; TOMBERLIN, J. K. **Forensic entomology: The utility of arthropods in legal investigations**. 3. ed. Cambridge: CRC press LLC, 2020.

CARVALHO, L. M. L.; LINHARES, A. X. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in Southeastern Brazil. **Journal of Forensic Sciences**, v. 46, n. 3, p. 15011J, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1520 / JFS15011J>.

CASTRO, C. P. *et al.* Coleoptera of forensic interest: A study of seasonal community composition and succession in Lisbon, Portugal. **Forensic Science International**, v. 232, p. 73–83, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.06.014>

CATTS, E. P. Problems in estimating the postmortem interval in Death Investigations. **Journal of Agricultural Entomology**, v. 9, n. 4, p. 245–255, 1992.

CATTS, E. P.; HASKELL, N. H. **Entomology and death: a procedural guide**. 1 ed. Forensic Entomology Associates, 1990.

CORRÊA, R. C.; ALMEIDA, L. M.; MOURA, M. O. Coleoptera associated with buried carrion: Potential forensic importance and seasonal composition. **Journal of Medical Entomology**, v. 51, n. 5, p. 1057–1066, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1603/ME13166>

CRUZ, T. M.; VASCONCELOS, S. D. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. **Biociências**, v. 14, n. 2, p. 193–201, 2006.

FARIA, L. S. *et al.* Insects associated with pig carrion in two environments of the Brazilian savanna. **Neotropical Entomology**, v. 47, p. 181–198, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0518-y>.

GOFF, M. L. **A fly for the prosecution**: How insect evidence helps solve crimes. 1.ed. Cambridge: Harvard University Press, 2000.

KOTZÉ, Z. *et al.* 2021. The Forensic Entomology Case Report—A Global Perspective. **Insects**, v. 12, n. 4, p. 283, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12040283>.

KULSHRESTHA, P.; SATPATHY, D. Use of beetles in forensic entomology. **Forensic Science International**, v. 120, n. 1, p. 15–17, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00410-8](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00410-8).

MAISONHAUTE, J. É., FORBES, S. L. Decomposition and insect succession on human cadavers in a humid, continental (Dfb) climate (Quebec, Canada). **International Journal of Legal Medicine**, v. 137, n. 2, p. 493–509, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02903-0>.

MATUSZEWSKI, S. Estimating the peappearance interval from temperature in *Creophilus maxillosus* L. (Coleoptera: Staphylinidae). **Journal of Forensic Sciences**, v. 57, n. 1, p. 136–145, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.06.010>.

MIDGLEY, J. M.; RICHARDS, C. S.; VILLET, M. H. **The utility of Coleoptera in forensic investigations**. In: J. AMENDT; M. L.; GOFF, C. P. Campobasso; M. Grassberger. (Eds.). Current Concepts in Forensic Entomology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009.

MISE, K. M.; ALMEIDA, L. M. DE; MOURA, M. O. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, n. 3, p. 358–368, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262007000300014>.

NORIEGA, J. A.; NAVARRETE-HEREDIA, J. L. Quantification of predation on the dung beetle *Canthidium cupreum* (Blanchard) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) by *Leistotrophus versicolor* (Gravenhorst) (Coleoptera: Staphylinidae). **The Coleopterists Bulletin**, v. 67, n. 2, p. 190–193, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1649/0010-065X-67.2.190>.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense**: quando os insetos são vestígios. 3. Ed. Campinas: Millennium, 2013.

PAULA, M. C. *et al.* Action of ants on vertebrate carcasses and blow flies (Calliphoridae). **Journal of Medical Entomology**, v. 53, n. 6, p. 1283–1291, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjw119>.

SANTOS, W. E. *et al.* Ecological roles of Coleoptera associated with carcasses in Caatinga. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 3, p. 248–250, 2013. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v6i3.325>

SINGH, R. *et al.* Forensic entomology: A novel approach in crime investigation. **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**, v. 19, n. 02, p. 165–174, 2022. DOI: <https://doi.org/10.30574/gscbps.2022.19.2.0183>.

THÜMMEL, L., *et al.* Decomposition and insect succession of pig cadavers in tents versus outdoors – A preliminary study. **Forensic Science International**, v. 346, p. 111640, 2023, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111640>.

WANG, Y. *et al.* Development of the forensically important beetle *Creophilus maxillosus* (Coleoptera: Staphylinidae) at constant temperatures. **Journal of Medical Entomology**, v. 54, n. 2, p. 281–289, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjw193>.

ZAVATINI, J. A. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. **Geografia**, v. 17, n. 2, p. 65–91, 1992.

CAPÍTULO 2

DIVERSIDADE DE ODONATA EM ÁREAS ALAGÁVEIS EM CÁCERES-MT

DIVERSITY OF ODONATA IN FLOODABLE AREAS IN CÁCERES-MT

Lucas Eduardo Moreira   

Estudante de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres-MT, Brasil

Sarah Cavalari Ladeia   

Mestre em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres-MT, Brasil

Milaine Fernandes dos Santos   

Doutora em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa- MG, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.761 

Resumo: A ordem Odonata compreende insetos predadores que frequentemente são utilizados como indicadores da qualidade ambiental. O objetivo desta pesquisa foi analisar a diversidade, riqueza e abundância de gêneros de Odonata em áreas pantaneiras em Cáceres-MT. As coletas foram realizadas em agosto de 2023 e janeiro de 2024 com auxílio de rede entomológica em três áreas distintas: área inundável, área degradada ao longo do curso do Rio Paraguai, e área conservada ao longo do curso do Rio Paraguai. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando modelos lineares generalizados (GLM) e índices de diversidade e similaridade. Em relação à abundância de gêneros de Odonata, não encontramos diferenças estatísticas por época do ano ($X^2=0,915$; GL=21; $p=0,3388$) ou por local de coleta ($X^2=2,72$; GL=20; $p=0,256$). Também não houve diferença significativa na riqueza de Odonata por época do ano ($X^2=0,805$; GL=4; $p=0,2464$) ou por local ($X^2=2,48$; GL=0; $p=0,7793$). A área degradada ao longo do curso do Rio Paraguai apresentou a maior diversidade de gêneros de Odonata ($H'=1,375$), seguido da área conservada ao longo do curso do Rio Paraguai 3 ($H'=1,266$) e área inundável ($H'=1,179$). Verificamos que existe maior similaridade de gêneros entre a área inundável e área degradada ao longo do curso do Rio Paraguai, quando comparado a área conservada ao longo do curso do Rio Paraguai (0,564). A família Libellulidae foi a mais abundante, destacando-se pela presença de gênero *Micrathyria* em áreas com alta luminosidade. Assim, é importante a implementação de estratégias para a conservação da biodiversidade e qualidade ambiental em áreas pantaneiras.

Palavras-chave: Atividades antrópicas. Conservação da biodiversidade. Insetos predadores. Pantanal

Abstract: Odonata comprises predatory insects that are often used as indicators of environmental quality. This study aimed to analyze the diversity, richness and abundance of Odonata genera in wetland areas in the municipality of Cáceres-MT. Collections were carried out in August 2023 and January 2024 using an entomological network in three distinct areas: floodable area, degraded area along the course of the Paraguay river, and a conserved area along the course of the Paraguay river. The data were analyzed statistically using generalized linear models (GLM), diversity and similarity indices. Regarding the abundance of Odonata genera, no statistical differences were found by time of year ($X^2=0.915$; GL=21; $p=0.3388$) and collection site ($X^2=2.72$; GL=20; $p=0.256$). There was also no significant difference in Odonata richness by time of year ($X^2=0.805$; GL=4; $p=0.2464$) and by collection site ($X^2=2.48$; GL=0; $p=0.7793$). The degraded area along the course of the Paraguay river presented the greatest diversity of Odonata genera ($H'=1.375$), followed by the conserved area along the course of the Paraguay river 3 ($H'=1.266$) and the floodable area ($H'=1.179$). We found that there is greater similarity of genera between the floodable area and the degraded area along the course of the Paraguay river, when compared to the conserved area along the course of the Paraguay river (0.564). The Libellulidae family was the most abundant, standing out for the presence of the *Micrathyria* in areas with high luminosity. Therefore, it is important to implement strategies for the conservation of biodiversity and environmental quality in wetland areas.

Keywords: Anthropogenic activities. Biodiversity conservation. Predators insects. Pantanal

1 INTRODUÇÃO

O Pantanal é um bioma amplamente conhecido por ser a maior planície inundável do mundo, sujeita a pulsos de inundações claramente definidos e que se alternam em períodos de seca e cheia (Junk *et al.*, 1989; Cunha *et al.*, 2023). Esse pulso de inundações influencia diretamente todas as comunidades que habitam o ecossistema e os processos de ciclagem de nutrientes (Silva *et al.*,

2023). Embora o Pantanal represente uma região com alta diversidade de fauna e flora e que o estudo relacionado aos insetos tenha avançado, ainda há muitas lacunas a serem preenchidas em relação à biologia e ecologia desses organismos (Battirola *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2011).

Dentre os insetos, a ordem Odonata é constituída por organismos hemimetábolos predadores que apresentam duas fases de vida (ninfa e adultos). Na fase de ninfa vivem na água, e se alimentam de larvas e pequenos peixe, na fase adulta deixam sua vida aquática e passam a ser terrestres, se alimentando de pequenos insetos como abelhas e mosquitos, inclusive de transmissores de doenças (Hamada; Nessimian; Querino, 2014; Souza *et al.*, 2007).

Apresentam uma grande importância ecológica, pois são predadores em ecossistemas de zonas úmidas e terrestres (Johnson, 1991) e podem ser utilizados como indicadores de qualidade ambiental (Ferreira-Peruquetti; De Marco Jr., 2002). Portanto considerados organismos-chave para as teias alimentares aquáticas e ribeirinhas (Ramírez, 2014). Esta ordem é dividida em três subordens: Anisoptera e Zygoptera - que são facilmente encontrados no Brasil e formam um grupo de aproximadamente sete mil espécies (Miguel *et al.*, 2017) que correspondem em termos gerais a quase 48% das espécies identificadas, e a subordem Anisozygoptera, cuja distribuição é restrita ao Oriente (Souza *et al.*, 2007).

As libélulas são utilizadas como bioindicadoras de qualidade ambiental devido a sensibilidade que o grupo possui às mudanças ambientais causadas por ações antropogênicas (Clark; Samways, 1996; Hassal, 2015). Portanto, atributos como riqueza e abundância de espécies de Odonata são utilizados como um proxy para a qualidade de ambientes aquáticos e terrestres (Huryn; Wallace, 2000; Benke *et al.*, 2001), uma vez que algumas espécies só são encontradas em locais pouco alterados, tornando-se indicadores particularmente sensíveis (Ferreira-Peruquetti; Marco Jr., 2002).

A expansão das áreas urbanas, remoção da vegetação nativa, fragmentação de habitats, modificação dos sistemas hidrológicos e aumento da temperatura são os principais impulsionadores de alterações no ecossistema (Villalobos-Jimenez *et al.*, 2016). Sabe-se que atividades antrópicas, geram variações na composição e na abundância de determinadas espécies, como por exemplo, os insetos (Callisto, 2001). No Pantanal, fatores como o gradiente de inundação, o avanço do agronegócio e agricultura e mais recentemente a ocorrência de incêndios catastróficos, intensificados pela crise climática dos últimos anos, têm alterado significativamente a distribuição das diferentes formas de vida que compõem essa Bioma, afetando diretamente os padrões da biodiversidade local (Ikeda-Castrillon *et al.*, 2022).

Com isso, o objetivo desta pesquisa foi analisar a diversidade, a riqueza e abundância de gêneros de Odonata em áreas pantaneiras no município de Cáceres-MT. Pesquisas desse tipo são

de grande importância para aprofundar nossa compreensão de como a saúde dos ecossistemas afeta a diversidade dos organismos e fornecem dados valiosos que podem auxiliar na implementação de programas de recuperação e gestão desses ambientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo sobre diversidade sazonal de Odonata foi realizado durante a época seca (agosto/2023) e época chuvosa (janeiro/2024) no Pantanal em Cáceres-MT. Os adultos foram amostrados em três áreas diferentes: área inundável (Área 1: PRF), área degradada ao longo do curso do Rio Paraguai (Área 2: AFEMAT) e área conservada ao longo do curso do Rio Paraguai (Área 3: SINIMBU) utilizando rede entomológica (Carrano-Moreira, 2015). Em cada área foram realizadas caminhadas à procura por insetos durante um período de 3h, adaptando metodologia apresentada por Miguel *et al.* (2017).

Posteriormente os adultos foram acondicionados em envelopes entomológicos e montados em laboratório para a realização das identificações taxonômicas. Todos os insetos coletados foram identificados em nível de família utilizando chaves de identificação e outras referências apropriadas (Carrano-Moreira, 2015; Triplehorn; Johnson, 2015). E os gêneros/espécies foram confirmados por especialistas da Universidade Federal do Pará e Instituto Federal Sul de Minas Gerais.

Distribuições de modelos lineares generalizados de Poisson, Quasipoisson e Binomial Negativo foram utilizados para analisar a abundância de gêneros de Odonata em função da época do ano (chuvosa e seca) e local (Área 1, Área 2 e Área 3). A superdispersão, gráfico Q-Q e gráficos AIC de cada modelo foram avaliados e o modelo de distribuição empregado que melhor se ajustou foi escolhido. A riqueza total de gêneros de Odonata em função dos locais e época de coleta também foi analisada de maneira similar.

Além disso, a riqueza e abundância de gêneros de Odonata também foram analisadas utilizando o índice de similaridade de Jaccard e o índice de diversidade Shannon-Weaver (H'). O índice de similaridade de Jaccard varia de 0 a 1, e mede as similaridades entre grupos não levando em conta duplas ausências, pois as ausências podem ser advindas de variação estocástica na amostragem e padrões de dispersão (Niwattanakul, 2013).

Já o índice de diversidade de Shannon avalia a abundância e riqueza de espécies em relação ao número total de indivíduos amostrados, sendo calculado por meio da fórmula $H' = -\sum[(p_i) \cdot \log(p_i)]$, onde p_i : frequência de cada espécie, para i variando de 1 a S (Riqueza). Além disso, este índice de diversidade também considera peso igual entre as espécies raras e abundantes (Magurran, 1988; Uramoto; Walder; Zucchi, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram coletados 87 indivíduos adultos distribuídos em duas famílias: Coenagrionidae e Libellulidae. Libellulidae foi a mais abundante (79 indivíduos classificados em sete gêneros) quando comparada à Coenagrionidae (oito indivíduos em dois gêneros) (Tabela 1). No entanto, não houve diferença estatística para a abundância de gêneros de Odonata por época do ano ($X^2=0,915$; GL=21; $p=0,3388$) ou por local ($X^2=2,72$; GL=20; $p=0,256$). Também não encontramos diferenças estatísticas para a riqueza de Odonata por época do ano ($X^2=0,805$; GL=4; $p=0,2464$) ou local de coleta ($X^2=2,48$; GL=0; $p=0,7793$).

Tabela 1 – Ocorrência de Odonata em áreas alagáveis em Cáceres-MT.

Gênero	Local	Abundância
Libellulidae	Área 1	9
<i>Erythodiplax</i>	Área 1	8
<i>Erythemis</i>	Área 1	2
<i>Tramea</i>	Área 1	2
<i>Erythemis</i>	Área 2	6
<i>Micrathyria</i>	Área 2	6
<i>Aeolagrion</i>	Área 2	3
<i>Erythodiplax</i>	Área 2	1
<i>Oligoclada</i>	Área 2	1
<i>Micrathyria</i>	Área 3	28
<i>Oligoclada</i>	Área 3	12
<i>Aeolagrion</i>	Área 3	4
Libellulidae	Área 3	1
<i>Diastatops</i>	Área 3	1
<i>Erythodiplax</i>	Área 3	1
Coenagrionidae	Área 3	1
<i>Erythemis</i>	Área 3	1

Fonte: Santos, M.F. (2024)

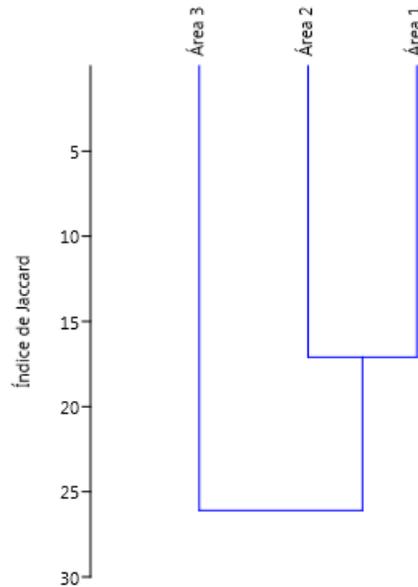
Quanto ao índice de diversidade de Shannon (H'), a Área 2 apresentou a maior diversidade de gêneros de Odonata ($H'=1,375$), seguido da Área 3 ($H'=1,266$) e Área 1 ($H'=1,179$). Entretanto, essa diversidade está associada a ocorrência de gêneros típicos de locais antropizados,

incluídos em Libellulidade. Nessa pesquisa, Libellulidade representou 82,35% na Área 2, 100% na Área 1 e 89,79% na Área 3. Por outro lado, o índice de dominância foi maior na Área 3 (0,39) quando comparado à Área 1 (0,34) e Área 2 (0,28). O gênero *Diastatops* foi encontrado apenas na Área 3, além de dois indivíduos classificados em Libellulidade e Coenagrionidae que não foram identificados até gênero.

O gênero *Micrathyria* foi o mais abundante na Área 2 (35,29%) e Área 3 (57,14%). *Micrathyria*, geralmente ocorre predominantemente em áreas abertas onde a intensidade luminosa é alta (Dolný *et al.*, 2012; Rodrigues, 2017; Calvão *et al.*, 2018; Borges *et al.*, 2019) favorecendo espécies com características heliotérmicas (De Marco *et al.*, 2015). Além disso, o gênero *Oligoclada* também apresentou alta incidência na área 3 (24,48%). De maneira geral, insetos incluídos na subordem Anisoptera possuem tamanho corpóreo maior se comparado à subordem Zygoptera, o que influencia muito em sua habilidade na termorregulação em ambientes com muita luminosidade (May, 1991).

Quanto ao índice de Similaridade de Jaccard, verificamos que existe maior similaridade de gêneros entre a área 1 e área 2, quando comparado a Área 3 (0,564) (Figura 1). As áreas 2 e 3 estão inseridas em área inundável e área degradada ao longo do curso do Rio Paraguai. Ambientes alterados por processos antrópicos tendem a apresentar estruturas de microhabitats mais homogêneos, o que favorece a abundância de indivíduos mais tolerantes à perda de habitat (Bleich *et al.*, 2014), como no caso de Anisoptera, que possuem uma maior dependência de luz solar para exercer suas atividades (heliotérmicas) (Oliveira-Junior e Juen, 2019). Dessa maneira, a luminosidade influencia diretamente na abundância, riqueza e composição de espécies de Odonata no ambiente (De Marco *et al.*, 2015; Batista *et al.*, 2021).

Figura 1 – Similaridade de gêneros de Odonata entre três pontos inseridos em áreas alagáveis em Cáceres-MT.



Fonte: Santos, M.F. (2024).

A Área 3 é considerada uma área mais conservada, o que explica a presença de gêneros diferentes e também com maior abundância (49 indivíduos). Contudo, verificamos que apenas 10,20% dos adultos coletadas na Área 3 são caracterizados de áreas com maior complexidade ambiental (*Aeolagrion* e *Coenagrionidae*). Vegetações heterogêneas contribuem para regulação microclimática de áreas fluviais (Cabette *et al.*, 2017), mantendo espécies de *Zygoptera* que necessitam de estruturas vegetais para ovoposição endofítica (Resende, 2010). Isso indica que todas as áreas investigadas nesse estudo merecem atenção quanto ao estabelecimento de estratégias para o monitoramento e conservação da biodiversidade.

4 CONCLUSÃO

Neste capítulo, foi explorada a diversidade de Odonata em áreas pantaneiras em Cáceres-MT, que apresenta um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade do mundo. A análise detalhada revelou uma variedade de gêneros. Ao investigar os diferentes níveis de ambiente, foi observado que fatores associados à antropização de ambientes interferem na diversidade e similaridade de gêneros entre as áreas investigadas. Esses resultados destacam a importância de estratégias de conservação para proteger esses organismos e, por extensão, todo o ecossistema do Pantanal. Além disso, a análise da diversidade de Odonata pode servir como um indicador

ambiental valioso. A presença ou ausência desses insetos em determinadas áreas reflete a saúde dos habitats aquáticos e a qualidade dos mesmos. Este capítulo contribui para o entendimento da ecologia dos Odonata e ressalta a necessidade contínua de pesquisa e conservação.

REFERÊNCIAS

BATISTA, J. D. *et al.* Sampling efficiency of a protocol to measure Odonata diversity in tropical streams. **Plos One**, v. 16, n. 3, p. 1-18, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248216>.

BATTIROLA, L. D. *et al.* Comunidade de artrópodes associada à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), durante o período de cheia no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 640-651, 2007.

BENKE, A.C. *et al.* Food web quantification using secondary production analysis: predaceous invertebrates of the snag habitat in a subtropical river. **Freshwater Biology**, v. 46, p. 329–346, 2001.

BLEICH, M. E. *et al.* Riparian deforestation affects the structural dynamics of headwater streams in Southern Brazilian Amazonia. **Tropical Conservation Science**, v. 7, n. 4, p. 657-676, 2014.

BORGES, L. R. *et al.* Dragonflies and damselflies (Insecta: Odonata) from a Cerrado area at triângulo mineiro, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 1, 2019.

CABETTE, H. S. *et al.* Effects of changes in the riparian forest on the butterfly community (Insecta: Lepidoptera) in Cerrado areas. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 61, p. 43-50, 2017.

CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, p. 259-266, 2001.

CALVÃO, L. B. *et al.* Land use modifies Odonata diversity in streams of the Brazilian Cerrado. **Journal of Insect Conservation**, v. 22, p. 675-685, 2018.

CARRANO-MOREIRA, A.F. **Insetos: manual de coleta e identificação**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2015. 369 p.

CLARK, T. E.; SAMWAYS, M. J. Dragonflies (Odonata) as indicators of biotope quality in the Kruger National Park, South Africa. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, n.5 p. 1001-1012, 1996.

CUNHA, C. N. *et al.* Classificação dos macrohabitat do Pantanal Brasileiro: Atualização para Políticas Públicas e Manejo de Áreas Protegidas. **Biodiversidade Brasileira**, v. 13, n. 1, p. 1-26, 2023.

DE MARCO JÚNIOR, P., BATISTA, J. D.; CABETTE, H. S. R. Community assembly of adult Odonates in tropical streams: an ecophysiological hypothesis. **PLOS ONE**, v. 10, n. 4, e0123023, 2015.

DOLNÝ, A. *et al.* Aquatic insects indicate terrestrial habitat degradation: changes in taxonomical structure and functional diversity of dragonflies in tropical rainforest of East Kalimantan. **Tropical Zoology**, v. 25, n. 3, p. 141-157, 2012.

FERREIRA-PERUQUETTI, P.S.; P. DE MARCO JR. Efeito da alteração ambiental sobre comunidades de Odonata em riachos de Mata Atlântica de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 317–327, 2002.

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

HASSALL, C. Odonata as candidate macroecological barometers for global climate change. **Freshwater Science**, v. 34, n. 3, p. 1040-1049, 2015.

HURYN, A. D.; WALLACE, J. B. Life history and production of stream insects. **Annual Review of Entomology**, v. 45, p. 83–110, 2000.

IKEDA-CASTRILLON, S. K. *et al.* The Pantanal: a seasonal Neotropical wetland under threat. In: BRINKMANN, R. (eds). **The Palgrave Handbook of Global Sustainability**. Palgrave Macmillan, Cham, v. 10, p. 978-3, 2022.

JOHNSON, D. M. Behavioral ecology of larval dragonflies and damselflies. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 6, n 1, p. 8-13, 1991.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences**, Canadian, v. 106, n. 1, p. 110-127, 1989.

MAGURRAN, A.E. **Ecological Diversity and Its Measurements**. London: Princeton University Press, Princeton, NJ, 1988.

MAY, M.L. Thermal adaptations of dragonflies, revisited. **Adv Odonatol**, v. 5, p.71–88, 1991.

MIGUEL, T. B. *et al.* Odonata (Insecta) as a tool for the biomonitoring of environmental quality. **Ecological Indicators**, v. 81, p. 555–566, 2017.

NIWATTANAKUL, S. *et al.* Using of Jaccard Coefficient for Keywords Similarity. **Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists**, v.1, p. 13 - 15, 2013.

OLIVEIRA-JUNIOR, J.M.B.; JUEN, L. The Zygoptera/Anisoptera Ratio (Insecta: Odonata): a New Tool for Habitat Alterations Assessment in Amazonian Streams. **Neotropical Entomology**, v. 48, p. 552–560, 2019.

RAMÍREZ, A.; GUTIERREZ-FONSECA, P. E. Grupos funcionais de alimentação de famílias de insetos aquáticos na América Latina: uma análise crítica e revisão da literatura existente. **Revista de Biologia Tropical**, v. 62, p. 155-167, 2014.

RESENDE, D. C. First description of reproductive behavior of the Amazonian damselfly *Chalcopteryx rutilans* (Rambur) (Odonata, Polythoridae). **Revista brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 436-440, 2010.

RODRIGUES, M. E.; ROQUE, F. O. Checklist de Odonata do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia - Serie Zoologia**, v. 107: e20171117, 2017.

SILVA, D. B. *et al.* Bioma Pantanal: Da complexidade do ecossistema à conservação, restauração e bioeconomia. **Ciência e Cultura**, v. 75, n. 4, p. 01-10, 2023.

SILVA, N. A. P. *et al.* Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n.1, p. 79–87, 2011.

SOUZA, L. O. I; COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. Odonata. *In*: FROEHLICH, C.G. (org.). **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>

TRIPLEHORN, C.A; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 761 p.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de anastrepha (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 33–39, 2005.

VILLALOBOS-JIMENEZ, G.; DUNN, A.; HASSALL, C. Dragonflies and damselflies (Odonata) in urban ecosystems: a review. **European Journal of Entomology**, v. 113, p. 217-232, 2016.

CAPÍTULO 3

DIVERSIDADE DE ABELHAS EUGLOSSINI (HYMENOPTERA: APIDAE) DA COLEÇÃO CIENTÍFICA DE ARTHROPODA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ (UNIFAP), BRASIL

DIVERSITY OF EUGLOSSINI BEES (HYMENOPTERA: APIDAE) FROM THE SCIENTIFIC COLLECTION OF ARTHROPODA OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF AMAPÁ (UNIFAP), BRAZIL

Marcelo Augusto Silva e Silva   

Graduando em Biologia, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Macapá- AP, Brasil

Raimundo Nonato Picanço Souto   

Doutorado em Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, MPEG, Brasil

Janaína Monteiro Melo de Almeida   

Graduando em Biologia, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Macapá- AP, Brasil

Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha   

Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, USP, Brasil

Tiago Da Silva Costa   

Doutorado em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Macapá- AP, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.762 

Resumo: Atualmente há o registro de 20 mil espécies de abelhas no planeta, e muitos estudos apontam que devem existir muito mais para serem descritas. Grande parcela é constituída por abelhas solitárias e não produtoras de mel. Muitas dessas espécies descritas são nativas do Brasil, isso se deve extensão territorial do país que acaba o tornando um ótimo campo para os interessados na área. Dentro da diversidade de espécies de abelhas nativas encontramos uma tribo chamada *Euglossini*, um grupo de abelhas sem ferrão com grande incidência nas Américas. Formada por abelhas robustas e de coloração característica, grande parte das integrantes desse nicho são abelhas solitárias, mas existem espécies que são exceções. No estado do Amapá, na coleção biológica do Laboratório de Arthropoda (ArthroLab) da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) há um esforço para mapear e registrar a diversidade desse grupo, no qual existe atualmente um claro déficit linneano e wallaceano. Foram utilizados os espécimes depositados durante duas décadas na coleção, identificadas através de chaves dicotômicas, visando a identificação das abelhas até gênero e espécie quando possível. O curso de biologia conta com uma coleção biológica que armazena os exemplares em gavetas entomológicas e as divide em lotes e sublotos. As coletas foram realizadas tanto por captura ativa quanto por uso de armadilhas em expedições de coleta, em ambiente de mata e urbano. As armadilhas foram dispostas com iscas aromáticas de origem vegetal. A origem e nível de atratividade de cada isca também foi um dado avaliado durante a pesquisa.

Palavras-chave: Abelhas sem ferrão. Abelhas indígenas. Taxonomia. Coleção Biológica. Euglossa.

Abstract: There are currently 20,000 species of bees recorded on the planet, and many studies indicate that there must be many more to be described. A large portion is made up of solitary, non-honey producing bees. Many of these described species are native to Brazil, this is due to the country's territorial extension, which ends up making it a great field for those interested in the area. Within the diversity of native bee species we find a tribe called Euglossini, a group of stingless bees with a high incidence in the Americas. Made up of robust bees with characteristic colors, most of the members of this niche are solitary bees, but there are species that are exceptions. In the state of Amapá, in the biological collection of the Arthropoda Laboratory (ArthroLab) at the Federal University of Amapá (UNIFAP), there is an effort to map and record the diversity of this group, in which there is currently a clear Linnean and Wallacean deficit. Specimens deposited in the collection for two decades were used, identified using dichotomous keys, aiming to identify bees to genus and species when possible. The biology course has a biological collection that properly stores specimens in entomological drawers and divides them into lots and sublots. Collections were carried out both by active capture and by using traps on collection expeditions, in forest and urban environments. The traps were placed with aromatic baits of plant origin. The origin and level of attractiveness of each bait was also evaluated during the research.

Keywords: Stingless bees. Indigenous bees Taxonomy. Biological Collection. Euglossa.

1 INTRODUÇÃO

As abelhas são descendentes próximos das vespas que obtiveram uma nova fonte de alimentação com o surgimento de plantas com pólen por volta de 156 a 76 milhões de anos atrás (Menezes *et al.*, 2023). Aos poucos algumas vespas foram se adaptando a uma dieta restrita apenas ao pólen produzido pelas plantas, originando assim o grupo que conhecemos como abelhas. Ao contrário do senso comum normalmente ensinado nas escolas, a maior parte das abelhas não

produz mel ou vive em sociedade, possuindo vida solitária e sem contato entre suas gerações (Michener, 2007)

Segundo Cristiano Menezes *et al.* (2023) atualmente existe abelhas identificadas no mundo todo, e estima-se que existam outras 40 mil abelhas ainda desconhecidas. Cerca de 10% dessa biodiversidade se encontra no Brasil, isso ocorre principalmente devido a vasta extensão territorial e variedade de climas e biodiversidade do país (Oliveira *et al.*, 2013).

Dentro desta vasta biodiversidade de abelhas brasileiras existe a tribo das abelhas *Euglossini*, um nicho de abelhas sem ferrão funcional com distribuição neotropical com incidência desde o sul dos Estados Unidos até o norte da Argentina. Agrupa abelhas robustas que costumam ter uma coloração de metálico vivo. Seus ninhos são bem característicos, sendo feitos em buracos de árvores e barrancos. A maior parte da tribo *Euglossini* é constituída por abelhas solitárias, salvo poucas exceções e até onde se sabe, todas as do gênero *Eulaema* possuem um comportamento parassocial, existindo várias fêmeas em um ninho (Silveira, 2002).

No estado do Amapá, existe um preocupante déficit em relação a taxonomia das abelhas, a coleção biológica do curso de biologia da UNIFAP (Universidade Federal do Amapá) conta com inúmeros exemplares coletados ao longo de mais de uma década de trabalhos e excursões em matas ou ambientes urbanos. O problema atual está em como fazer a identificação a nível de espécies das abelhas já coletadas, tendo em vista a grande carência de informações sobre as espécies nativas da região norte, somado a problemática, existe uma grande discussão na comunidade científica em relação a forma correta de fazer a taxonomia das abelhas sem ferrão (Oliveira *et al.*, 2013).

Tendo em vista essas problemáticas, essa pesquisa busca trazer uma parte do trabalho feito na coleção biológica da UNIFAP, de forma a demonstrar quão grande é a biodiversidade de abelhas na região e classificar corretamente essas abelhas quanto a sua taxonomia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Foram usadas nesse trabalho, amostras coletadas entre 2004 e 2022 de abelhas da subtribo *Euglossini*. A maior parte das amostras fixadas na coleção não possui identificação, por isso, após a digitalização e fichamento dos indivíduos, foram usadas chaves de identificação do livro **ABELHAS BRASILEIRAS: Sistemática e Identificação**, do autor Fernando A. Silveira, para o reconhecimento das ASF (Abelhas Sem Ferrão) até nível de gênero. As amostras coletadas, são mantidas em armários com gavetas entomológicas fechadas com uma tampa de vidro para

visualização, a divisão dentro das gavetas é feita por caixas que representam lotes, sendo usados para dividir as abelhas a nível de gênero sempre que possível.

As coletas de abelhas foram realizadas de variadas formas como: capturas em busca ativa com rede entomológica usando puçás e redes entomológicas, assim como através de armadilhas usando iscas aromáticas como: Eucaliptol, Cineol, Acetato de Benzila e Salicilato de Metila. Entre todas as iscas, a que obteve mais sucesso foram as armadilhas com iscas de eucaliptol, coletando um grande número não só de abelhas *Euglossini*, como a tribo *Meliponini* em geral.

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

Os espécimes estudados foram os insetos depositados na coleção científica do laboratório de ARTHROPODA da Universidade Federal do Amapá. As abelhas depositadas são provenientes das coletas feitas pelos projetos de pesquisa realizadas no Arthrolab, tendo sido prospectadas em diferentes municípios e localidades do estado do Amapá como: Macapá, Serra do Navio, Porto Grande, Mazagão, Pedra Branca do Amapari, Pracuúba e Amapá; assim como no campus da UNIFAP que conta com um fragmento de floresta de terra-firme chamado de Mata do Sussuro. O trabalho é voltado para a comunidade científica, entomologistas, ecólogos e público geral.

2.3 Metodologia da pesquisa

As coletas de abelhas foram realizadas durante mais de uma década entre os anos de 2004 e 2022, foram usadas variadas formas de capturas, desde busca ativa usando puçás e redes entomológicas, através de armadilhas usando iscas aromáticas como: Eucaliptol, Cineol, Acetato de Benzila, Salicilato de Metila e Eugenol. Entre todas as iscas, a que obteve mais sucesso foram as armadilhas com iscas de eugenol, coletando um grande número não só de abelhas *Euglossini*, como a tribo *Meliponini* em geral.

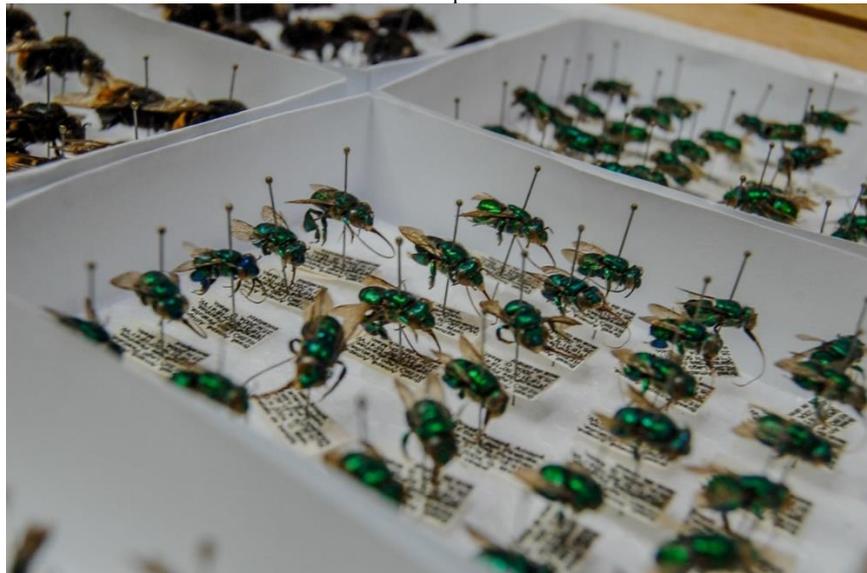
A catalogação dos indivíduos é feita através de planilhas digitais, seguindo o modelo do ICMBIO e até o nível de gênero. A catalogação dos indivíduos foi realizada utilizando-se a literatura especializada mencionada anteriormente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras 1, 2, 3 e 4 correspondem a exemplares de abelhas *Euglossini* coletadas e depositadas na coleção, alguns dos exemplares foram coletados há mais de uma década. Os locais dessas coletas variam a cada esforço de coleta, ocorrendo em áreas de mata e ambiente urbano. A

coleção científica de artrópodes passa atualmente por uma reorganização e a coleção de *Himenópteros* está sendo reorganizada e passando por uma nova catalogação em busca de possíveis erros ou ausências de informação, pois inúmeros pesquisadores e discentes da graduação depositaram espécimes, requerendo assim uma nova curadoria visando sanar problemas e permitir que a coleção possa figurar entre bases de dados oficiais.

Figura 1 – Coleção de Euglossini do Laboratório de Arthropoda (Arthrolab) da Universidade Federal do Amapá.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 2 - Espécime de *Euglossa laevincincta* da Coleção científica do Universidade Federal do Amapá



Fonte: Autores, 2024.

Figura 3 - Espécime de *Eulaema bombiformis* da Coleção científica do Universidade Federal do Amapá.

Fonte: Autores, 2024.

Segundo Oliveira *et al.* (2013) é importante lembrarmos que, devido às características singulares que diferenciam os meliponíneos entre si (especialmente a morfologia das espécies e a origem das rainhas), alguns autores costumavam separá-los em diversas tribos. Em Moure (1946, 1951) o gênero *Melipona* foi colocado na tribo dos *Meliponini*, e o gênero *Lestrimelitta* na tribo *Lestrimelittini*, os demais gêneros de abelhas foram englobados na tribo *Trigonini*, posteriormente o autor incorporou os gêneros de *Lestrimelittini* em *Trigonini*, formando assim duas grandes tribos. Em Michener (2007), as abelhas nativas são todas englobadas pela tribo *Meliponini*, e em Silveira (2002) todos os gêneros de ASF são postos dentro da tribo *Apini*.

A existência de diferentes formas de identificação usada por inúmeros autores, torna a correta identificação taxonômica dos espécimes um desafio para quem decide começar a trabalhar com abelhas selvagens. Devido a essa problemática, o estudo da área, principalmente em regiões com poucos pesquisadores, acaba atraindo pouco interesse gerando a falta de trabalhos sobre o assunto.

Depositadas da coleção de Arthropoda da Unifap atualmente há o número de 766 espécimes de abelhas, sendo 256 espécimes da tribo *Euglossini*, perfazendo um total de 9 espécies.

As espécies de *Euglossini* depositadas na coleção de Arthropoda são:

1. *Eufriesea flaviventris* Friese, 1899
2. *Eufriesea vidua* Moure, 1976
3. *Euglossa* (*Euglossa*) *sp.*
4. *Euglossa amazonica* Dressler, 1982

5. *Euglossa cordata* Linneus, 1758
6. *Euglossa laevincicta* Dressler, 1982
7. *Eulaema (Apeulaema) nigrita* Lepeletier, 1841
8. *Eulaema (Eulaema) bombiformis* Packard, 1969
9. *Exaerete lepeletieri* Oliveira & Nemesio, 2003
10. *Exaerete smaragdina* Guérin-Ménéville, 1845

Recentemente, tem havido uma série de pesquisas examinando os impactos da diminuição da cobertura florestal nas abelhas Euglossini, especialmente na região amazônica do Brasil. Estudiosos têm explorado como esses eventos afetam a ecologia e o comportamento das abelhas Euglossini na Amazônia, incluindo aspectos como distribuição, variedade e interações ecológicas. Pesquisas realizadas por autores como Roubik (1989), Grimaldi (1999), Dressler (1982), e Oliveira (2006), têm contribuído significativamente para o nosso entendimento dessas questões na região.

A região amazônica tem passado por mudanças no padrão de uso do solo e dos ecossistemas, o impacto sobre os polinizadores, apesar de flagrante, não tem sido registrado pela ciência a contento; dessa forma o esforço de mapear as espécies de polinizadores como os integrantes da tribo *Euglossini* se torna necessário e premente.

Nos últimos anos, a ampliação das pesquisas sobre as abelhas Euglossini, importantes polinizadores das florestas tropicais, tem mostrado os efeitos preocupantes da perda de habitat e das mudanças climáticas. Estudos recentes indicam que a fragmentação das florestas e a conversão de terras para agricultura não apenas diminuem a disponibilidade de flores, mas também dificultam a capacidade das abelhas de localizar e utilizar recursos de maneira eficiente (Oliveira et al., 2019; Nemesio, 2020). A perda de diversidade floral e a destruição dos corredores ecológicos, essenciais para a migração e troca genética entre as populações de abelhas, ameaçam a sustentabilidade dessas espécies a longo prazo. Isso aumenta a vulnerabilidade das abelhas Euglossini e compromete sua função vital como polinizadoras, o que pode ter consequências graves para a biodiversidade das florestas tropicais e para os serviços ecossistêmicos que elas fornecem (Brosi, 2021).

Além disso, a poluição ambiental e o uso indiscriminado de pesticidas têm sido identificados como grandes ameaças para as abelhas Euglossini. Pesquisas indicam que a exposição a pesticidas pode afetar o comportamento, a saúde reprodutiva e a longevidade dessas abelhas (da Silva et al., 2022). A crescente urbanização e as mudanças no uso do solo estão criando paisagens menos favoráveis para a sobrevivência das abelhas, reduzindo a disponibilidade de habitat adequado e de fontes de alimentação. A conservação das abelhas Euglossini exige não apenas a preservação dos habitats naturais remanescentes, mas também a adoção de práticas agrícolas

sustentáveis e a criação de áreas protegidas que atendam às necessidades ecológicas dessas abelhas. Pesquisas recentes destacam a importância de políticas públicas e iniciativas de conservação que promovam a proteção dos polinizadores como uma estratégia central para a manutenção da biodiversidade e da saúde dos ecossistemas (Freitas *et al.*, 2023).

4 CONCLUSÃO

Através da revisão dos espécimes coletados ao longo dos anos e armazenadas na coleção biológica, podemos perceber a importância e oportunidade científica de pesquisar sobre esse grupo específico de abelhas, cuja função como polinizadores está extremamente atrelada com o sucesso reprodutivo das orquídeas e espécies vegetais similares. Além disso, cabe ressaltar a carência em pesquisas relacionadas ao tema e área no estado do Amapá, o que torna ainda maior o desafio em identificar e classificar corretamente essas espécies em seus devidos táxons, assim como a importância em construir uma base de dados cientificamente acurada para embasar pesquisas sobre a ecologia e conservação desses polinizadores.

Agradecimentos.

Agradecemos a todos os pesquisadores, discentes e funcionários do Laboratório de Arthropoda

REFERÊNCIAS

ABELHAS sem ferrão. **ABELHA**. Disponível em: <https://abelha.org.br/tag/abelhas-sem-ferrao/>. Acesso em: 9 abr. 2024.

BROSI, B. J. Impact of forest fragmentation on bee communities in tropical ecosystems. **Journal of Tropical Ecology**, v. 37, n. 3, p. 225-238, 2021.

DA SILVA, C. I. *et al.* Effects of pesticide exposure on reproductive health and longevity of Euglossini bees. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 41, n. 4, p. 1001-1010, 2022.

DRESSLER, R. L. **Biology of orchids**. E. J. Brill, 1982.

FREITAS, B. M. *et al.* Conservation strategies for tropical pollinators: A review of policies and practices. **Ecological Applications**, v. 33, n. 2, e02650, 2023.

GRIMALDI, D. The co-radiations of pollinating insects and angiosperms in the Cretaceous. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 86, n. 2, p. 373-406, 1999.

MENEZES, C. *et al.* **Abelhas sem ferrão relevantes para a meliponicultura no Brasil.** A.B.E.L.H.A, p. 9-11, 2022.

NEMÉSIO, A. Fragmentation effects on orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini): a case study from the Brazilian Atlantic Rainforest. **Neotropical Entomology**, v. 49, n. 3, p. 455-465, 2020.

OLIVEIRA, F. F. de. *et al.* **Guia Ilustrado das Abelhas “Sem-Ferrão” das Reservas Amanã e Mamirauá, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini).** Tefé: IDSM, 2013. 267 p., IL. ISBN: 978-85-88758-27-8.

OLIVEIRA, M. L. *et al.* Habitat loss and its effects on the diversity and distribution of Euglossini bees in the Amazon. **Biological Conservation**, v. 238, p. 108234, 2019.

OLIVEIRA, M. L. Euglossine bees (Hymenoptera, Apidae) in a forest fragment in western Brazilian Amazonia. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 221-226, 2006.

ROUBIK, D. W. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge University Press, 1989. *In*: SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R., ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação.** Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002. 253 p.: IL. ISBN. 85-903034-1-1.

CAPÍTULO 4

REGISTRO DE OCORRÊNCIA DE CINCO ESPÉCIES DE PERCEVEJO-DE-RENDA (HEMIPTERA: TINGIDAE) EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DA BAIXADA CUIABANA, MT

RECORD OF OCCURRENCE OF FIVE SPECIES OF LACE BUG (HEMIPTERA: TINGIDAE) IN AGROFORESTRY SYSTEMS OF BAIXADA CUIABANA, MT

Francisco Sérgio Neres da Silva   

Mestre em Agricultura no Trópico Úmido pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus-AM, doutorando em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Adriano Cirino Tomaz   

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), engenheiro agrônomo, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Katiuchia Pereira Takeuchi   

Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), docente na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

José Sotero da Costa Neto   

Estudante de Graduação em Bacharelado em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Guilherme Silva Mattos   

Estudante de Graduação em Bacharelado em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.763 

Resumo: Os percevejos-de-renda são insetos-praga que atacam diversas culturas agrônômicas de importância econômica. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar as espécies de percevejos-de-renda encontradas em diferentes plantas hospedeiras em sistemas agroflorestais da baixada cuiabana assim como as plantas hospedeiras associadas a cada espécie. A pesquisa foi conduzida em dois sistemas agroflorestais na fazenda experimental da UFMT. O monitoramento das culturas ocorreu semanalmente, registrando-se as injúrias e coleta de adultos e ninfas para identificação em laboratório. De acordo com as análises, cinco espécies de percevejos-de-renda foram identificadas: *Gargaphia lunulata*, *Corythaica passiflorae*, *Vatiga illudens*, *Gargaphia torresi* e *Ulotingis* sp. A espécie *G. lunulata* foi encontrada nas culturas do maracujá e quiabo. Há relatos de ocorrência em diferentes estados brasileiros, mas este foi o primeiro registro para o estado do Mato Grosso. *C. passiflorae* provocou danos nas culturas do tomate e jiló, sendo observado danos mais severos ao jiló. Na mandioca foi verificada a ocorrência da espécie *V. illudens*. A espécie de percevejo-de-renda encontrada na cultura da goiaba foi identificada como pertencente ao gênero *Ulotingis*. A espécie encontrada atacando a cultura do algodão foi *Gargaphia torresi*, que assim como *G. lunulata*, apresenta grande diversidade de hospedeiros. Os percevejos-de-renda são insetos que possuem grande potencial para causar danos e perdas econômicas às culturas de interesse.

Palavras-chave: Manejo Integrado de Pragas. Percevejo-rendado. Biodiversidade.

Abstract: Lace bugs are insect pests that attack several crops of economic importance. In this sense, the objective of this study was to identify the species of lace bugs found on different host plants in agroforestry systems in the Cuiabá lowlands, as well as the host plants associated with each species. The research was conducted in two agroforestry systems on the experimental farm of UFMT. Crop monitoring occurred weekly, recording injuries and collecting adults and nymphs for laboratory identification. According to the analyses, five species of lace bugs were identified: *Gargaphia lunulata*, *Corythaica passiflorae*, *Vatiga illudens*, *Gargaphia torresi* and *Ulotingis* sp. The species *G. lunulata* has already been reported in several Brazilian states, but this was the first record for the state of Mato Grosso. *C. passiflorae* caused damage to tomato and okra crops, with more severe damage being observed to okra. The species *V. illudens* was found in cassava. The species of lace bug found in guava crops was identified as belonging to the genus *Ulotingis*. The species found attacking cotton crops was *Gargaphia torresi*, which, like *G. lunulata*, has a wide host diversity. Lace bugs are insects that have great potential to cause damage and economic losses to crops of interest.

Keywords: Integrated Pest Management. Lace bug. Biodiversity.

1 INTRODUÇÃO

Os percevejos-de-renda (Hemiptera: Tingidae) são insetos-praga que atacam diversas culturas de importância econômica. Na literatura é relatada a existência de cerca de 300 gêneros e 2.500 espécies (Ferreira *et al.*, 2018), distribuídas mundialmente, com características morfológicas e fisiológicas distintas, sendo que na Região Neotropical são identificados aproximadamente 70 gêneros e 600 espécies, em sua maioria pertencente à subfamília Tingitinae (Guidoti; Montemayor; Guilbert, 2015).

De um modo geral, insetos adultos e ninfas são sugadores de seiva, comumente encontrados juntamente com seus ovos, vivendo em colônias, preferencialmente na face inferior das folhas de suas plantas hospedeiras (Santos *et al.*, 2017). Por causa da sua atividade alimentar e do ciclo de vida completo na mesma planta hospedeira, provocam perda de área fotossintética devido a clorose com evolução para necrose nas folhas, reduzindo a produtividade das plantas e em casos mais severos levando-a a morte (Guidoti *et al.*, 2014; Coelho; Da-Silva, 2015).

Há poucos relatos sobre a ocorrência destes insetos-pragas em cultivos agrícolas no estado de Mato Grosso, o que dificulta a identificação, compreensão da abrangência geográfica e plantas hospedeiras, principalmente as que envolvem plantas de importância econômica no estado do Mato Grosso.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar as espécies de percevejos-de-renda encontradas em diferentes plantas hospedeiras de um sistema agroflorestal da baixada cuiabana assim como as plantas hospedeiras associadas a cada espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em duas unidades de referência em sistemas agroflorestais (SAFs) do Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia, situado na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, localizada no município de Santo Antônio do Leverger - MT, (Lat. 15°51'02,00" S e Long. 56°04'14,64" O). Na primeira unidade com cerca de 620 m², implantada em outubro de 2022, o plantio nas entrelinhas tem por objetivo a produção e pesquisa com olerícolas folhosas (couve), frutos (quiabo, abóbora, tomate e jiló) e raízes (mandioca), sendo o cultivo destas plantas agrícolas realizado de forma contínua. Na segunda área com cerca de 3240 m², implantada em janeiro de 2023, o plantio das entrelinhas teve por objetivo o cultivo de algodão agroflorestal, o qual se realizou o segundo ciclo de cultivo (jan-ago) em 2024.

Durante o acompanhamento dos sistemas agroflorestais, foram observados ataques dos percevejos-de-renda nas culturas da goiaba (*Psidium guajava*, Myrtaceae), plantada em outubro de 2022; maracujá (*Passiflora edulis*, Passiflorae) e mandioca (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae), plantados nos meses de março e abril de 2023, tomate (*Solanum lycopersicum*, Solanaceae), jiló (*Solanum aethiopicum*, Solanaceae) e quiabo (*Abelmoschus esculentus*, Malvaceae), plantados em julho de 2023. Não foram realizadas medidas de controle fitossanitário das plantas de modo a se registrar as injúrias nas diferentes culturas assim como identificar os hospedeiros atacados pelas diferentes espécies observadas.

Foram feitos registros fotográficos das injúrias nas diferentes plantas atacadas com uso de um celular Motorola® Moto G9 Play (Modelo XT 2083-1), câmera de 48 MP. Em seguida, amostras de folhas das diversas culturas contendo adultos e ninfas de percevejos-de-renda foram coletadas e levadas ao laboratório de Manejo Ecológico de Pragas (MEP), localizado na fazenda experimental, para a identificação. Para o registro fotográfico em laboratório utilizou-se um microscópio digital modelo Novacom® câmera de 2 MP, com capacidade de ampliação de 1600x. A identificação das espécies ocorreu por meio da comparação de imagens de insetos das espécies encontradas com registros na literatura e por meio de chaves taxonômicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

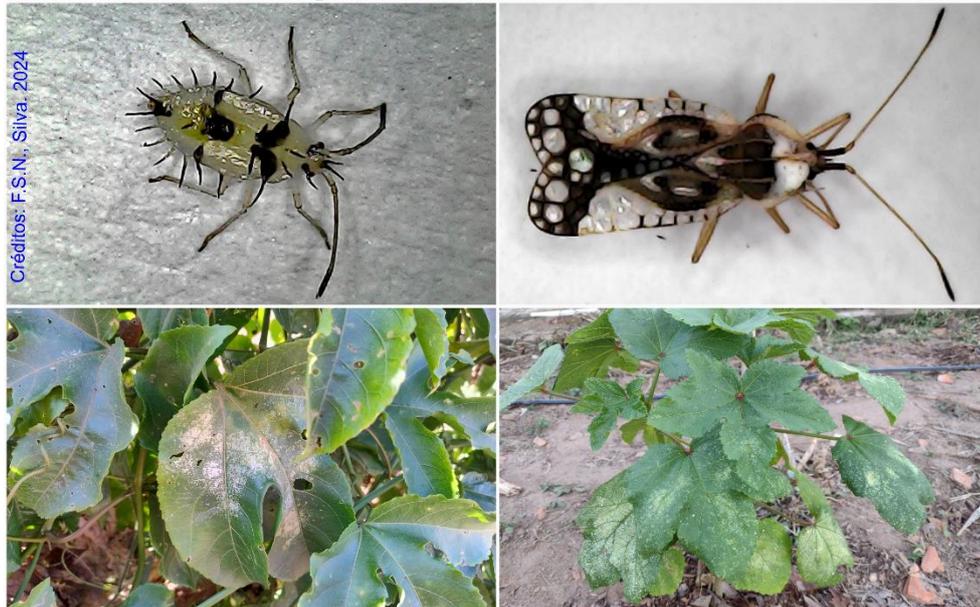
Foi possível verificar a nível de gênero para o percevejo-de-renda encontrado na cultura da goiaba, sendo este identificado como pertencente ao gênero *Ulotingis* sp. Para as espécies encontradas no algodão, jiló, mandioca, maracujá, tomate e quiabo foi possível realizar identificação a nível de espécie, sendo elas: *Gargaphia lunulata*, *Corythaica passiflorae*, *Vatiga illudens* e *Gargaphia torresi*.

A espécie *G. lunulata* foi encontrada atacando as culturas do quiabo e do maracujá (Figura 1), conforme previamente relatado (Coelho; Da-Silva, 2015; Santos *et al.*, 2017). O adulto tem como característica suas antenas localizadas na região do pronoto e hemiélitros hialinos, com algumas nervuras manchadas de pardo escuro na área discoidal e uma faixa curva escura que atravessa a asa (Figura 1) (Gallo *et al.*, 2002; Ajmat *et al.*, 2003). As ninfas apresentam (Figura 1) espinhos relativamente longos, robustos e com poucos pêlos finos (Ajmat *et al.*, 2003).

As plantas atacadas começam a apresentar pequenos aglomerados de pontuações amarelo-esbranquiçadas (manchas cloróticas) na parte superior da folha (Figura 1), o que ocasiona redução de área fotossintética (Santos *et al.*, 2017), com presença posterior de pequenas massas escuras na parte inferior da folha, tratando-se de dejetos dos insetos (Ferreira; Coelho; Santos, 2018).

A espécie *G. lunulata* é uma espécie polífaga, não restringindo-se a nenhuma família botânica, com diversas espécies de plantas apontadas como potenciais hospedeiros para este inseto-praga como maracujá (*P. edulis*), amendoim-forrageiro (*Arachis repens*, Fabaceae), maracujá-azul (*Passiflora caerulea*), mandioca (*M. esculenta*), quiabo (*A. esculentus*), arruda (*Ruta graveolens*, Rutaceae), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*, Fabaceae), feijão (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae), flor-do-guarujá (*Turnera ulmifolia*, Turneraceae) e fedegoso (*Senna alata*, Fabaceae) (Ajmat *et al.*, 2003; Coelho; Da-Silva, 2015; Ferreira; Coelho; Santos, 2018; Santos *et al.*, 2017; Santos; Coelho; Wengrat, 2019).

Figura 1 - Ninfa e adulto de *G. lunulata*. Injurias nas folhas de maracujazeiro (canto inferior esquerdo) e quiabeiro (canto inferior direito).

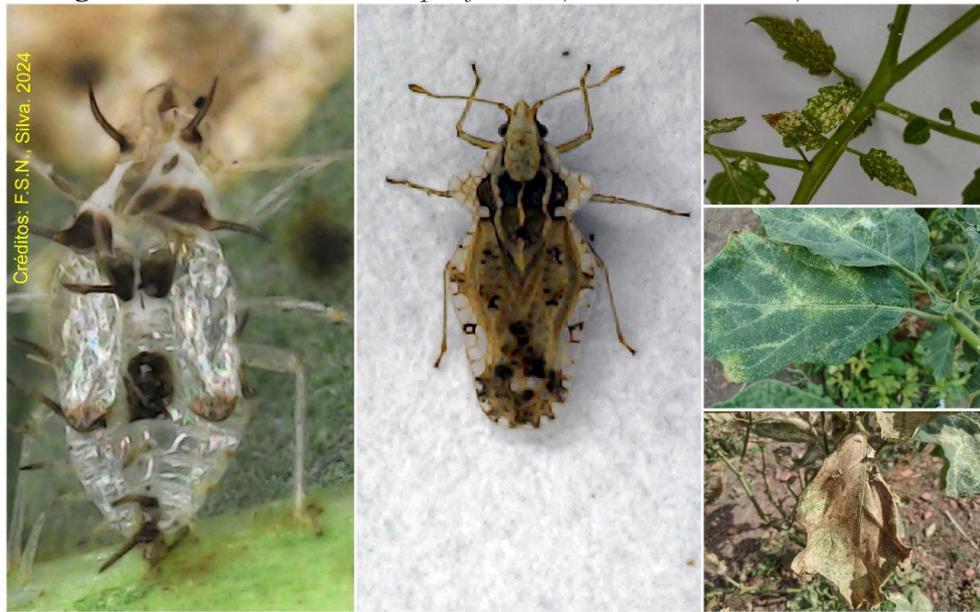


Fonte: Autores, 2024.

Na América do Sul, a espécie *Gargaphia lunulata* (Mayr, 1865) possui registro na Argentina, Colômbia, Paraguai, Uruguai e Brasil, sendo no caso deste último, relatada ocorrência nos estados: Acre, Bahia, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio de Janeiro e Tocantins (Santos *et al.*, 2017; Ferreira; Coelho; Santos, 2018; Vélez *et al.*, 2020). Porém, este estudo consiste no primeiro registro da espécie no estado do Mato Grosso.

A espécie *C. passiflorae* (Berg, 1883) foi encontrada atacando as culturas do jiló e tomate (Figura 2). Os adultos possuem coloração palha na região dorsal com manchas escuras com tamanho variando de 3,0-3,5 mm de comprimento (Figura 2). As ninfas possuem coloração esbranquiçadas com expansões espinhosas laterais ao longo do corpo (Figura 2) (Ferreira; Coelho; Santos, 2017). Os sintomas identificados do ataque são coloração esbranquiçada no local da infestação e dependendo da severidade do ataque, podem evoluir para necrose (Figura 3). As plantas apresentam-se frágeis, o que as deixam mais suscetíveis à entrada de patógenos. Seus principais hospedeiros são plantas da família Solanaceae cultivadas ou silvestres como jiló (*Solanum aethiopicum*), berinjela (*Solanum melongena*), cúbiu (*Solanum sissiliflorum*), joá (*Solanum viarum*) e a jurubeba (*Solanum paniculatum*) (Couturier, 1988; Ferreira, Coelho e Santos, 2017; Ventura *et al.*, 2007).

Figura 2 - Ninfa e adulto de *C. passiflorae*. Injurias nas folhas de jiló e tomate.



Fonte: Autores, 2024.

Danos mais severos foram observados na cultura do jiló, em que o grande número de insetos culminou na morte de plantas, poucas semanas após o início das infestações. Ferreira, Coelho e Santos (2017) observaram que a cultura da berinjela se mostrou mais susceptível ao ataque deste inseto do que outras plantas da mesma família.

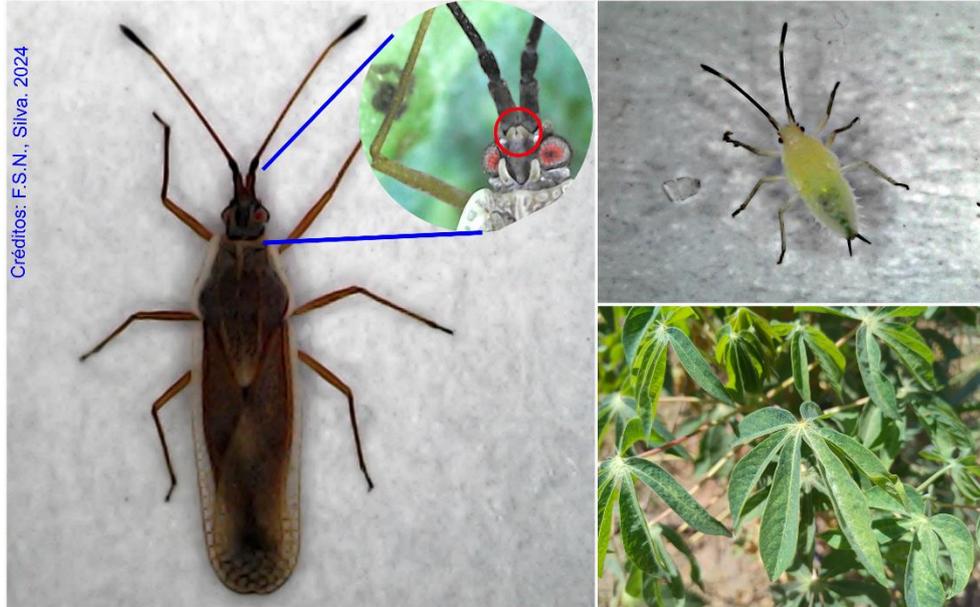
A espécie *C. passiflorae* foi relatada com ocorrências na Argentina, Brasil e Colômbia (Ventura *et al.*, 2007). No Brasil há registros da presença dessa espécie nos estados Amazonas, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso, Pará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins (Ferreira; Coelho; Santos, 2017; Ventura *et al.*, 2007).

A espécie encontrada atacando a cultura da mandioca na área de estudo foi *V. illudens*. Para a cultura da mandioca são descritas cinco espécies do gênero *Vatiga*: *V. illudens* (Drake, 1922), *V. manihotae* (Drake, 1922), *V. pauxilla* (Drake; Poor, 1939), *V. varianta* (Drake, 1930) e *V. cassiae* (Drake; Hambleton, 1934) com relato de ataques a esta cultura em vários países da América Latina (Santos *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2019; Androcioni *et al.*, 2022).

Os adultos de *V. illudens* são de coloração acinzentada a castanho avermelhada e medem cerca de 3,0-4,0 mm de comprimento e suas ninfas apresentam coloração esbranquiçada (Figura 4) (Díaz, 2020; Fialho *et al.*, 2009; Wengrat *et al.*, 2014). Ninfas e adultos causam danos à cultura inicialmente na face inferior das folhas e à medida que a população deste inseto aumenta, em ataques severos, estes chegam até as folhas apicais (Fialho *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2016). Nas folhas atacadas, podem ser observadas pontuações cloróticas que evoluem para pontuações

marrom-avermelhadas, reduzindo a área fotossintética da planta (Bellon *et al.*, 2012; Fialho *et al.*, 2009; Wengrat *et al.*, 2014).

Figura 4 - Ninfas e adultos de *V. illudens*, em detalhe, estrutura morfológica identificadora da espécie.



Fonte: Autores, 2024.

No Brasil, esta espécie já foi identificada nos estados do Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Paraná e Santa Catarina (Santos *et al.*, 2019). Fialho *et al.* (2009) destacam que no Cerrado do Brasil Central, esta espécie constitui-se de um inseto-praga de ocorrência frequente, principalmente no período seco.

O percevejo-de-renda encontrado na cultura da goiaba foi identificado como pertencente ao gênero *Ulotingis*. Porém, não foi possível a identificação em nível de espécie devido à ausência de registros fotográficos na literatura e não foram encontradas chaves taxonômicas para o gênero que permitisse identificar a nível de espécie. O gênero *Ulotingis* originalmente inclui quatro espécies conhecidas: *U. brasiliensis* (Drake; Hambleton, 1935), *U. uniseriata* (Drake; Bondar, 1932), *U. decor* e *U. nitor* (Drake; Hambleton, 1935). Estas espécies são encontradas na região subtropical, particularmente no Brasil (Drake; Ruhoff, 1965; Monte, 1940). As plantas da família Myrtaceae em especial são descritas como principais hospedeiras (Drake; Ruhoff, 1965).

Os adultos apresentam coloração palha com duas manchas escuras nos hemiélitros (Figura 5), tem cerca de 2,0 mm de comprimento (Hickel; Ducroquet, 1993). As ninfas são dotadas de diversos espinhos no tórax e abdômen (Figura 5). Possuem olhos compostos vermelhos e passam por cinco instares antes de tornarem-se adultos (Hickel; Ducroquet, 1993). Ambos habitam a parte abaxial da folha em colônias que podem variar de 6 a 12 indivíduos (Hickel; Ducroquet, 1993). À

medida que os insetos se alimentam, manchas amareladas são observadas na parte adaxial da folha, formando um mosaico característico do ataque do inseto (Figura 5).

Figura 5 - Ninfa e adulto de *Ulotingis* sp. Injúrias nas folhas.



Fonte: Autores, 2024.

Embora seja um inseto-praga com potencial para causar danos à cultura da goiaba, há poucos relatos sobre este importante inseto-praga na literatura. Hickel e Ducroquet (1992; 1993) reportaram a ocorrência deste inseto-praga na cultura da goiabeira serrana, especificamente a espécie *Ulotingis nitor* em plantas de goiabeira em Santa Catarina, fazendo uma rica descrição morfológica destes inseto-praga, além de informações importantes voltadas para seu comportamento naquela região, tais como o início da incidência que ocorre a partir do mês de abril, mas a elevação população populacional é apontada como sendo nos meses de setembro e outubro. Lima e Racca Filho (1991) analisaram insetos oriundos de diversos municípios do Rio de Janeiro e constataram a presença da espécie *U. brasiliensis* na cultura da goiabeira.

A espécie encontrada atacando a cultura do algodão foi *Gargaphia torresi*, um importante inseto-praga e as perdas causadas pelo seu dano podem variar de 19,83 a 54,70% (Silva, 2004). Os adultos possuem coloração branca logo que emergem, tornando-se acinzentados à medida que o tegumento enrijece (Pereira; Albuquerque; Bastos, 2006). As ninfas passam por cinco instares e apresentam diferenças de tamanho e comprimento de acordo com o instar, sendo a partir do 3º instar marcado pela presença e comprimento das tecas alares (Pereira; Albuquerque; Bastos, 2006).

Figura 6 - Ninfa e adulto do percevejo-de-renda *Gargaphia torresi* encontrado na cultura do algodão.



Fonte: Autores, 2024.

O percevejo-de-renda *G. torresi* não se limita somente a cultura do algodão, sendo relatados ataques as culturas do feijão (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae), caupi (*Vigna unguiculata*, Fabaceae), batata-doce (*Ipomoea batatas*, Convolvulaceae) e milho (*Zea mays*, Poaceae) (Pereira; Albuquerque; Bastos, 2006; Silva, 2004).

A distribuição geográfica de *G. torresi* é pouco relatada na literatura, havendo relatos de ocorrência no estado de Alagoas e Pernambuco na cultura do feijão (*P. vulgaris*) (Moraes, 1979; Silva; Barbosa, 1986). Para o estado do Mato Grosso, este é o primeiro relato de ocorrência da espécie que se tem conhecimento.

As espécies *Gargaphia lunulata* (Mayr, 1865), *Corythaica passiflorae* (Berg) e *Vatiga illudens* são bem relatadas na literatura nacional e internacional por atacar espécies de famílias botânicas de importância econômica, tais como o tomate (*Solanum lycopersicum*, Solanaceae), maracujá (*Passiflora edulis*, Passifloraceae) e mandioca (*Manihotae esculenta*, Euphorbiaceae) (Coelho; Da-Silva, 2015; Ferreira; Coelho; Santos, 2017; Santos; Coelho; Wengrat, 2019). Com menos relatos, os insetos do gênero *Ulotingis* que atacam algumas plantas da família das Myrtaceae, a exemplo da goiaba (*Psidium guajavara*) também apresentam notória importância (Hickel; Ducroquet, 1992, 1993).

A identificação correta das espécies de percevejo-de-renda e de seus hospedeiros potenciais é fundamental para a implementação de estratégias e táticas eficazes de Manejo Integrado de Pragas (MIP), visando reduzir riscos de infestação ou permanência da praga na área, além de auxiliar na tomada de decisão assertiva de controle do inseto-praga que está atacando a cultura (Martins; Boscardin, 2022; Santos; Silva, 2018). Essa identificação precisa possibilita o monitoramento

rigoroso das populações, a determinação do momento ideal para intervenções e a redução de impactos ambientais, assegurando uma abordagem sustentável e economicamente viável no controle dessas pragas (Carvalho; Barcellos, 2012).

4 CONCLUSÃO

Os percevejos-de-renda são insetos que merecem atenção e possuem grande potencial para causar danos e perdas econômicas às culturas de interesse. As espécies *G. lunulata* e *G. torresi* apresentam maior número de hospedeiros, não se restringindo a famílias botânicas, diferentemente das espécies *C. passiflorae*, *V. illudens* e *Ulotingis* sp. A cultura do jiló apresentou maior sensibilidade ao ataque de *C. passiflorae* do que a cultura do tomate.

Agradecimentos e Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal de Mato Grosso e ao Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia pelo apoio na realização desta pesquisa e trabalhos correlacionados.

REFERÊNCIAS

- ANDROCIOLI, H. G. *et al.* Occurrence and distribution of lace bug, whitefly, and shoot fly pest species on cassava (*Manihot esculenta*) crops according to region in Paraná State, Brazil. **Semina: Ciência Agrária**, v. 43, n. 1, p. 311-330, 2022.
- AJMAT, M. V. *et al.* Aspectos morfológicos, biológicos y daño de *Gargaphia lunulata* (Mayr) 1865 (Heteroptera: Tingidae) sobre *Passiflora caerulea* L. (Passifloraceae). **Boletín de Sanidad Vegetal – Plagas**, v. 29, p. 339-346, 2003.
- BELLON, P. P. *et al.* Occurrence of Lace bug *Vatiga illudens* and *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) in Mato Grosso do Sul, midwestern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 84, n. 3, p. 703-705, 2012.
- CARVALHO, N. L.; BARCELLOS, A. L. Adoção do manejo integrado de pragas baseado na percepção e educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 5, n. 5, p. 749 - 766, 2012.

COELHO, L.; DA-SILVA, E. Registro de dano de *Gargaphia lunulata* (Insecta: Hemiptera: Tingidae) em *Passiflora edulis* (Malpighiales: Passifloraceae) e *Arachis repens* (Fabales: Fabaceae) em uma área urbana do Rio de Janeiro. **Agrarian Academy**, v. 2, n. 3, 2015.

COUTURIER, G. Alguns insetos do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal Var. sessiliflorum Dunal, Solanaceae) na região de Manaus – AM. **Acta Amazonica**, v. 18, p. 93-103, 1988.

DÍAZ, E. A. B. Primer registro de *Vatiga illudens* (Drake) (Hemiptera: Tingidae), chinche de la mandioca (*Manihot sculenta* Crantz), para Paraguay. **Boletín del Museo Nacional de História Natural del Paraguay**, v. 24, n. 2, p. 57-59, 2020.

DRAKE, C. J.; RUHOFF, F. A. Lace bugs of the world: a catalog (Hemiptera: Tingidae). **Bulletin of the United States National Museum**. P. 1-634, 1965. Doi: <https://doi.org/10.5479/si.03629236.243.1>.

FERREIRA, C. A.; COELHO, L. B. N.; SANTOS, R. S. Ocorrência de *Corythaica passiflorae* (Berg) (Hemiptera: Tingidae) em cultivos comerciais de jiló e berinjela no Estado do Tocantins, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 2, p. 131-134, 2017.

FERREIRA, C. A.; COELHO, L. B. N.; SANTOS, R. S. Registro de plantas hospedeiras de *Gargaphia lunulata* (Mayr) (Hemiptera: Tingidae) em área rural no Estado do Tocantins. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 2, p. 139-141, 2018.

FIALHO, J. F. *et al.* Danos causados por percevejo-de-renda na produção de parte aérea e raízes de mandioca. **Scientia Agraria**, v.10, n.2, p.151-155, 2009.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 pp.

GUIDOTI, M. *et al.* *Gargaphia paula* (Heteroptera: Tingidae): first host plant record, new geographic data and distribution summary. **Florida Entomologist** v. 97, n. 1, p. 321-324, 2014.

GUIDOTI, M., S. MONTEMAYOR, E.; GUILBERT, E. Lace bugs (Tingidae), Chapter: 14. p. 395-419. In: PANIZZI, A.R.; GRAZIA, J. (Eds.). **True bugs (Heteroptera) of the Neotropics, Entomology in focus 2**. São Paulo: Springer. 2015. 901p.

HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J. H. J. Entomofauna associada à goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 14, n. 2., p. 101-107, 1992.

HICKEL, E. R.; DUCROQUET, J. H. J. Pragas da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*): II – Percevejo-rendado (*Ulotingis nitor*) (Hemiptera: Tingidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 22, n. 1, p. 169-173, 1993.

LIMA, A. F.; RECCA FILHO, F. Ocorrência de *Ulotingis brasiliensis* (Drake, 1922), no estado do Rio de Janeiro. (Hemiptera, Tingidae).

MARTINS, S. M. C.; BOSCARDIN, J. Levantamento do manejo de pragas aplicado em viveiros florestais no Brasil. **Entomology Beginners**, v. 3, p. e047, 2022.

MONTE, O. Catálogo de tingídeos do Brasil. **Arquivos de Zoologia Estado de São Paulo**, v. 2, p. 65-174, 1940.

MORAES, G. J. Ocorrência de *Gargaphia torresi* Lima, 1922 (Hemiptera: Tingidae) em feijoeiro e dados preliminares sobre sua biologia. **Anais da 31ª Reunião Anual da SBPC**, 1979.

OLIVEIRA, H. N. et al. Não-preferência para a oviposição de percevejo-derenda *Vatiga illudens* (Hemiptera: Tingidae) por cultivares de mandioca. **Acta biológica Colombiana**, v. 21, n. 2, p. 447-451, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n2.52021>.

PEREIRA, M. J. B.; ALBUQUERQUE, F. A.; BASTOS, C. S. Pragas do algodoeiro: identificação, biologia e sintomas de ataque. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 10, n. 3. p. 1073-1117, 2006.

SANTOS, R.S., *et al.* Registros de ocorrência e novos hospedeiros de *Gargaphia lunulata* (Mayr) (Hemiptera: Tingidae) nos Estados do Acre e Paraná. **EntomoBrasilis**, v. 10, n. 3, p. 254-258, 2017.

SANTOS, R. N.; SILVA, G. V. Monitoramento de insetos-pragas para a tomada de decisão de controle na cultura da soja. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 34, n. Especial, 2018.

SANTOS, R. S.; COELHO, L. B. N.; WENGRAT, A. P. G. S. Percevejos-de-renda (Hemiptera: Tingidae) associados ao cultivo da mandioca na terra indígena Kaxinawá de Nova Olinda, Acre, com novo registro para o Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 12, n. 2, p. 93-96, 2019.

SILVA, C. A. D. Efeitos da temperatura no desenvolvimento, fecundidade e longevidade de *Gargaphia torresi* Lima (Hemiptera, Tingidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 4, p. 547-552, 2004.

SILVA, C. C. A.; BARBOSA, S. M. L. Surto do percevejo de renda, *Gargaphia torresi*, na cultura do feijão em Alagoas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 9, p. 1003-1004, 1986.

VÉLEZ, M. *et al.* Survey of the Heteroptera (Hemiptera) on pastures from Espírito Santo state, Brazil: new records, range extension, and notes of potential pests. **EntomoBrasilis**, v. 13, p. e907, 2020.

VENTURA, S. R. S. *et al.* Influência das doses de nitrogênio e das coberturas vivas do solo em cultivo orgânico de berinjela, na incidência de *Corythaica cyathicollis* em diferentes períodos do dia. **Revista Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 59-63, 2007.

WENGRAT, A. O. G. S. *et al.* Eficiência de produto a base de azadiractina no controle de ninfa do percevejo-de-renda na cultura da mandioca. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 1, 2014.

CAPÍTULO 5

A COLEÇÃO DE NYMPHALIDAE (LEPIDOPTERA) DO MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DO CEARÁ PROF. DIAS DA ROCHA (MHNCE-UECE)

THE NYMPHALIDAE (LEPIDOPTERA) COLLECTION OF THE MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL DO CEARÁ PROF. DIAS DA ROCHA (MHNCE-UECE)

Lorrana Rosa da Silva   

Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza - CE, Brasil

Yago Lourenço de Carvalho   

Engenheiro Agrônomo, Mestrando no Programa de Pós Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza - CE, Brasil

Rayane Marques de Paiva   

Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza- CE, Brasil

Beatriz Monteiro Muniz   

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira (Unilab), Redenção - CE, Brasil

Antonia Geissiele de Freitas Almeida   

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira (Unilab), Redenção - CE, Brasil

Ana Ruth Reinaldo Menezes   

Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza - CE, Brasil

Maria Benilde Misquita da Silva   

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza - CE, Brasil

José Milton Marques de Sousa Filho   

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira (Unilab), Redenção - CE, Brasil

José Klebson Lopes do Nascimento   

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza - CE, Brasil

Sheila Patrícia Carvalho-Fernandes   

Doutora em Zoologia e Pesquisadora colaboradora do Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza-CE, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.764 

Resumo: Os Museus de História Natural possuem tanto uma importância sócio-científica quanto educacional, assim como a de promover a preservação de acervos que compõem a fauna e a flora, e conservar grandes coleções biológicas. Desse modo, o presente trabalho tem por objetivo retratar o acervo presente na coleção entomológica do Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha (MHNCE-UECE), especificamente na ordem Lepidoptera, família Nymphalidae. Apesar do MHNCE ser uma instituição relativamente recente, a coleção de Lepidoptera, composta por borboletas e mariposas, apresenta uma grande diversidade de espécimes, assim como a coleção de insetos em geral. Em relação à família Nymphalidae (Lepidoptera), o museu conta em seu acervo com 103 espécimes, distribuídas em 8 subfamílias, 31 gêneros e 37 espécies, oriundos de nove municípios diferentes, em sua maioria pertencentes ao Maciço de Baturité, Ceará, dos quais 85 (82,5%) estão identificados. Destes, a maior riqueza de espécies pertence à subfamília Satyrinae, possuindo 13 espécies depositadas na coleção. Apesar da ordem Lepidoptera ser uma das mais diversas e de ampla distribuição, estudos sobre esse grupo ainda são escassos no Ceará. Dessa forma, a manutenção de acervos de Lepidoptera se torna imprescindível para a obtenção e preservação de dados desse grupo.

Palavras-chave: Borboletas. Coleções. Biodiversidade.

Abstract: Natural History Museums have both a socio-scientific importance with regard to education, as well as promoting the preservation of collections that make up fauna and flora, and conserve large biological collections. Therefore, the present work aims to portray a little of the collection present in the entomological collection of the Natural History Museum of Ceará Prof. Dias da Rocha (MHNCE-UECE), specifically in the order Lepidoptera, family Nymphalidae. Although the MHNCE is a relatively new institution, a collection of Lepidoptera, made up of butterflies and moths, presents a great diversity of specimens, as well as a collection of insects in general. In relation to the Nymphalidae family (Lepidoptera), the museum has 103 specimens in its collection, distributed in 8 subfamilies, 31 genera and 37 species, coming from nine different municipalities, mostly belonging to the Baturité Massif, Ceará, of which 85 (82.5%) are identified. Of these, the greatest species richness belongs to the Satyrinae subfamily, with 13 species deposited in the collection. Although the Lepidoptera order is one of the most diverse and widely distributed, studies on this group are still scarce in Ceará. Therefore, maintaining Lepidoptera collections becomes essential for obtaining and preserving data from this group.

Keywords: Butterfly. Collections. Biodiversity.

1 INTRODUÇÃO

Os museus foram inventados no ocidente e seu nome possui origem a partir de um templo grego do século III a.C, tal local possuía a intenção de adorar as musas, sendo assim denominados de mouseion (Rodríguez; Torales-Campos, 2021). Tendo isso em vista, o trabalho foi iniciado a partir do contexto da história de consolidação dos museus que, ao longo dos anos, sofreram modificações que permitiram a melhor preservação da história do homem e do mundo natural. Os museus são ambientes que possuem como objetivo a preservação e apresentação da história humana e da vida na terra por meio de acervos que guardam peças que mostram parte da história natural que pode despertar o interesse do público (Lima Júnior; Souza, 2024).

Nesse viés, o Ashmolean Museum é considerado o primeiro Museu de História Natural (MHN) que teve origem através da doação das coleções do gabinete de curiosidades de John Tradescant destinada à Universidade de Oxford em 1693 (Rodríguez; Torales-Campos, 2021). A partir disso, os gabinetes de curiosidades foram substituídos por museus científicos durante os séculos XVI ao XIX (Marandino, 2005). Essas instituições são de suma importância para a sociedade, visto que possuem o papel de organizar e divulgar a sua própria obra, garantindo assim a inclusão desse material dentro da ciência (Rangel, 2010).

A abertura de exposições para o público tem início no momento de reconhecimento, institucionalização e propagação de museus científicos públicos, enfatizando a produção de saberes relacionados a ciências, que teve origem a partir de estudos das coleções naturais e compartilhamentos destes com a sociedade (Rodríguez; Torales-Campos, 2021). Dessa forma, os museus funcionam como espaço de preservação e exposição de um patrimônio material e imaterial científico e com isso, vão adquirindo maior relevância na ciência moderna para diferentes âmbitos socioculturais (Loureiro; Souza; Sampaio, 2007).

Nessa perspectiva, fica evidente que a educação e a divulgação de conhecimentos científicos em espaços de educação não formais, como os museus, não são atuais e sob essa ótica pode-se afirmar que a história dos museus é marcada por essas ações, além da investigação científica (Marandino, 2005).

Assim como foi mencionado anteriormente, além da educação os MHN têm como base a conservação e investigação científica a respeito da biodiversidade. Com isso, as Coleções de História Natural (CHN) são um acervo de referências importantes relacionadas às ciências naturais por se caracterizarem por um agrupamento de peças naturais que foram coletadas e registradas em locais diversos (Cartaxana *et al.*, 2014). Estas peças são sistemas científicos fundamentais para a investigação, além do papel de educação informal e cultural.

Sob essa ótica, as CHN permitem conhecer a biodiversidade, tanto do passado quanto do presente, pois as coleções encontradas em alguns museus de história natural podem se remontar desde o século XVIII até os dias atuais visto que suas coletas foram realizadas ao longo desses anos, permitindo analisar a biodiversidade sob uma perspectiva histórica dos processos naturais. Nesse sentido, às CHN registram a biodiversidade nos seus níveis de organização, permitindo estudos relacionados com a taxonomia, sistemática, conservação, entre outros (Cartaxana *et al.*, 2014)

Dentre os diversos acervos existentes, coleções entomológicas podem constituir um conjunto de espécimes que pode chegar a milhões de exemplares (Marinoni *et al.*, 2005). Isso ocorre devido ao fato de que dentre os grandes grupos de animais, a classe Insecta se destaca como o

maior e mais diversos desses grupos. Tal característica se deve a diversidade ecológica enorme desses organismos, podendo habitar diversos espaços (Martinez; Rocha-Lima, 2020).

O Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha (MHNCE-UECE) foi criado em 2019 e atualmente possui um acervo de mais de 15 mil espécimes, entre fauna e flora predominantemente cearenses. Os insetos perfazem mais da metade do acervo dessa coleção, totalizando mais de nove mil exemplares tombados.

Em relação aos organismos pertencentes à ordem Lepidoptera, estimativas expressam números muito aquém da realidade. Acredita-se que, com novas ferramentas como a análise molecular, uma intensificação de inventários faunísticos e revisões taxonômicas de famílias pouco estudadas, é possível que se encontre algo em torno de 500 mil espécies de Lepidoptera em todo mundo (Gaston, 1991). Essa ordem apresenta organismos holometábolos com asas membranosas e o corpo cobertos por escamas, popularmente conhecidos como mariposas e borboletas (Rafael *et al.*, 2024) Além disso, esses insetos podem se alimentar de néctar, pólen, líquido de frutos fermentados, excretas e resinas vegetais (Camargo *et al.*, 2015).

O referido trabalho tem como objetivo inventariar a diversidade da família Nymphalidae (Lepidoptera) presente na coleção entomológica do Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha (MHNCE-UECE), podendo assim servir tanto como catálogo de espécimes presentes no Estado do Ceará quanto como destaque da grande diversidade de indivíduos catalogados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

O estudo consiste na análise e catalogação de espécimes pertencentes à família Nymphalidae do acervo da coleção de lepidópteros do MHNCE. Além do material depositado, foram realizadas coletas dos exemplares através de busca ativa com redes entomológicas no Maciço de Baturité nas cidades de Pacoti e Guaramiranga. Após a captura, realizou-se procedimento padrão de registro que inclui dados das coordenadas geográficas, nome do coletor e data de coleta. Este procedimento garante a precisão da coleção científica de onde são destinados. Além disso, assegura a veracidade das informações da fauna local, bem como apoia pesquisas científicas de instituições. Entretanto, quando não há dados da procedência dos espécimes estes são destinados a coleções didáticas que possuem a finalidade de instrumentalizar a educação ambiental.

2.2 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada no Museu de História Natural do Ceará - MHNCE, localizado no município de Pacoti, a 103 km da capital do estado do Ceará, Fortaleza.

2.3 Metodologia da pesquisa

A coleção do MHNCE iniciou com uma doação de 1300 exemplares de insetos, dentre eles alguns pertencentes à família Nymphalidae. Além disso, foram realizadas coletas de materiais em campo, principalmente na região do Maciço de Baturité, Ceará, fazendo uso do método de busca ativa na maioria das coletas com o uso de redes entomológicas.

Após a coleta ou recebimento do material doado é realizado um primeiro registro com dados do espécime, tais como local onde foi coletado, coordenadas, o nome do coletor e a data de coleta. Essas informações são de suma importância para o registro correto do material no museu. Os organismos que não possuem esses dados são direcionados à coleção didática do MHNCE.

De posse do material preparado para as caixas entomológicas é realizado o tombamento em planilha on-line com todos os dados em relação e coleta dos espécimes, assim como as informações taxonômicas. Para os ninfalídeos, a identificação dos espécimes foi realizada por meio dos trabalhos de Brown (1992) Warren *et al.* (2024), sendo a identificação realizada ou confirmada por taxonomista.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a esses organismos, o museu possui em seu acervo cerca de 103 espécimes de ninfalídeos, sendo observadas oito subfamílias, 31 gêneros e 37 espécies, oriundos de nove municípios diferentes, em sua maioria pertencentes ao Maciço de Baturité, Ceará, dos quais 85 (82,5%) estão identificados, podendo ser observados na tabela 1. Destes, a maior riqueza de espécies pertence à subfamília Satyrinae, possuindo 13 espécies depositadas na coleção. Alguns exemplares podem ser observados na Figura 1.

Tabela 1 – Lista de Nymphalidae (Insecta, Lepidoptera) presentes na coleção do Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha

Espécies	Localidade (Brasil)
Biblidinae	
<i>Biblis hyperia</i> Cramer, 1779	Mulungu, CE; Aratuba, CE

<i>Calicore sorrana</i> Godart, 1824	Mulungu, CE
<i>Dynamine</i> sp. Hübner, 1819	Mulungu, CE
<i>Eunica</i> sp. Hübner, 1819	Mulungu, CE; Caridade, CE
<i>Hamadryas amphinome</i> Linnaeus, 1767	Mulungu, CE
<i>Hamadryas epinome</i> Felder & Felder, 1867	Mulungu, CE; Aratuba, CE
<i>Hamadryas februa</i> Hübner, 1823	Mulungu, CE; Caridade, CE; Guaramiranga, CE
<i>Mestra hersilia</i> Fabricius, 1777	Mulungu, CE
Charaxinae	
<i>Fountainea ryphea</i> Cramer, 1775	Mulungu, CE
Cyrestinae	
<i>Marpesia petreus</i> Cramer, 1776	Russas, CE
Danainae	
<i>Danaus erippus</i> Cramer, 1775	Mulungu, CE
<i>Danaus gilippus</i> Cramer, 1775	Mulungu, CE; Aratuba, CE
<i>Lycorea halia</i> Hübner, 1816	Mulungu, CE
Heliconinae	
<i>Actinote</i> sp. Hübner, 1819	Mulungu, CE
<i>Agranlis vanillae</i> Linnaeus, 1758	Mulungu, CE
<i>Dryas iulia</i> Fabricius, 1775	Mulungu, CE; Aratuba, CE
<i>Euptoieta begesia</i> Cramer, 1779	Aratuba, CE
<i>Heliconius erato</i> Linnaeus, 1758	Aratuba, CE
Ithomiinae	
<i>Dircenna dero</i> Hübner, 1823	Mulungu, CE
Nymphalinae	
<i>Anartia amathea</i> Linnaeus, 1758	Mulungu, CE
<i>Anartia jatrophae</i> Linnaeus, 1763	Mulungu, CE
<i>Siproeta stelenes</i> Linnaeus, 1758	Guaramiranga, CE
<i>Smyrna blomfieldia</i> Fabricius, 1781	Mulungu, CE
<i>Tegosa</i> sp. Higgins, 1981	Mulungu, CE
Satyrinae	
<i>Brassolis sophorae</i> Linnaeus, 1758	Mulungu, CE

<i>Caligo teucer</i> Linnaeus, 1758	Mulungu, CE; Aratuba, CE; Timon, MA
<i>Dynastor darius</i> Fabricius, 1775	Mulungu, CE
<i>Eryphanis automedon</i> Cramer, 1775	Mulungu, CE; Pacoti, CE
<i>Hermeuptychia</i> sp. Forster, 1964	Mulungu, CE; Pacoti, CE;
<i>Morpho belenor</i> Cramer, 1776	Graça, CE
<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> Fabricius, 1776	Guaramiranga, CE; Aratuba, CE
<i>Paryphthimoides poltys</i> Prittwitz, 1865	Mulungu, CE
<i>Pharneuptychia</i> sp. Forster, 1964	Mulungu, CE; Aratuba, CE
<i>Taygetis kerea</i> Butler, 1869	Mulungu, CE; Pacoti, CE
<i>Taygetis laches</i> Fabricius, 1793	Mulungu, CE; Aratuba, CE; Pacoti, CE
<i>Taygetis rufomaginata</i> Staudinger, 1888	Guaramiranga, CE
<i>Yphthimoides renata</i> Stoll, 1780	Aratuba, CE

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 1 – Alguns exemplares de ninfalídeos de presentes na coleção do Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias da Rocha. 1 - *Agraulis vanillae*. 2 - *Biblis hyperia*. 3 - *Caligo teucer*. 4 - *Fountainea ryphea*. 5 - *Hamadryas epinome*. 6 - *Morpho belenor*.



Fonte: elaborada pelo autor.

Apesar da notável variedade de espécies e da grande notoriedade que estes animais possuem pelas suas cores chamativas, estudos sobre a ordem Lepidoptera ainda são escassos para o estado, a exemplo de referências como o Inventário da Fauna de Invertebrados do Ceará, que consta apenas duas ordens da classe Insecta, Hymenoptera (abelhas, formigas e vespas) e Blattaria (cupins), sendo, portanto, pouco representativo.

Ainda, as 37 espécies presentes na coleção científica do MHNCE representam pouco da diversidade do país que, de acordo com o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil, possui um total de 835 espécies de Nymphalidae, sendo que a família se distribui geograficamente em todas cinco regiões do país.

Considerando também a ampla distribuição mundial da ordem lepidoptera, principalmente em regiões neotropicais, como no Brasil, muitas espécies já foram identificadas taxonomicamente. Entretanto, apesar da vasta diversidade de espécies presentes no grupo, ainda há muito para ser explorado e identificado. Visto isso, as coleções entomológicas além de preservar e salvaguardar essa diversidade, oferecem suporte para muitos pesquisadores. (Silva; Gazal; Berber, 2024).

Coleções entomológicas podem preservar exemplares por um longo período de tempo, constituindo um banco de dados essencial para o estudo e desenvolvimento científico nas diversas áreas da entomologia, devendo estas serem vistas como patrimônio memorial da diversidade biológica nacional (Camargo *et al.*, 2015; Loureiro *et al.*, 2007). Ademais, as coleções entomológicas servem como um registro histórico da diversidade animal, também como instrumento em aulas práticas, como depósito de espécies vouchers e no auxílio para correta comparação e identificação de espécimes coletados (Camargo *et al.*, 2015).

Além disso, em relação à importância ecológica, os organismos da Ordem Lepidoptera possuem uma relevância notável nos ecossistemas devido às suas interações com a vegetação e outros animais, os organismos adultos, em sua maioria, vão auxiliar no processo de polinização de angiospermas (Rafael *et al.*, 2024). Como um exemplo para essa relação, muitas plantas vão possuir uma correlação entre os longos tubos da corola de suas flores com o comprimento da probóscide de alguns lepidópteros (Rafael *et al.*, 2024).

Outras características desses organismos mostram sua importância como na construção de ninhos, como ocorre com Bombycoidea em que seu casulo é utilizado na produção de seda, e também atuando como agentes de controle biológico para com outros insetos (Rafael *et al.*, 2024).

Sobre a importância ecológica da família Nymphalidae, são borboletas com uma diversificação nos hábitos e na sua morfologia, possuindo subfamília que são normalmente utilizadas como indicadores biológicos, também como indicadores de mata densa e como indicador de perturbação alta, natural ou antrópica (Araújo; Peres, 2006).

4 CONCLUSÃO

Os museus de história natural possuem o imprescindível papel de organizar, preservar, e expor o patrimônio material e imaterial científico, tornando-os disponíveis à sociedade, sendo, assim, considerados instituições de relevância para os diferentes âmbitos socioculturais.

Apesar de pequena, devido a recente existência do Museu de História Natural do Ceará Professor Dias da Rocha, a lista de Nymphalidae (Lepidoptera) presente neste trabalho representa um importante passo para o estudo das espécies de borboletas do Ceará e sua conservação. A partir dessa listagem e com o crescente depósito de lepidópteros na coleção entomológica do MHNCE-UECE, esse acervo pode contribuir para o conhecimento da diversidade de Lepidoptera existente, distribuição geográfica das espécies e possíveis novos registros. Além disso, os espécimes que chegam ao acervo, mas que não possuem os dados de coleta são direcionados à coleção didática do MHNCE-UECE, contribuindo para a divulgação científica e educação ambiental.

Embora a ordem Lepidoptera seja uma das mais diversas e de ampla distribuição, estudos sobre esse grupo ainda são escassos no Ceará. Sendo assim, a manutenção de acervos de Lepidoptera se torna indispensável para a obtenção e preservação de dados desses insetos, alocando informações que podem ser úteis para futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. B. *et al.* Coleção entomológica (lepidoptera) da Universidade Católica do Salvador das espécies coletadas no Grande Moinho Aratu (Bahia-Brasil). **SEMOC-Semana de Mobilização Científica - Coleção entomológica (lepidoptera) da Universidade Católica do Salvador das espécies coletadas no Grande Moinho Aratu**, Bahia, 2006. Disponível em: [https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:44HB-msfgA0J:scholar.google.com/+Cole%C3%A7%C3%A3o+entomol%C3%B3gica+\(lepidoptera\)+da+Universidade+Cat%C3%B3lica+do+Salvador+das+esp%C3%A9cies+coletadas+no+Grande+Moinho+Aratu+\(Bahia-Brasil\).+&hl=pt-BR&as_sdt=0,5](https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:44HB-msfgA0J:scholar.google.com/+Cole%C3%A7%C3%A3o+entomol%C3%B3gica+(lepidoptera)+da+Universidade+Cat%C3%B3lica+do+Salvador+das+esp%C3%A9cies+coletadas+no+Grande+Moinho+Aratu+(Bahia-Brasil).+&hl=pt-BR&as_sdt=0,5). Acesso em: 15 ago. 2024.

BROWN, K. S. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. *In*: L.P.C. Morellato (ed.). **História Natural da Serra do Japi. Ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil**. Campinas: UNICAMP/FAPESP, p.142–187, 1992.

CAMARGO, A. J. A. de; *et al.* **Coleções Entomológicas: legislação brasileira, coleta, curadoria e taxonomia para as principais ordens**. 1 ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1013586/colecoes-entomologicas-legislacao-brasileira-coleta-curadoria-e-taxonomias-para-as-principais-ordens>. Acesso em: 23 jun. 2024.

CAMARGO, A. J. A. de. **A importância de uma coleção entomológica para o país e para o agronegócio em particular**. 2005. Disponível em: <https://www.paginarural.com.br/artigo/1165/a-importancia-de-u-ma-colecao-entomologica-para-o-pais-e-pa>. Acesso em: 23 jun. 2024.

CARTAXANA, A. *et al.* O papel das coleções de história natural no estudo e conservação de invertebrados. **Ecologi@.**, v. 7, p. 15-21, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Cartaxana-Alexandra/publication/301481746_O_papel_das_colecoes_de_historia_natural_no_estudo_e_co

[nervacao_de_invertebrados/links/57162ba708aef165cc2b4c2f/O-papel-das-colecoes-de-historia-natural-no-estudo-e-conservacao-de-invertebrados.pdf](#). Acesso em: 24 jun. 2024.

CASAGRANDE M. M.; DIAS F. M. S.; PIOVESAN M., 2023. Nymphalidae in **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadoBrasil/148720>. Acesso em: 06 Ago. 2023.

Invertebrados. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/invertebrados>. Acesso em: 06 Ago. 2023.

GASTON, K. J. The magnitude of global insect species richness. **Conservation Biology**, v. 5, n. 3, p. 283–296, 1991. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1523-1739.1991.tb00140.x>. Acesso em: 24 jun. 2024.

LIMA JUNIOR, I. de S.; SOUZA, M. B. C. S. de. Educação ambiental em museus de História Natural como instrumento de divulgação científica: o caso do fóssil de preguiça gigante no Museu do Sertão em Petrolina-PE. **RIEdSA Revista Interdisciplinar em Educação, Saúde e Ambiente**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 21–32, 2024. Disponível em: <https://periodicos.upe.br/index.php/riedsa/article/view/712>. Acesso em: 24 jun. 2024.

LOUREIRO, J. M. M.; SOUZA, D. M. V.; SAMPAIO, A. C. O. Museus de História Natural e a Construção da Nação. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação. Anais do VIII Enancib - Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, **Anais...** Salvador-BA, 2007. Disponível em: <http://enancib.ibict.br/index.php/enancib/viiienancib/schedConf/presentations>. Acesso em: 23 jun. 2024.

MARANDINO, M. Educação em museus de história natural: possibilidades e desafios de um programa de pesquisa. **Enseñanza de las ciencias/Enseñanza de las ciencias**, Porto Alegre, n. extra, p. 1-4, 2005. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp48edumus.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024.

MARINONI, L. *et al.* Coleções entomológicas brasileiras: estado-da-arte e perspectivas para dez anos. In: Anais do Workshop: Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informação sobre Biodiversidade, **Anais...** Brasília: CRIA, 2005. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/10448>. Acesso em: 23 jun. 2024.

MARINONI, L.; PEIXOTO, A. L. As coleções biológicas como fonte dinâmica e permanente de conhecimento sobre a biodiversidade. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 54-57, 2010. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000300021. Acesso em: 23 jun. 2024.

MARTINEZ, N. M.; ROCHA-LIMA, A. B. C. A importância dos insetos e as suas principais ordens. **Unisanta BioScience**, v. 9, n. 1, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/view/2216>. Acesso em: 06 mai 2023.

RAFAEL, J. A. *et al.* **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2 ed. Editora INPA, 2024. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/40223>. Acesso em: 15 ago. 2024.

RANGEL, M. Os museus de história natural como espaço de construção do saber. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 17, n. 3, p. 845-848, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/SqWWMZTWFBfthLKjcx97DGN/>. Acesso em: 23 jun. 2024.

RODRÍGUEZ, I. B.; TORALES-CAMPOS, M. A. A expografia do meio ambiente no museu de história natural: epistemologia, história e educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 21, n. 69, 2021. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1981-416X2021000200670&script=sci_arttext. Acesso em: 24 jun. 2024.

SILVA, M. E.; GAZAL, V.; BERBER, G. C. M. Famílias de Lepidoptera (Insecta) depositadas na Coleção Entomológica do Centro Integrado de Manejo de Pragas da UFRRJ. **Scientific Electronic Archives**, v. 17, n. 2, 2024. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/download/1865/1910>. Acesso em 24 jun. 2024.

WARREN, A. D. *et al.* **Illustrated Lists of American Butterflies**. 2024. Disponível em: <https://www.butterfliesofamerica.com/L/Neotropical.htm>. Acesso em: 06 ago. 2023.

CAPÍTULO 6

MONITORAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE PRAGAS E INIMIGOS NATURAIS NA CULTURA DO MARACUJAZEIRO AZEDO

MONITORING AND IDENTIFICATION OF PESTS AND NATURAL ENEMIES IN THE SOUR PASSION FRUIT CROP

Lume Farjado Giovannini   

Graduado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras - PB, Brasil

Nivânia Pereira da Costa Menezes   

Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Docente do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA), Departamento de Agricultura, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras-PB, Brasil

Leonardo Tals Lima de Araújo   

Mestre em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Técnico Administrativo do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA), Departamento de Agricultura, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras-PB, Brasil

Maria José Araújo Wanderley   

Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Docente do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA), Departamento de Agricultura, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras-PB, Brasil

Rodrigo Rehem de Melo   

Graduado em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Bananeiras - PB, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.765 

Resumo: O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims) é atacado por diversas espécies de pragas durante todo o ciclo da planta, causando danos e perdas consideráveis. A pesquisa teve como objetivo realizar o monitoramento e a identificação de pragas e inimigos naturais na cultura do maracujazeiro azedo, visando a implementação do manejo integrado. Foi implantado o sistema de espaldeira vertical para sustentação das plantas no campo e paralelamente foi realizada a produção das mudas que foram ao campo com aproximadamente 25-30 cm de comprimento. Todos os tratamentos culturais necessários ao bom desenvolvimento da cultura foram realizados, a saber, capinas, adubação, irrigação, cobertura morta, tutoramento das plantas e podas. O monitoramento de pragas iniciou ainda na etapa da produção de mudas e prosseguiu por 10 meses, com inspeções frequentes. Pôde-se concluir que o monitoramento indicou a necessidade de controlar as pragas do maracujazeiro desde a fase de formação das mudas até a floração, principalmente na ausência de inimigos naturais, sob pena de acarretarem perdas significativas na produção das plantas; estudos futuros devem incluir o monitoramento das plantas na época de frutificação, aonde também ocorre o ataque de pragas.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*. Insecta. Manejo.

Abstract: The sour passionfruit (*Passiflora edulis* Sims) is attacked by several species of pests during all the plant's cycle, causing considerable damage and losses. The objective of this work was to monitor and identify pests and natural enemies in the sour passionfruit crop, aiming to implement the integrated management. The vertical espalier system was implemented to support the plants in the field and, in parallel, the seedlings were produced, and were transplanted with approximately 25-30 cm in length. All cultural treatments necessary for the good development of the culture were provided, as hoeing, fertilization, irrigation, mulching, staking and pruning. Pest monitoring started during the seedling production stage and continued for 10 months, with frequent inspections. It can be concluded that the monitoring indicated the need to control passion fruit pests from the planting of seedlings up to the flowering, especially in the absence of natural enemies, in order to avoid significant losses in plant production; future studies should include monitoring plants during the fruiting season, when pest attacks also occur.

Keywords: *Passiflora edulis*. Insecta. Management.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o maior produtor mundial de maracujá é o Brasil, tendo produzido em 2022, 697.859 toneladas, com uma produtividade média de 15,3t por hectares (IBGE, 2023). As principais regiões produtoras são Nordeste (69,8%) e Sudeste (11,5%) e os estados mais produtores são Bahia, Ceará, Santa Catarina, Pernambuco e Rio Grande do Norte (IBGE, 2023). O estado da Paraíba apresentou uma produção de 10.357t em 2022, ficando em sexto lugar na produção na região Nordeste, com produtividade de 9,66t/ha (IBGE, 2023). Dentre os municípios mais produtivos destacam-se Cuité, Nova Floresta e Remígio, mas também é produzido nos municípios de Araruna, Picuí e alguns municípios do semiárido, da zona da mata e do litoral.

O maracujazeiro é uma planta tropical, originária do continente americano, tendo no Brasil uma condição climática altamente favorável ao desenvolvimento da cultura. É uma planta

Dicotiledônea da família *Passifloraceae* onde destaca-se o gênero *Passiflora* L. com 3 espécies importantes economicamente: o maracujá doce (*P. alata*) que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado devido à baixa acidez; o maracujá azedo (*P. edulis* f. *flavicarpa*), ocupando mais de 90% da área cultivada no mundo, podendo ser cultivado em áreas tropicais e subtropicais e *P. edulis* Sims (maracujá roxo). É uma planta trepadeira, que necessita de um suporte para vegetar, de crescimento vigoroso contínuo, que entra em floração com 4-5 meses de vida e produz de 6 a 9 meses após o plantio; a flor do maracujazeiro tem os dois sexos, porém os estigmas localizam-se acima das anteras, dificultando a polinização; o sistema radicular é superficial, caule trepador, folhas recortadas, verdes e com gavinhas que serve de sustentação para a planta. Tem gemas florífera e gema vegetativa (origina rama) na axila da folha. O fruto tem polpa comestível, succulenta, levemente ácida e perfumada (Gomes, 2012).

Os solos mais adequados para o desenvolvimento do maracujazeiro são os arenosos ou levemente argilosos, profundos e bem drenados, pois, o encharcamento favorece a ocorrência de doenças do sistema radicular. O pH ideal está entre 5,0 a 6,0 (Lima *et al.*, 2006). Contudo, devido a riqueza de espécies, as *Passifloras* podem ser hospedeiras de uma grande diversidade de artrópodes, provocando prejuízos expressivos e até mesmo causar a morte das plantas. Dentre as pragas danosas a cultura do maracujazeiro, pode-se destacar:

Dione juno Juno (Cramer): o adulto é uma borboleta amarelada com margens das asas pretas; coloca ovos agrupadamente na face inferior da folha. A lagarta é escura, com 30 a 35mm de comprimento e o corpo coberto de espinhos. Vive de forma gregária (em grupos), alimentando-se ativamente das folhas, reduzindo a área fotossintética.

Agraulis vanillae vanillae (L.): o adulto é uma borboleta de cor alaranjada com manchas pretas nas asas; o adulto põe ovos isoladamente na face inferior das folhas e no caule e quando os ovos eclodem as lagartas se alimentam das folhas. As lagartas podem chegar a 30mm, tem cor amarelada com corpo coberto por espinhos. Ferreira *et al.* (2020) consideram a hipótese da capacidade das fêmeas de *A. vanillae vanillae* de escolher plantas para oviposição que possibilitam uma melhor performance das lagartas, com isso, a preferência das fêmeas pode estar relacionada ao tipo de alimento, área foliar, tamanho dos ramos e região da planta para oviposição.

Moscas-das-frutas: *Anastrepha* spp., *Ceratitis capitata* (Wiedemann), são insetos da Ordem Diptera. Os adultos são de coloração predominante amarela, com um longo ovipositor. Estes fazem a postura nos frutos. As larvas alimentam-se do interior do fruto, podendo destruí-lo completamente. No final do ciclo, abandonam o fruto para se transformarem em pupários no solo e, posteriormente, em adultos que, ao emergirem, iniciam novamente o ciclo (Machado *et al.*, 2017).

Abelha Irapuá (*Trigona spinipes* Fabricius): Essas abelhas roem a base da flor formando um orifício por onde retiram o néctar e causam podridão dos tecidos. Devido ao pequeno tamanho do corpo, o movimento para obter o néctar é pouco eficiente para coleta e transferência de grão de pólen, à semelhança do que fazem os mamangavas. As abelhas irapuá são consideradas pragas do maracujazeiro por promoverem a queda das flores e reduzem o número de grãos de pólen nas anteras (Boiça Júnior *et al.*, 2004).

Percevejos: *Diactor bilineatus* (Fabricius), *Holumenia clavigera* (Herb.), *Leptoglossus gonagra* (Fabricius), insetos pertencentes à Ordem Hemiptera, que por meio do aparelho bucal sugam a seiva da planta provocando a queda de botões florais e de frutos jovens, causando ainda o murchamento dos frutos desenvolvidos. Numa pesquisa sobre flutuação populacional de percevejos na cultura do maracujazeiro, Ribeiro *et al.* (2019) observaram que os percevejos se encontravam assim distribuídos, 64% sobre os frutos, 18,5% sobre as folhas, 7,3% sobre os botões florais, 5,8% sobre as flores e 4,4 % sobre os ramos.

Mosca-do-botão floral (*Dasiops inedulis* Steyskal) - Diptera: Lonchaeidae: As larvas atacam, sobretudo, os botões florais, uma vez que a postura da fêmea adulta da mosca é realizada na base do botão floral, que geralmente fica com uma mancha marrom, fazendo com que o botão possa adquirir aspecto enrugado e perda do brilho das sépalas (Galindo *et al.*, 2014). As larvas ficam alojadas no interior do botão consumindo as anteras e o ovário, promovendo sua queda e, conseqüentemente, perda de produção quando em alta infestação (Lemos *et al.*, 2015). Os adultos da mosca-do-botão-floral medem de 4 a 9mm de comprimento, possuem coloração preta brilhante com reflexos metálicos de tons azulados ou esverdeados, asas transparentes e sem manchas (Boiça Júnior, 1998).

Para reduzir a incidência e a severidade das pragas, diversas práticas precisam ser utilizadas, a exemplo do uso de variedades resistentes, controle cultural, físico e químico, poda de limpeza, erradicação de hospedeiros alternativos, eliminação das partes vegetais afetadas e restos culturais, adubação equilibrada etc. Entretanto, precede as práticas, o levantamento e a incidência dos agentes causadores de danos ao maracujazeiro (Machado *et al.*, 2017). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo realizar o monitoramento e a identificação de pragas e inimigos naturais na cultura do maracujazeiro azedo *Passiflora edulis*, visando a implementação do manejo integrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em plantas de maracujazeiro azedo, cuja cultura foi implantada no Campus III da Universidade Federal da Paraíba em setembro de 2022. A área do experimento localiza-se na Mesorregião do Agreste da Paraíba, porção oriental do Estado, situada na Latitude:

-6.75105, Longitude: -35.6334 6° 45'4" Sul, 35° 38' 0" Oeste. O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo As-Tropical chuvoso, com verão seco (Medeiros, 2018).

A área onde o experimento se localizava tinha uma predominância de cobertura do solo com capim *Brachiaria decumbens*, que tem o hábito de crescimento rasteiro, através das brotações por estolões, que tendem a cobrir rapidamente os espaços de solos descobertos e expostos ao sol, conseqüentemente cobrindo os espaços de plantio no experimento. Devido a isto, se fez necessário o uso da mecanização agrícola para o roço das entre linhas, facilitando o manejo, e também a capina com enxada nas linhas de plantio, proporcionando espaço para o melhor desenvolvimento da cultura e para a abertura das covas nas dimensões de 30x30x30cm utilizando cavador.

Foi coletado solo da unidade experimental na camada de 0,0 a 0,2m para realização da análise de solo. A adubação orgânica foi realizada em fundação, com um adubo composto por uma parte de esterco caprino curtido, meia parte de terra vegetal, meia parte de torta de mamona e uma parte de terra, sendo aplicado em cada cova, aproximadamente 6,5L. Posteriormente, foi realizada a adubação em cobertura de acordo com o resultado da análise de solo.

As mudas foram preparadas em sacos plásticos preto com capacidade para 1,0kg. Estes receberam o substrato composto de terra vegetal e esterco bovino curtido na proporção de 1:1. As sementes de maracujá azedo foram semeadas a 1cm de profundidade, colocando-se 3 sementes por sacola, para posterior desbaste, e as regas realizadas diariamente. As mudas permaneceram no viveiro de mudas a pleno sol até alcançar 25-30cm de comprimento, ocasião em que foram transplantadas para o campo.

Paralelamente à confecção das mudas, foi instalado o sistema de sustentação das plantas no campo, por meio de espaldeiras verticais com 5 linhas de 40m de comprimento e afastadas 5m entre si, contendo 12 plantas por linhas, com espaçamento entre as plantas de 3,0m, totalizando 60 plantas na área experimental. A estrutura da espaldeira foi confeccionada com mourões nas extremidades (estacas de diâmetros maiores), estacas mais finas entre os mourões e arame galvanizado nº12 passado no topo da estaca a uma altura de 1,80m acima do nível do solo. Após a confecção da espaldeira, foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento. Foi adotado o sistema de produção orgânica, cujas plantas receberam todos os tratamentos culturais recomendados para a cultura, como roçagem, podas de condução e limpeza, capina, adubação orgânica, irrigação, etc. para o melhor desenvolvimento e produção das plantas.

Para a coleta de dados referentes aos insetos-pragas e inimigos naturais na cultura, utilizou a tática de amostragem ativa, que consistiu em ir ao campo quinzenalmente, observar todas as plantas *in locu* e anotar em caderneta de campo todos os sinais e sintomas observados nas plantas. Nestas ocasiões foram coletadas folhas e insetos adultos, manualmente e com auxílio de rede

entomológica, colocando-os em sacolas e potes. Os insetos capturados eram transportados ao laboratório de Entomologia, separados, computados e, após essa triagem, conservados em álcool 70% para posterior identificação por meio de chaves entomológicas das pragas-chaves da cultura e de seus inimigos naturais.

Também foi utilizado o método de captura de insetos-pragas através de iscas confeccionadas de garrafas pet transparentes de 2L, com três orifícios de 2cm de diâmetro na sua parte mediana, contendo 200mL de suco de fruta de maracujazeiro adoçado. Os insetos eram coletados semanalmente das armadilhas e levados ao laboratório para separação e identificação, ocasião em que o suco era renovado. As coletas ocorreram por um período de 10 meses e durante esse tempo foi computada a infestação das plantas e a presença/ausência de inimigos naturais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase de crescimento das mudas no viveiro já foi possível observar a incidência constante da lagarta *A. vanillae vanillae*, que segundo Junghans (2017), o aparecimento desse inseto é bem comum na fase inicial de formação das mudas até à fase de floração das plantas no campo. O autor alerta sobre o acompanhamento regular semanal ou quinzenal fazendo-se o controle mecânico por meio da catação e esmagamento das lagartas. O aparecimento desses insetos trouxe prejuízos às mudas, pois as lagartas possuem o hábito de comerem as folhas da planta, o que acarretou no corte da gema apical de várias mudas. De um total de 120 mudas confeccionadas, apenas 90 estavam aptas a serem plantadas no campo, pois estavam com a brotação principal intacta. Durante a fase de formação das mudas, que durou cerca de 60 dias, foram encontradas aproximadamente 30 lagartas. Nesta ocasião foi realizada uma aplicação de calda natural com Fetoneen (a 5%), produto originado da árvore neem (*Azadirachta indica*). Esta prática foi muito importante para controle das lagartas, sendo possível separar 60 mudas de qualidade para serem levadas ao campo.

Após o plantio das mudas no campo, no mês de novembro de 2022, o principal trabalho realizado foi à condução vegetativa das plantas por meio do tutoramento, amarrão, podas de condução, retirada de ramos ladrões e o acompanhamento da presença de insetos-pragas e predadores naturais com inspeções quinzenais. Além desses, seguiam-se as ações complementares de manejo como a roçagem com uso de trator e o coroamento das plantas, feito manualmente com enxada. O material vegetal oriundo da roçagem e coroamento foi deixado na entrelinha para cobertura do solo e manutenção da umidade.

No início do desenvolvimento das plantas no campo, o inseto-praga que foi mais encontrado e que permaneceu nas plantas durante os 10 meses de execução do experimento foi a

lagarta *A. vanillae vanillae*, já relatada na fase de produção das mudas. Sua permanência nas plantas foi observada desde o plantio das mudas no campo até a fase inicial da floração, entre abril e maio de 2023, entretanto, o período de maior incidência foram os meses de janeiro a abril. Durante esse período, observou-se constantemente o aparecimento de lagartas desta espécie, sendo em média três lagartas a cada três-quatro plantas, o que não gerou impactos significativos aos maracujazeiros, visto que as plantas já estavam estabelecidas no campo. Ferreira *et al.* (2020), relatam que a cultivar de maracujazeiro BRS Rósea Púrpura apresentou suscetibilidade em relação ao ataque de *A. vanillae vanillae*, sendo que um maior consumo foi verificado nas folhas localizadas nas regiões apicais e mediana dos ramos. Para esses autores, na região apical estão localizadas as folhas menores, mais novas e moles, podendo ser mais nutritivas, o que facilitaria a alimentação das lagartas principalmente nos primeiros instares, provocando um maior consumo da área foliar. Essas observações estão em consonância com as observadas na presente pesquisa quando observa-se o aparecimento da referida praga na fase de muda causando muitos prejuízos.

No mês de fevereiro de 2023 deu-se início a poda para quebrar a dominância apical da planta e estimular o crescimento de ramos secundários, visto que os ramos principais estavam alcançando o arame da espaldeira. Com o crescimento mais abundante da parte aérea das plantas, também ocorreu o aparecimento em grande quantidade da lagarta *D. juno juno* ou lagarta preta do maracujazeiro. *D. juno juno* se diferencia das lagartas da *A. vanillae vanillae*, porque estas últimas ocorrem isoladas, tendo em vista que o inseto adulto deposita um ovo em cada postura. Em contrapartida, o adulto de *D. juno juno* apresenta a característica de ovipositar muitos ovos em cada postura (entre 50 a 70), e conseqüentemente, a quantidade de lagartas e a severidade do desfolhamento das plantas é bem maior quando comparada a *A. vanillae vanillae*.

Em inspeções quinzenais das plantas, observou alta incidência de *D. juno juno*, onde foram computadas uma média de 20 plantas infestadas no campo. No mês de maio observou-se que das 60 plantas da área experimental, três plantas adultas foram completamente desfolhadas pela voracidade do ataque da lagarta preta do maracujazeiro. O aparecimento da *D. juno juno* trouxe maior impacto para as plantas devido aos danos visíveis causados a estas. A permanência das lagartas pretas foi mais concentrada nos períodos de maio e junho, sendo capazes de retardar o crescimento de muitas plantas, pois as lagartas cortavam folhas e brotações impedindo o crescimento dos ramos produtivos da planta. Neste caso, foi realizada a catação manual (considerada eficiente no caso deste inseto) por meio da inspeção das plantas, retirando ovos e lagartas. Contudo, algumas plantas seguiram o desenvolvimento e iniciaram a formação dos ramos terciários que são responsáveis por formar a cortina e produzir os frutos da planta.

No início da fase de floração das plantas, nos meses de maio e junho de 2023, foi possível observar queda de botões florais ainda muito jovens e com isso não havia formação dos frutos de maracujá. Nesta ocasião, foi coletado nas armadilhas de garrafas pet, o inseto adulto da mosca-do-botão-floral, cuja larva se desenvolve dentro dos botões imaturos e se alimentam das partes florais provocando a queda dos mesmos. Nas armadilhas foram coletados, em duas amostragens feitas no mês de junho, 10 insetos adultos da mosca-do-botão-floral. Nas duas ocasiões, também foram coletados oito botões florais que foram levados ao laboratório de Entomologia para verificação, sendo coletadas cerca de 14 larvas no interior de todos os botões. Lorenzi *et al.* (2020) sugerem o uso de armadilhas adesivas de cor amarela para captura com maior eficiência da mosca-do-botão-floral, entretanto, a armadilha de garrafa pet coletou vários exemplares desse inseto-praga.

Ainda foi possível constatar nas referidas armadilhas de garrafa Pet, nas três últimas coletas realizadas entre os meses de maio e junho, a presença da abelha irapuá, considerada danosa ao maracujazeiro por roer a base da flor em busca de néctar, provocando sua queda e impedindo a frutificação da planta. Foram capturadas 23 abelhas nas três coletas. De acordo com a literatura especializada (Junghans, 2017; Gontijo, 2017; Boiça Junior *et al.*, 2004), tanto a abelha irapuá como a mosca-do-botão-floral são responsáveis pelo abortamento de flores no maracujazeiro, razão pela qual a ocorrência desses insetos foi verificada nos meses de maio e junho quando as plantas estavam iniciando o florescimento.

Nas coletas nas armadilhas citadas anteriormente, havia a presença de seis indivíduos de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha*. Esses insetos normalmente atacam na época da frutificação das plantas, entretanto, devido à diversidade de fruteiras existentes nas proximidades das plantas de maracujazeiro, é provável que esses insetos tenham sido atraídos pelas armadilhas, visto que as plantas de maracujazeiro ainda não estavam frutificando. Mesmo assim, optou-se por fazer o registro.

Não foi feito o registro de inimigos naturais das pragas do maracujazeiro pois não houve presença dos mesmos na ocasião em que foram realizadas as inspeções. Os inimigos naturais de pragas agrícolas são citados como ferramentas importantes de manejo agroecológico de pragas na fruticultura (Venzon *et al.*, 2016) e, provavelmente, teriam sido importantes no manejo dos insetos-pragas que causaram danos nas plantas de maracujazeiro deste experimento, como as lagartas, moscas-do-botão-floral e abelhas irapuá.

4 CONCLUSÃO

O monitoramento indicou a necessidade de controlar as pragas do maracujazeiro desde a fase de formação das mudas até a floração, principalmente na ausência de inimigos naturais, sob pena de acarretarem perdas significativas na produção da planta.

Estudos futuros devem incluir o monitoramento das plantas na época de frutificação, onde também ocorre o ataque de pragas.

Agradecimentos e Financiamento

Nossos agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Iniciação científica.

REFERÊNCIAS

BOIÇA JÚNIOR, A. L. Pragas do maracujá. *In*: RUGGIERO, C. (Ed.). **Maracujá: do plantio à colheita**. Jaboticabal: Unesp, 1998.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SANTOS, T. M.; PASSILONGO, J. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em Espécies de Maracujazeiro: Flutuação Populacional, Horário de Visitação e Danos às Flores. **Neotropical Entomology**, v. 33, n.2, p.135-139, 2004.

FERREIRA, T. E.; FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA, J. S. Reação de cultivares de maracujazeiro ornamental (*Passiflora* L.) a infestação da praga *Agraulis vanillae vanillae* (Linnaeus, 1758). **Magistra**, v. 31, p.554 -558, 2020.

GALINDO, M.Y. S. *et al.* Caracterización de moscas del género *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) em *Passiflora* spp. (*Passifloraceae*) cultivadas en Colombia. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 67, n. 1, p. 7151-7162, 2014.

DOI:<https://doi.org/10.15446/rfnam.v67n1.42605>

GOMES, Pimentel. **Fruticultura Brasileira**. 13.ed. São Paulo: Nobel, 2012.

GONTIJO, G. M. **Cultivo do maracujá: informações básicas**. Brasília, DF, 2017

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRARIA E ESTATÍSTICA. **Produção Brasileira de Maracujá em 2023**. Brasília-DF. Disponível em:

http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/maracuja/b1_maracuj_a.pdf. Acesso em: 04, abr. 2024.

JUNGHANS, T. G. JESUS, O. N. **Maracujá: do cultivo à comercialização**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

- LEMOS, L. N *et al.* New findings on Lonchaeidae (Diptera: Tephritoidea) in Brazilian Amazon. **Florida Entomologist**, v. 98, n.4, p.1227-1237, 2015. DOI: <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2022.62.057>
- LIMA, A. A. *et al.* **Coleção Plantar: Maracujá. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical** – 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.
- LORENZI, E. F. P. *et al.* Estudo da flutuação populacional da mosca-do-botão-floral no maracujazeiro-azedo por meio de armadilhas adesivas amarelas. **Agropecuária Catarinense**, v.33, n.2, p.29-31, 2020. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v33i2.499>
- MACHADO, C. F.; FALEIRO, F. G.; SANTOS FILHO, H. P.; FANCELLI, M.; CARVALHO, R. S.; RITZINGER, C. H. S. P.; ARAÚJO, F. P.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N.; NOVAES, Q. S. **Guia de identificação e controle de pragas na cultura do maracujazeiro**. Embrapa, Brasília, DF 2017.
- MEDEIROS, B. M. **Atualização da classificação do mapa de solos da Paraíba**. 2018. 29 f. Monografia (Graduação em Economia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2018.
- RIBEIRO, N. A. *et al.* Stink bug population fluctuation and control in sour passion fruit orchards in southern brazil. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 1111–1116, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n428rc>
- VENZON, M. *et al.* Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. **Informe Agropecuário**, v. 37, n. 293, p. 94-103, 2016.

CAPÍTULO 7

TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM PARA INSETOS NO PANTANAL DE CÁCERES, MATO GROSSO

SAMPLING TECHNIQUES FOR INSECTS IN THE PANTANAL OF CÁCERES, MATO GROSSO

Kawan Ubirajara Barros Bernardino   

Estudante de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres-MT, Brasil

Milaine Fernandes dos Santos   

Doutora em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).
Docente no Departamento de Ciências Biológicas na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres-MT, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.766 

Resumo: Devido à abundância e importância ecológica dos insetos, diversas técnicas de coleta foram desenvolvidas. Este estudo teve por objetivo analisar técnicas de coleta utilizadas durante aula campo da disciplina de Morfologia e Sistemática de Ecdisozoa em área de Pantanal no município de Cáceres-MT. As armadilhas aromáticas foram instaladas em três parcelas (3x3m) a 1,5m do solo, com armadilhas de 500 ml e 2 litros em cada. A rede VSR foi posicionada a 2m do solo, com banana fermentada e melaço como atrativo. Após 24 horas, o material coletado foi levado ao laboratório para identificação. O guarda-chuva entomológico foi utilizado em arbustos agitados ao longo da trilha, enquanto o puçá foi empregado perto de arbustos floridos e áreas alagadas. Foram coletados 31 insetos: 26 Lepidoptera, 3 Odonata e 2 Orthoptera. O método passivo foi mais eficaz, com 23 espécimes, comparado aos 8 do método ativo, devido à menor experiência do coletor e tempo investido na coleta ativa. A rede VSR foi a mais eficaz, capturando 19 insetos, devido ao design que reduz fugas e é ideal para mariposas e borboletas. Das lepidópteras coletadas, foram identificadas 6 famílias, com Noctuidae sendo a mais abundante (17), refletindo sua grande diversidade e ampla distribuição, especialmente nas regiões tropicais. Deste modo, o estudo destacou que a variedade de técnicas de coleta é essencial para uma amostragem mais abrangente de insetos e juntamente a identificação e a triagem do material, ampliam o conhecimento sobre a biodiversidade, influenciando na pesquisa e formação de futuros biólogos e pesquisadores.

Palavras-chave: Biodiversidade. Armadilha. Invertebrados. Ensino.

Abstract: Due to the abundance and ecological importance of insects, various collection techniques have been developed. This study aimed to analyze collection methods used during a field class of the Morphology and Systematics of Ecdysozoa course in the Pantanal area of Cáceres-MT. Aromatic traps were set up in three plots (3x3m) 1.5m above the ground, with traps of 500 ml and 2 liters each. The VSR net was positioned 2m above the ground, with fermented banana and molasses as attractants. After 24 hours, the collected material was taken to the laboratory for identification. The entomological umbrella was used in bushes along the trail, while the net was employed near flowering bushes and flooded areas. A total of 31 insects were collected: 26 Lepidoptera, 3 Odonata, and 2 Orthoptera. The passive method was more effective, with 23 specimens, compared to the 8 from the active method, due to the collector's lesser experience and time invested in active collection. The VSR net proved to be the most effective, capturing 19 insects, thanks to its design that reduces escape and is ideal for moths and butterflies. Among the collected Lepidoptera, 6 families were identified, with Noctuidae being the most abundant (17), reflecting its great diversity and wide distribution, especially in tropical regions. The study highlighted that a variety of collection techniques is essential for a more comprehensive sampling of insects and that identification and sorting of the material expand knowledge about biodiversity, influencing research and the training of future biologists and researchers.

Keywords: Biodiversity. Trap. Invertebrates. Teaching.

1 INTRODUÇÃO

Os invertebrados, um dos grupos mais diversos dos seres vivos, compreendem aproximadamente 95% das espécies de animais existentes (Blankensteyn, 2010). São considerados a maioria dentro da diversidade biológica do planeta, ocupando uma ampla gama de nichos ecológicos em diversos ecossistemas, sendo encontrados em ambientes, como água salgada, água doce (rios e lagos), e na superfície terrestre (Osorio, 2013).

Esses invertebrados compreendem uma vasta gama de filos, sendo os artrópodes um dos grupos mais diversos e abundantes (Hickman *et al.*, 2022). No entendimento de Pechenik (2016), os representantes do filo Arthropoda são caracterizados por apresentarem apêndices corporais articulados, com o corpo segmentado em tagmas e uma cobertura corporal chamada exoesqueleto, composta por quitina, podendo apresentar uma gama incrível de formas e tamanhos, desempenhando papéis alternativos em ecossistemas variados, especialmente a classe Insecta, sendo considerada a mais numerosas dentro do reino animal (Fransozo, 2016).

Devido à sua abundância e papel fundamental no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes, os insetos desempenham um papel crucial na manutenção do equilíbrio ambiental (Buzzi, 2013). Uma grande parte do fluxo energético e da ciclagem de nutrientes em ecossistemas passa pelo corpo dos insetos, que atuam como consumidores primários, secundários e decompositores (Socarrás, 2013). Essa posição estratégica na teia alimentar permite que os artrópodes influenciam diretamente a distribuição e abundância de outras espécies, contribuindo para a estruturação e funcionamento dos ecossistemas (Buzzi, 2013).

Os insetos estabelecem uma miríade de interações ecológicas com outros organismos, incluindo relações de predação, competição, mutualismo e parasitismo (Ehrlich et al. 1980; Boer, 1981). Essas interações desempenham um papel fundamental na regulação das populações de outros organismos, na manutenção da diversidade e equilíbrio biológico (Souza et al, 2018).

Devido à sua sensibilidade a alterações ambientais e à sua rápida resposta a distúrbios, os insetos são amplamente utilizados como indicadores biológicos para avaliar a qualidade e integridade de ecossistemas (Spiller; Spiller; Garlet, 2018). O estudo da distribuição e abundância de espécies de insetos pode fornecer informações valiosas sobre as condições ambientais e as mudanças que ocorrem nos ecossistemas (Nogueira, 2023).

Em virtude à capacidade bioindicadora dos insetos, foram desenvolvidas diversas armadilhas e técnicas de coleta, abrangendo uma ampla gama de propósitos, como estudos morfológicos, investigações do ciclo de vida e análises das interações entre as espécies (Cruz; Oliveira; Freitas, 2009). Essas coletas são utilizadas na elaboração de coleções didáticas, na formação de acervos científicos e até mesmo como um passatempo (Cruz; Oliveira; Freitas, 2009). Essas armadilhas e técnicas são desenvolvidas como estratégias para coletar organismos de forma eficiente, levando em consideração sua biologia (Cruz; Oliveira; Freitas, 2009).

Isso ocorre porque os insetos possuem uma ampla gama de hábitos e características, incluindo hábitos diurnos ou noturnos, capacidade de voo, preferência por diferentes habitats, atividade sazonal e dieta variada, além de se apresentarem em meios aquáticos ou terrestres (Nogueira, 2023). Portanto, para um levantamento abrangente e eficaz em uma determinada região,

é necessário empregar uma diversidade de técnicas de coleta, garantindo uma amostragem representativa da biodiversidade presente (Nogueira, 2023).

A compreensão da biodiversidade e das interações nesse contexto desempenha um papel crucial na preservação juntamente a identificação taxonômica desses invertebrados sendo fundamental, não apenas para a realização de estudos na ecologia, mas também para fornecer informações sobre a saúde do ecossistema (Nogueira, 2023). O presente estudo teve por objetivo analisar técnicas de coleta utilizadas durante aula campo da disciplina de Morfologia e Sistemática de Ecdysozoa em área de Pantanal no município de Cáceres-MT. Vale ressaltar que a aula foi autorizada conforme recomendação para atividades com finalidade didática, SISBIO N° 84972-2.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A aula de campo da disciplina de Morfologia e Sistemática de Ecdysozoa 2024/1 ocorreu nos dias 02 e 03 de maio de 2024, na região de Cáceres, situada no sudoeste do Mato Grosso (coordenadas: 16°03'04" S, 57°41'06" W), na microrregião do Alto Pantanal, perímetro urbano da Eco Pousada Sinimbu, região não preservada, com alta transição de pessoas, localizada no bairro Cavalhada, às margens do rio Paraguai. Esta disciplina faz parte da grade curricular do curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

A área é caracterizada pela presença da vegetação típica da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (Silva, 2023), especificamente, a atividade concentrou-se na zona pantanosa de mata Ciliar, que acompanha o percurso da margem do rio Paraguai. O clima da região é classificado como tropical, com duas estações bem definidas de acordo com os padrões pluviométricos. A estação seca ocorre de abril a outubro, enquanto a estação úmida abrange os meses de novembro a março. As temperaturas médias mensais variam entre 20°C e 32°C ao longo do ano. A precipitação média anual atinge aproximadamente 1.158 mm (Nascimento, 2024).

Ao todo, foram empregados quatro tipos de armadilhas incluídas em metodologia ativa ou passiva. Para a metodologia ativa foram utilizados guarda-chuva e rede entomológico. Equanto para o metodologia passiva foram utilizadas armadilhas aromáticas confeccionadas com garrafas PET (Campos et al, 1989) e rede Van Someren-Rydon. A instalação das armadilhas aromáticas foram realizadas em três parcelas (3x3m ou 9m²), mantendo a distância de 10 metros entre si. As armadilhas foram depositadas em galhos da vegetação circundante, a uma altura de 1,5m solo. Cada parcela recebeu duas armadilhas (500 ml e 2 litros), com 5 ml de essência de baunilha como atrativo e álcool 70% no fundo para conservação dos espécimes capturados.

A Rede Van Someren-Rydon, própria para a captura de lepidópteros e outros insetos voadores, foi posicionada nas proximidades das parcelas, distribuída de forma aleatória e fixada em um galho de árvore a 2m do solo. Como atrativo, utilizou-se uma mistura de banana fermentada e melão por um período de 24 horas, visando atrair principalmente os insetos com o hábito alimentar frugívoro. A montagem das armadilhas foi realizada por volta das 8:00 horas da manhã, com a permanência das mesmas por um período de 24 horas.

Guarda-chuva entomológico foi utilizado para capturar insetos em vegetação arbustiva, sendo posicionado sob os arbustos que eram agitados com um cano de PVC. Foram utilizados cinco arbustos em pontos aleatórios ao longo da trilha, com cada arbusto sendo agitado cerca de 10 vezes para coletar as amostras. Utilizou-se rede entomológica para a captura de insetos voadores. A coleta foi realizada em pontos estratégicos, determinados pela observação da presença de insetos. Os dois primeiros pontos foram em ambientes terrestres próximos a arbustos floridos de *Ixora* sp, e o terceiro ponto foi em uma área alagada perto da margem do rio. Cada sessão de coleta durou cerca de 1 hora por dia.

Os insetos foram coletados e acondicionados de acordo com suas ordens, baseado na escrita de Almeida, Marinoni e Clarkson (2024). As lepidópteros capturadas foram armazenadas com auxílio do envelope entomológico, e os outros espécimes coletados, como libélulas e gafanhotos, foram acondicionados em frascos de vidro e tubos falcon com álcool 70%. A identificação taxonômica foi realizada utilizando microscópio estereoscópico e guias de identificação, sendo feita até em nível de família.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 31 insetos, distribuídos nas seguintes ordens: Lepidoptera (26), Odonata (3) e Orthoptera (2). Em relação a coleta, o método passivo teve melhor desempenho (23 espécimes coletados), quando comparado ao método ativo (8). Das armadilhas utilizadas, a rede VSR obteve o maior número de indivíduos capturados (19), seguida pelo puçá (8) e as armadilhas aromáticas (4). O guarda-chuva entomológico demonstrou eficiência na coleta. No entanto, devido ao tamanho diminuto de alguns insetos e à falta de equipamentos adequados para sua captura, não foi possível coletar esses espécimes. Todos os dados acima e locais de coleta estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Invertebrados amostrados em área de Pantanal em Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

DIA DA COLETA	MÉTODO	ARMADILHA	PONTO/PARCELA	Nº DE INSETO	ORDEM
02/05/2024	Ativo	Puçá	Ponto 1	4	Lepidoptera
			Ponto 2	1	Lepidoptera
03/05/2024	Ativo	Puçá	Ponto 1	2	Odonata
			Ponto 3	1	Odonata
			Parcela1	1	Orthoptera
	Passivo	Aromática 2L	Parcela2	1	Orthoptera
			Parcela2	1	Lepidoptera
			Parcela2	1	Lepidoptera
	Rede VSR	-	19	Lepidoptera	

Fonte: Bernardino, 2024

O método passivo proporcionou a captura de 23 espécimes, em contraste com apenas 8 capturados pelo método ativo. Essa disparidade pode ser explicada pela menor dedicação de tempo à coleta ativa em comparação com a metodologia passiva, uma vez que, a eficácia da coleta ativa é altamente influenciada pela experiência do coletor, que pode apresentar dificuldades a capturar insetos mais ágeis ou evasivos e pelo tempo investido na amostragem (Oliveira, 2014).

Entre os diversos tipos de armadilhas utilizadas, a rede VSR demonstrou ser a mais eficaz, capturando 19 indivíduos. Esses resultados indicam que a rede VSR é especialmente apropriada para a captura de mariposas e borboletas, possivelmente devido ao seu design, que minimiza as fugas e o tempo de espera no local. Além disso, um fator crucial a ser considerado é o tipo de isca utilizado. A utilização de banana fermentada em caldo-de-cana como atrativo para a captura de borboletas frutívoras mostrou-se eficaz, justificando seu emprego como isca padrão na região subtropical (Oliveira *et al.*, 2022).

O estudo também encontrou algumas limitações, como o pequeno tamanho de alguns espécimes e a falta de equipamentos adequados para sua captura efetiva. Essas limitações destacam a importância de ter uma variedade de métodos e equipamentos disponíveis para abordar diferentes tipos de insetos e cenários de coleta (Almeida; Marinoni; Clarkson 2024).

Das lepidópteras coletadas, foram identificadas 6 famílias: Noctuidae (17), Pieridae (3), Crambidae (2), Nymphalidae (2) Papilionidae (1) e Sphingidae (1). As Odonatas apresentaram 2 famílias: Libellulidae (2) e Aeshnidae (1) e os Orthopteras incluídos na família Acredidae (2).

No contexto, a família Noctuidae se destacou ao apresentar o maior número de indivíduos capturados. Este resultado é plausível considerando que a família Noctuidae é uma das mais numerosas dentro da ordem Lepidoptera, com mais de 21.000 espécies amplamente distribuídos

mundialmente, com maior ocorrência na região tropical (Souza, 2022). No Brasil, aproximadamente 3.881 espécies de Noctuidae são conhecidas (Carneiro *et al.*, 2024).

4 CONCLUSÃO

A pesquisa destacou a importância de utilizar diferentes métodos de coleta de artrópodes, revelando que a escolha da técnica pode influenciar os resultados. A utilização de iscas mostrou-se eficaz na atração dos insetos, ressaltando a importância da escolha adequada dos atrativos para otimizar a coleta. As triagens realizadas em laboratório contribuíram para a evolução dos alunos na análise de morfologia e classificação sistemática dos indivíduos capturados, auxiliando na formação de profissionais dos discentes.

De forma geral, a diversidade de técnicas de coleta aplicada permitiu uma amostragem dos artrópodes na área de estudo, demonstrando a necessidade de metodologias variadas para um levantamento abrangente. A identificação e análise dos táxons coletados ampliaram o conhecimento sobre a biodiversidade local e destacaram a importância da educação e da pesquisa na formação de futuros biólogos e professores.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO-FILHO, W, S. **Coleção Entomológica Didática**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2017.

ALMEIDA, L.M.; MARINONI, L.; CLARKSON, B. **Coleta, montagem, preservação e métodos para estudos**, pp. 120-136. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B. de; Casari, S. & Constantino, R. (eds). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. Cap 7, 880 pp 2024

BLANKENSTEYN, A. **Zoologia dos Invertebrados II**. Florianópolis: Biologia/EaD/UFSC, 2010.

BOER P.J. On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia* v. 50, p. 39-53. 1981.

BRAGA, L. **Borboletas do Legado das Águas**. Legado das Águas, 2022

BUZZI, Z, J. **Entomologia didática**. 6. ed. Curitiba: UFPR, 2002.

CAMARGO, A; OLIVEIRA, C; FRIZZAS, M; SONODA, K; CORREA, D. **Coleções Entomológicas: Legislação brasileira, Coleta, Curadoria e Taxonomia para as principais Ordens**. Embrapa, 2015.

CARNEIRO, E.; MARCONATO, G.; SPECHT, A.; DUARTE, M.; CASAGRANDE, M.M. **Lepidoptera Linnaeus, 1758**, pp. 710-766. In: Rafael, J.A.; 2024. Cap. 33,

MELO, G.A.R.; CARVALHO, C.J.B. DE; CASARI, S. & CONSTANTINO, R. (eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp.

CRUZ, A. H. S. *et al.* **Manual simplificado de coleta de insetos e formação de insetário**. EAD da UFG, 2009.

EHRlich, P.R.; MURPHY, D.D.; SINGER, M.C.; SHERWOOD, C.B.; WHITE, R.R.; BROWN, I.L. Extinction, reduction, stability and increase: the responses of checkerspot butterfly (*Euphydryas*) populations to the California drought. **Oecologia**, v. 46, n. 1, p. 101-105, 1980.

FRANSOZO, A. **Zoologia dos Invertebrados**. Grupo GEN, 2016.

HICKMAN, J. R. *et al.* **Princípios Integrados de Zoologia**. 18. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022.

NASCIMENTO, S. L. **Estudo de caso da nova ocorrência de mármore no sudoeste mato-grossense, município de Cáceres–MT**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Mato Grosso, Várzea Grande, 2024.

NOGUEIRA, B. C. **Estudos sobre artrópodes e serviços ecossistêmicos no Parque Natural de Montesinho**. Tese de Doutorado. Instituto Politecnico de Braganca (Portugal). 2023

OLIVEIRA, B. D; SANTOS, M. K. D; MACHADO, B; SALLES, V; ISERHARD, C. A. **Avaliação da eficiência de diferentes tipos de iscas atrativas para amostragem padronizada de borboletas frugívoras em região subtropical: Resultados preliminares**. 2022

OSORIO, T, C. **Ser Protagonista Biologia 2: Ensino Médio 2º ano**. Manual do Professor. 2. ed. São Paulo: Edições SM, 2013.

PECHENIK, J. A. **Biologia dos invertebrados**. [recurso eletrônico]. Tradução e revisão técnica: Aline Barcellos Prates dos Santos. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

SILVA, S. M. **As regiões do Pantanal: Cáceres**. Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais – FCBA. 2023.

SOCARRÁS, A. **Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo**. Pastos y Forrajes, Matanzas, v. 36, n.1, p. 5-13, 2013.

SOUZA, M. S. DE; SALMAN, A. K. D.; ANJOS, M. R. DOS; SAUSEN, D.; PEDERSOLI, M. A.; PEDERSOLI, N. R. N. B. Serviços ecológicos de insetos e outros artrópodes em sistemas agroflorestais. EDUCamazônia - **Educação Sociedade e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 22-35. 2018.

SOUZA, T. D de. Características morfológicas e desenvolvimento de Noctuidae de importância agrícola. **Elevagro**. Material técnico. 2022

SPILLER, M S; SPILLER, C; GARLET, J. Bioindicadores de qualidade ambiental de artrópodes. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 1, pág. 41-57, 2018.

VOLPI, T, A; NUNES, L, S; LOCATELLI, M, V; MARTINS, T, A, O; SANTOS, V, P. Acervo e técnicas organizacionais de uma coleção didática de Zoologia. **Revista Educação Pública**, v. 21, nº 7, 2021.

CAPÍTULO 8

AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DE ISCAS NA ATRATIVIDADE DE DÍPTEROS DE INTERESSE FORENSE

EVALUATION OF BAIT PREFERENCE IN THE ATTRACTIVENESS OF DIPTERA OF FORENSIC INTEREST

Paulo Roberto de Abreu Tavares   

Doutor em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil

Barbara Cristina Mazzucatto   

Doutora em Ciências Veterinárias, Docente no Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama-PR, Brasil

Michele Castro de Paula da Silva   

Doutora em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Docente na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UFGD), Dourados-MS, Brasil

Poliana Galvão dos Santos   

Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS, Brasil

Ana Caroline Candia Palhano   

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama-PR, Brasil

Bianca Bisconsim Ganasin   

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama-PR, Brasil

Maria Eduarda Canassa Roncoleti   

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama-PR, Brasil

Roberto Gumieiro Junior   

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Glaucia Almeida de Moraes   

Doutora em Ciências Biológicas, Docente na Unidade de Ivinhema, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Ivinhema-MS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.767 

Resumo: A entomologia Forense consiste no estudo da interação de insetos em questões criminais. É fundamental conhecer a taxonomia, biologia e ecologia de insetos de interesse forense de cada região do país. Há poucos estudos sobre a população de moscas necrófagas em Umuarama-PR. Assim, objetivou-se identificar a comunidade de moscas no município, a interferência dos fatores ambientais em seu forrageio e comparar a atratividade das iscas. Foram feitas coletas em três pontos, com quatro armadilhas por ponto. As iscas utilizadas foram: moela de frango, músculo bovino moído, músculo suíno e cabeça de peixe. Coletaram-se 1336 espécimes de moscas pertencentes a 11 famílias, sendo as mais abundantes Drosophilidae, Fanniida, Muscidae e Tephritidae. O músculo suíno foi a isca mais atrativa coletando 75% dos indivíduos, ou seja, houve diferença significativa na atratividade das moscas pelas iscas. Não houve correlação significativa dos fatores abióticos com o número de indivíduos bem como em relação as famílias. Podemos concluir que nossos resultados são promissores, pois demonstram a efetividade de iscas de carne suína no levantamento de moscas de interesse forense, além disso traz informações inéditas sobre a fauna local, podendo auxiliar na estimativa do local de morte.

Palavras-chave: Diptera. Entomologia Forense. Intervalo pós-morte. Moscas necrófagas.

Abstract: Forensic entomology consists of the study of the interaction of insects in criminal matters. It is essential to know the taxonomy, biology and ecology of insects of forensic interest in each region of the country. There are few studies on the population of scavenging flies in Umuarama-PR. Thus, the objective was to identify the fly community in the municipality, the interference of environmental factors in their foraging and compare the attractiveness of the baits. Collections were made at three points, with four traps per point. The baits used were chicken gizzard, ground beef muscle, pork muscle and fish head. 1336 specimens of flies belonging to 11 families were collected, the most abundant of which were Drosophilidae, Fanniida, Muscidae and Tephritidae. Pork muscle was the most attractive bait, collecting 75% of the individuals, that is, there was a significant difference in the attractiveness of flies to the bait. There was no significant correlation between abiotic factors and the number of individuals or families. We can conclude that our results are promising, as they demonstrate the effectiveness of pork baits in the survey of flies of forensic interest, in addition to providing unprecedented information about the local fauna, which can help in estimating the place of death.

Keywords: Diptera. Forensic Entomology. Post-mortem interval. Scavenger flies.

1 INTRODUÇÃO

A Entomologia Forense é a ciência que estuda os insetos como ferramenta para resolução de questões legais (Santos, 2018). O estudo dos insetos encontrados em cenas de crimes pode elucidar questões de como, quando e onde ocorreu a morte (Oliveira-Costa, 2013).

Dentre as ordens de insetos, Diptera é a de maior importância para a Entomologia Forense, isto porque esses insetos são os primeiros colonizadores de carcaças, devido a seu sistema sensorial olfativo altamente adaptado para essas fontes de alimento e locais de oviposição (Oliveira-Costa, 2013). Estes insetos são atraídos, de modo geral, pelo forte odor resultante de processos de fermentação e decomposição, por isso é comum a ocorrência de dípteros em abatedouros, estábulos, frigoríficos, curtumes entre outros (Oliveira-Costa, 2013).

Devido ao fato de as moscas serem insetos pioneiros nas carcaças, e por depositarem seus ovos e larvas na fonte proteica, esses insetos são muito eficazes para utilização na estimativa do Intervalo Pós-Morte Mínimo (IPM) (Anderson; Vanlaerhoven, 1996; Amendt *et al.*, 2011), que é o intervalo entre a morte e o achado do corpo (Oliveira-Costa, 2013; Rebelo *et al.*, 2014). O IPM pode ser estimado também utilizando a sucessão de espécies no cadáver, sejam espécies necrófagas, ou as espécies predadoras que chegam ao cadáver para predação de ovos, larvas, pupas ou adultos nas imediações das carcaças (Oliveira-Costa, 2013).

As moscas possuem taxas de desenvolvimento que variam de acordo com a espécie, e condições ambientais específicas podem influenciar no desenvolvimento desses insetos (Gun, 2006; Gennard *et al.*, 2007; Chin *et al.*, 2007). Essas informações biológicas são valiosas pois auxiliam as investigações criminais a elucidar questões sobre o local da morte (Amendt *et al.*, 2011). Portanto, estudos que abordam a diversidade da fauna local de moscas são importantes para fornecer dados taxonômicos, biológicos e ecológicos que auxiliam em perícias de cadáveres (Oliveira-Costa, 2013; Horenstein; Gleiser, 2018).

As condições ambientais e biogeográficas às quais um cadáver é exposto afetam muito a composição das espécies, a abundância relativa e a dinâmica dos insetos que frequentam a carcaça e devido as variações destas condições, os dados obtidos para uma determinada área são exclusivos da mesma, não podendo ser aplicado para outra região (Aballay *et al.*, 2012).

A maioria dos estudos de levantamentos de fauna cadavérica utilizam suínos (*Sus scrofa*) para amostragem, devido a várias características semelhantes com o corpo humano, como tegumento, posição dos órgãos, entre outros (Payne, 1965; Paula *et al.*, 2016; Eulalio *et al.*, 2022). Entretanto, este modelo de estudo tem alto custo, apresentam longo processo de decomposição e precisam de várias réplicas para validade estatística, o que acaba se tornando inviável muitas vezes este tipo de estudo (Michaud *et al.*, 2012). Os métodos de armadilha são relativamente simples, usados para avaliação rápida da biodiversidade, distribuição e ecologia de insetos (Southwood, 1978). Goh *et al.* (2013) relatam que os métodos de coleta devem ser econômicos e capazes de capturar um grande número de espécies de moscas.

Algumas armadilhas dependem do uso de iscas atrativas, para uma maior amostragem de riqueza e diversidade de moscas, o tipo de isca irá atrair diferentes grupos de dípteros (Boonchu *et al.*, 2003; Goh *et al.*, 2013; Lira *et al.*, 2017). Levando em consideração o exposto e a falta de estudos que registrem a população de moscas necrófagas no município de Umuarama-PR, este trabalho teve como objetivo identificar a composição das espécies de dípteros da região, verificar como os fatores abióticos influenciam a atividade de forrageio e comparar a eficácia das iscas utilizadas em armadilhas em termos de diversidade e abundância.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Campus da Universidade Estadual de Maringá, em Umuarama-PR. Foram feitas coletas em três pontos distintos e dispostos em triângulo, sendo estes denominados como um, dois e três. A distância entre os pontos de coleta “um” e “dois” foi de 575 m, entre “um” e “três”, de 440 m e entre “dois” e “três” 325 m. Sendo que cada ponto continha quatro armadilhas (quatro tipos de iscas) penduradas com barbante na vegetação a aproximadamente 1,30 m de distância do solo.

O ponto um (coordenadas 23°47'42"S, 53°15'15"W), localizado nas bordas de um fragmento de floresta, apresenta vegetação com árvores, arbustos, expostos à pouca luz e protegida do vento. O ponto dois (coordenadas 23°47'24"S, 53°15'18"W) é caracterizado por árvores de grande porte e uma lagoa nas proximidades, circundado por uma área de experimentação do curso de agronomia, nesse local as armadilhas ficavam expostas a grande exposição de luz e vento. O Ponto três (coordenadas 23°47'32"S, 53°15'25"W), situado atrás do hospital veterinário, apresenta árvores de grande porte, um trecho com plantação de forragem (capim Anapier) e uma área de cultivo da escola agrícola, e as armadilhas estavam expostas à luz e ao vento.

Para a realização das coletas foram confeccionadas 12 armadilhas com garrafas pet de 2 litros, adaptadas de Moretti *et al.* (2011). Foram utilizados 30 gramas de isca para atração dos dípteros, em cada armadilha.

Entre os tipos de iscas foram utilizadas: moela de frango (M), músculo bovino moído (B), músculo suíno (S) e cabeça de peixe (P), as iscas foram depositadas em um copo plástico de 50 ml, de modo que as iscas ficaram expostas ao ambiente por 72 horas.

Após o período de exposição, os indivíduos foram coletados e transportados para o laboratório de anatomia patológica para triagem e identificação.

Os dados meteorológicos (temperatura e umidade relativa, velocidade do vento e precipitação) correspondentes ao período de coletas foram obtidos na estação meteorológica localizada na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama.

Os dados das atividades de forrageio das moscas coletadas foram submetidos ao teste de correlação de Pearson (r) com os fatores abióticos. Para o número de indivíduos em cada ponto e para cada isca efetuou-se uma análise de variância (geral) para dados não paramétricos (Kruskal-Wallis). Transformando os dados em presença (1) e ausência (0) de ocorrência, aplicou-se uma análise de variância Anova dois critérios (tratamentos = iscas; blocos = famílias), bem como uma análise de variância Anova um critério para os agrupamentos dos dados de ocorrência por tratamento (4 tipos de isca) e por ponto (3 pontos de coleta). Todas as análises consideraram um

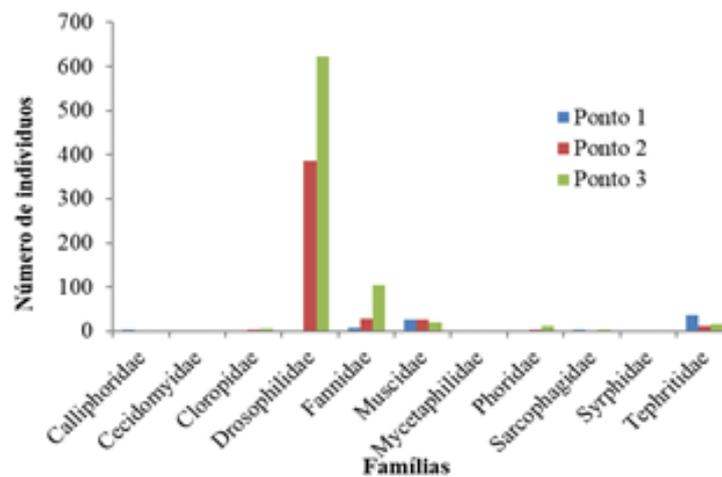
nível de significância de 5% e foram desenvolvidas com o auxílio do programa BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 1336 espécimes de moscas pertencentes a 11 famílias, 75,7% (1011) Drosophilidae, 10,6 % (142) Fanniidae, 5,6% (75) Muscidae, 4,8% (64) Tephritidae e as demais perfazendo 3,3%.

A maior abundância de moscas foi observada no ponto três, correspondendo a 59,1% (789) dos indivíduos, seguido pelo ponto dois com 34,6% (464) e ponto um com 6,21% (83) (figura 1). Vale ressaltar que houve uma maior abundância de drosophilidae no ponto três (86,69%) em comparação com os outros dois pontos, (ponto dois: 83%; ponto um: 2,4%), comparado as demais famílias amostradas. Esta variação na diversidade coletada possivelmente deve estar relacionado com ambiente em que as iscas foram expostas. Estes dados corroboram com Gullan e Cranston (2017) que argumentaram que o tipo de vegetação presente no ambiente provoca um microclima que pode favorecer alguns táxons de insetos.

Figura 1 – Abundância relativa de indivíduos de Diptera nos diferentes pontos de coleta.



Fonte: Autores, 2024.

Uma parte das moscas coletadas no ponto três são drosofilídeos. Isso pode ser explicado pela presença de árvores frutíferas presentes no local que naturalmente são um atrativo para esses insetos. Estes resultados mostram que mesmo em microhabitats relativamente próximos, ainda há uma grande variação da diversidade de espécies

Neste estudo foram coletados espécimes da família Calliphoridae, no entanto, com baixa abundância, diferente do que já foi levantado em outros trabalhos como de Goh *et al.* (2013) e Bomchu *et al.* (2003), que obtiveram Calliphoridae como a família de maior abundância. Outras famílias de importância forense como Muscidae e Sarcophagidae também foram pouco amostradas, possivelmente nossos resultados podem ser explicados pela quantidade de proteína dispostas nas iscas que foram ofertadas. Vale ressaltar que em levantamentos anteriores, como no trabalho de Bomchu *et al.* (2003) foram utilizados 500 gramas de diferentes iscas.

A baixa quantidade de isca fornecida possivelmente liberou pouco odor, e com isto atraiu uma baixa quantidade de moscas varejeiras. Mesmo com a baixa oferta de recurso, ainda foram coletadas as famílias Fanniidae, Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, nesta ordem de abundância (Figura 1). Estas famílias estão entre os principais representantes necrófagos, já que são os primeiros insetos a atuarem em putrefeitos, sendo capazes de localizar um recurso temporário poucos minutos após a morte (Oliveira-Costa, 2013).

A família mais abundante foi Drosophilidae, é comumente associada a frutos, no entanto, segundo Oliveira-Costa (2013), existem algumas espécies que já foram registrados em levantamentos de fauna cadavérica. Há registros de *Drosophila tripunctata* e *Drosophila annulinea* associadas a carcaças no estado do Paraná (Moura *et al.*, 1997), e ainda membros desta família também foram encontradas em carcaças de suíno no estado de São Paulo (Carvalho *et al.*, 2000). Entretanto, Erdoğan e Çinkılıç (2019) estudando a entomofauna de insetos necrófagos envolvidos no processo de decomposição de tecido muscular de bovinos, associaram a presença de *Drosophila* sp. como uma espécie acidental.

Fanniidae foi a segunda família mais abundante e é considerada de importância forense, suas larvas se desenvolvem em vários tipos de materiais em decomposição como excrementos e cadáveres (Oliveira-Costa, 2013). Esta família já foi encontrada associada a carcaças de porcos (Carvalho *et al.*, 2003), iscas de peixe (Leandro; D'almeida, 2005), miíases facultativas (Perez-Eid; Mouffok, 1999), e esterco (Oliveira-Costa, 2013). Esse comportamento pode estar relacionado ao maior número desta família associada ao ponto três, localizado próximo ao hospital universitário, onde há bovinos e equinos.

Muscidae é a terceira mais abundante dentro os dípteros coletados, é uma família cosmopolita, e tem espécies que além de serem de interesse forense, também são consideradas de importância econômica (Grisi *et al.*, 2002), por afetar criações de gado, como *Musca domestica*, *Stomoxys calcitrans* e *Haematobia irritans* (Zimmer *et al.*, 2010). O modo de vida dos muscídeos e seu amplo nicho ecológico pode explicar sua distribuição quase homogênea nos três pontos de coleta.

Tephritidae foi a quarta mais amostrada dentre as moscas coletadas, e ao contrário das famílias citadas acima, não é considerada de importância forense (Oliveira-Costa, 2013) ela é conhecida como a família das moscas-das-frutas, a maioria das larvas são fitófagas, e algumas espécies são importantes pragas de pomares, sendo que os adultos são comumente encontrados em flores ou vegetação (Triplehorn; Jonnson, 2011). Entretanto, Carvalho *et al.* (2000) coletou alguns espécimes de Tephritidae em carcaças de porcos. Como a maioria das espécies deste grupo se alimenta de frutos, em estágios imaturos, é natural que a maior ocorrência de Tephritidae tenha sido no ponto um que é um fragmento de floresta onde o número de árvores frutíferas é maior.

Em relação às iscas observou-se que o músculo de suíno foi o mais eficaz, coletando 75,3% (1006) dos indivíduos, seguida por músculo bovino 12,4% (166), cabeça de peixe 10,2% (136) e moela de frango 2,09% (28) (Tabela 1).

Verificamos que as famílias Calliphoridae, Fanniidae, Drosophilidae e Tephritidae foram mais frequentes na isca de músculo suíno. As famílias Chloropidae e Sarcophagidae apresentaram preferência pela isca de cabeça de peixe. Algumas famílias como Drosophilidae, Fanniidae, Muscidae e Tephritidae apresentaram atratividade pelas três iscas. Famílias como Cecidomyiidae, Syrphidae e Mycetophilidae apresentaram baixa frequência de captura dificultando dessa forma, afirmar suas respectivas preferências entre as iscas ofertadas como recurso (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de espécimes coletadas de cada família dentre os pontos de coleta, e atratividade das iscas, bem como a frequência absoluta entre as diferentes iscas.

Famílias	Número de indivíduos por ponto/isca											
	Ponto 1				Ponto 2				Ponto 3			
	M	B	S	P	M	B	S	P	M	B	S	P
Calliphoridae	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Cecidomyiidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chloropidae	0	0	0	0	0	0	0	4	2	1	1	1
Drosophilidae	0	1	1	0	0	75	250	61	13	26	558	26
Fanniidae	1	1	6	0	0	0	20	9	3	8	91	3
Muscidae	2	12	8	5	0	14	6	7	1	3	14	3
Mycetophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Phoridae	0	1	1	0	0	1	0	2	0	6	7	0
Sarcophagidae	2	0	0	2	0	1	0	1	0	1	1	1
Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Tephritidae	2	6	23	5	0	3	4	4	1	4	10	2
Nº total	7	23	41	12	0	94	282	88	20	49	684	36
Total (%)	0,52	1,72	3,06	0,89	0	7,03	21,10	6,58	1,49	3,66	51,19	2,69

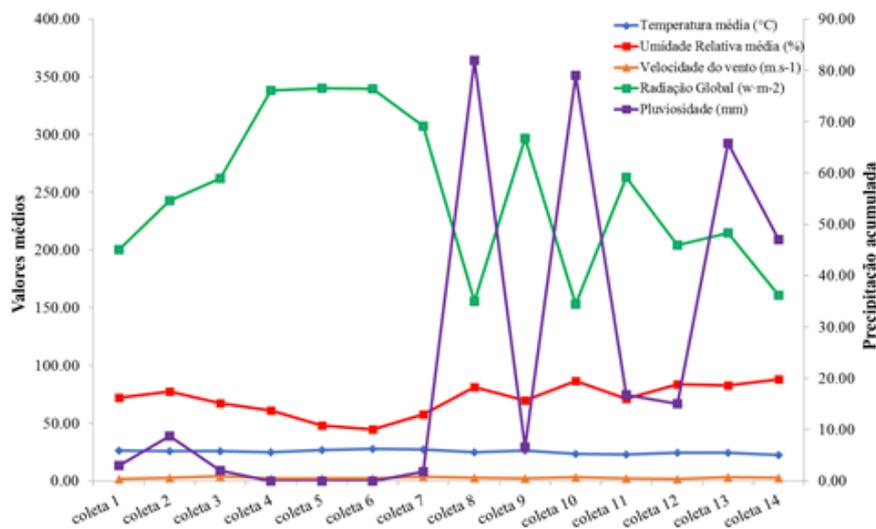
Síglas: M = Moela de frango, B = músculo bovino moído, S = músculo suíno e P = cabeça de peixe.

Fonte: Autores, 2024.

Não houve diferença significativa de atratividade entre as iscas utilizadas ($p = 0,6357$) e os pontos amostrados ($p = 0,5138$). Entretanto, Souza (2011) estudando as iscas: sardinha, fígado bovino e carne bovina moída, observou que Sarcophagidae foi mais atraída pela isca de sardinha, Muscidae pela isca de carne e Calliphoridae pela isca de fígado. Goh *et al.* (2013), utilizando como iscas pasta de camarão fermentada, carne bovina, fígado bovino, peixe e açúcar, verificaram que peixe foi a isca mais eficaz na atratividade das moscas.

As variáveis abióticas: temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação global e precipitação acumulada durante o período de amostragem estão descritas na Figura 2.

Figura 2 – Variação média das variáveis abióticas durante o período de amostragem.



Fonte: Autores, 2024.

De modo geral, tanto a temperatura, velocidade do vento e radiação global apresentaram correlação negativa com o número de indivíduos e de famílias de moscas coletadas (Tabela 2). Já a umidade relativa e pluviosidade apresentaram correlação positiva com o número de indivíduos e de famílias (Tabela 2). Porém, as correlações não tiveram influência significativa nas atividades de

forrageio das moscas. Contudo, é possível observar uma tendência desses fatores abióticos sobre as populações de moscas que visitaram as iscas oferecidas como recurso alimentar (Tabela 2).

Tabela 2 - Correlação entre os fatores abióticos e o número de indivíduos e de famílias de moscas amostrados (r = Teste de Correlação de Pearson).

		Fatores ambientais								
		T max (°C)	T med (°C)	T min (°C)	UR Max (%)	UR Med (%)	UR Min (%)	Vel. Vento (m·s ⁻¹)	Pluv. (mm)	Rad. Glob. (w·m ⁻²)
Nº indivíduos										
r	-0,3924	-0,4028	-0,4205	0,245	0,2505	0,2561	0,0873	0,3667	-0,084	
(p) =	0,1651	0,1532	0,1343	0,3986	0,3876	0,3768	0,7667	0,1972	0,7752	
Nº famílias										
r	-0,1635	-0,1462	-0,1131	0,424	0,4316	0,439	-0,184	0,1297	-0,415	
(p) =	0,5765	0,6181	0,7001	0,1308	0,1232	0,1162	0,5289	0,6584	0,14	

T max= temperatura máxima; T med= temperatura média; T min= temperatura mínima; UR Max= umidade relativa máxima; UR Med= umidade relativa média; UR Min= umidade relativa mínima; Vel Vento= velocidade do vento; Pluv= pluviosidade; Rad Glob= radiação global.

Fonte: Autores, 2024.

Diferentemente dos resultados deste estudo, Lutz *et al.* (2019), observaram que as atividades de voo das moscas foram influenciadas positivamente pela temperatura, e negativamente pela precipitação, bem como a umidade relativa. Segundo Giannotti *et al.* (2010) considerando que os insetos necrófagos podem ser influenciados por esses fatores, é importante caso utiliza-se dados entomológicos, que se considere tanto a interação dos insetos com o cadáver, quanto com o ambiente em que os insetos estão inseridos.

Dessa forma, é necessário o desenvolvimento de mais estudos como este na região de Umuarama, principalmente trabalhos que consigam concentrar as amostragens em distintas épocas do ano para que se compreenda a sazonalidade e interferência dos fatores ambientais estudados nesse grupo de insetos.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados é possível concluir que a isca suína é a mais atrativa para dípteros de interesse forense. Os pontos de exposições das iscas influenciaram a riqueza e abundância das

moscas coletadas. Os fatores abióticos não apresentaram diferenças significativas sobre a riqueza e abundância de espécies.

Desta forma, estes dados são promissores para levantamento de fauna de interesse forense, pois demonstram que os experimentos realizados com carcaças de suínos, pode ser substituído por uma alternativa como as armadilhas.

REFERÊNCIAS

ABALLAY, F. H.; ARRIAGADA, G.; FLORES, G. E.; CENTENO, N. D. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. **ZooKeys**, v. 261, p. 61-84, 2012. Doi: <https://doi.org/10.3897/zookeys.261.4226>

ANDERSON, G. S.; VAN LAERHOVEN, S. L. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. **Journal of Forensic Sciences**, v. 41, n. 4, p. 617-625. DOI: <https://doi.org/10.1520/JFS13964J>

AMENDT, J.; RICHARDS, C. S.; CAMPOBASSO, C. P.; ZEHNER, R.; HALL, M. J. R. Forensic entomology: applications and limitations. **Forensic Science, Medicine and Pathology**, v. 7, p. 379-392, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12024-010-9209-2>.

AYRES, M.; AYRES, JR. M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq. p. 364, 2007.

BOONCHU, N.; PIANGJAI, S.; SUKONTASON, K. L.; SUKONTASON, K. Comparison of the effectiveness of baits used in traps for adult fly collection. **The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v. 34, n. 3, p. 630-633, 2003.

CARVALHO, C. J. B. DE; PONT, A. C.; COURI, M. S; PAMPLONA, D. A catalogue of the Fanniidae (Diptera) of the Neotropical Region. **Zootaxa**, v. 219, p. 32, 2003. DOI: <https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.219.1.1>

CARVALHO, L. M. L.; THYSSEN, P. J.; LINHARES, A. X.; PALHARES, F. A. B. Checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 95, p. 135-13, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762000000100023>

ERDOĞAN, E. E.; ÇINKILIÇ, N. A forensic entomological study in Uludag University Campus, Bursa, Turkey. **Journal of Biological and Environmental Sciences**, v. 13, p. 49-54, 2019.

GENNARD, D. **Forensic Entomology. An Introduction**. England: John Wiley & Sons; 272 p. 2007.

GIANNOTTI, E; SOUZA, A. R; PREZOTO, F. Diversidade e ecologia comportamental de insetos. In: GOMES, L. **Entomologia forense: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais**. 1ª Ed. Rio de Janeiro. Technical Books Editora. p. 122-132, 2010.

GOH, T. G.; CHENA, C. D.; JEFFERY, J.; IZZULA, A. A. Z.; LAUA, K. W.; LEEC, H. L.; RAMLIA, R.; NAZNIC, W. A.; SOFIAN-AZIRUNA, M. Evaluation of bait attractiveness for forensically important flies in lowland and montane forest in Peninsular Malaysia. **Asian Biomedicine**, v. 7, p. 523-528, 2013. DOI: <https://doi.org/10.12957/sustinere.2015.20002>

GRISI, L.; MASSARD, C. L.; MOYA BORJA, G. E.; PEREIRA, J. B. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. **A Hora Veterinária**, v.21, p.8-10, 2002.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: Fundamentos da entomologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. p. 621-656.

CHIN, H. C.; MARWI, M. A.; AHMAD, F. M. S.; JEFFERY, J.; OMAR, B. A preliminary study of insect succession on a pig carcass in a palm oil plantation in Malaysia. **Tropical biomedicine**. v. 24, p. 23-7, 2007.

HORENSTEIN, B. M.; GLEISER, R. M. Necrophagous flies assemblages: Spatio-temporal patterns in a Neotropical urban environment. **Caldasia**, v. 40, n. 4, p. 296-309, 2018.

LEANDRO, M. J. F.; D'ALMEIDA, J. M. Levantamento de Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae e Sarcophagidae em um fragmento de mata na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia Sér Zool**. v. 95, p. 377-381, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212005000400006>

LIRA, L. A.; HARTERREITEN-SOUZA, É.S.; VASCONCELOS, S. D. A short-term study on bait attractiveness to the forensically relevant species *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Coleoptera: Silphidae). **Entomological News**, v.126, p. 424-427, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3157/021.126.0513>

LUTZ, L.; VERHOFF, M. A.; AMENDT, J. Environmental factors influencing flight activity of forensically important female blow flies in Central Europe. **International Journal of Legal Medicine**. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-018-1967-5>.

MICHAUD, J. P.; SCHIENLY, K. G.; MOREAU, G. Sampling flies or sampling flaws? Experimental design and inference strength in forensic entomology. **Journal of Medical Entomology**. v 49, p. 1-10, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1603/ME10229>

MORETTI, T. C.; GIANNOTTI, E.; THYSSEN, P. J.; SOLIS, D. R.; GODOY, W. A. C. Bait and habitat preferences, and temporal variability of social wasps (Hymenoptera: Vespidae) attracted to vertebrate carrion. **Journal of Medical Entomology**, v. 48, p. 1069-1075, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1603/ME11068>.

MOURA, M. O.; CARVALHO, C. J. B.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Uma análise preliminar de insetos de importância médico-legal em Curitiba, Estado do Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 92, p. 269-27, 1997.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios**. 3.ed. Campinas: Editora Millennium, 2013. 520 p.

PAYNE, Jerry A. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. **Ecology**, v. 46, n. 5, p. 592-602, 1965.

PEREZ-EID C, MOUFFOK N. Human urinary myiasis due to *Fannia canicularis* (Diptera, Muscidae) larvae in Algeria. **Presse Medical**, v. 28, p. 580-581, 1999.

SANTOS, W. E. Papel das moscas (Insecta: Diptera) na Entomologia Forense. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 2, n. 1, p. 28-35, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29215/pecen.v2i1.578> .

SOUZA, C. R. **Sazonalidade, sinantropia e preferência por iscas de dípteros necrófagos da região de Rio Claro, São Paulo**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

SOUTHWOOD, T. R. E. **Ecological methods with particular reference to the study of innosect populations**. 3. ed. UK: Cambridge University Press; 1978.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos**. 7. ed. Cengage Learning, 2011. 616 p.

ZIMMER, C. R.; ARAÚJO, D. F.; RIBEIRO, P. B. Flutuação populacional de muscídeos (Diptera, Muscidae) em bovinos e sua distribuição sobre o corpo do gado de leite, em Capão do Leão, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1-7, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000300017>

CAPÍTULO 9

EFEITO DO ÓLEO DE MAMONA (*Ricinus communis*) SOBRE *Callosobruchus maculatus*, EM GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

EFFECT OF CASTOR OIL (*Ricinus communis*) ON *Callosobruchus maculatus*, IN COWPE BEANS (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

Raiane Chaves Lima Arruda   

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

Lúcia da Silva Fontes   

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

Rodrigo de Carvalho Brito   

Doutor em Agronomia e Produção Vegetal pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI, Brasil

Douglas Rafael e Silva Barbosa   

Doutorado em Entomologia Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Membro do Comitê de Pesquisa e Inovação do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

Matheus Rodrigues Frota   

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

Francisco Hugo Cavalcante Neto   

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

DOI: 10.52832/wed.121.768 

Resumo: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) armazenado geralmente sofre ataque pelo coleóptero *Callosobruchus maculatus* causando perdas tanto qualitativas quanto quantitativas para o campo e para seu armazenamento. A fim de ter seu controle sem que haja perdas e contaminações com o uso incorreto de produtos químicos, tem sido feito a utilização de produtos de origem vegetal. Esse trabalho objetivou avaliar o efeito do óleo de mamona (*Ricinus communis*) sobre *C. maculatus* em grãos de feijão-caupi variedade guariba. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia, do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Piauí, sendo analisado o efeito inseticida do óleo sobre *C. maculatus*, com delineamento experimental inteiramente casualizado. Para o teste de contato, foram estabelecidos tratamentos com concentrações de 60 a 250 $\mu\text{L}/20\text{g}$. Para o teste de repelência foram montadas as arenas, confeccionadas com dois recipientes plásticos interligados simetricamente a uma caixa central por dois tubos plásticos, com cinco repetições para cada uma das concentrações letais. As Concentrações Letais, CL_{50} e CL_{95} , encontradas do óleo de mamona foram 155,71 $\mu\text{L}/20\text{g}$, e 292,31 $\mu\text{L}/20\text{g}$, respectivamente. O óleo de mamona foi classificado como neutro de acordo com o índice de repelência para as concentrações letais. Em relação à oviposição e emergência, o número de ovos e de insetos emergidos foi significativamente menor ($P>0,05$) quando aplicado ambas as concentrações letais do óleo. O óleo de mamona apresentou toxicidade à *Callosobruchus maculatus*, provocando mortalidade e reduzindo o número de ovos e insetos emergidos.

Palavras-chave: Bioinseticida. Controle alternativo. Grãos armazenados.

Abstract: Stored cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is generally attacked by the beetle *Callosobruchus maculatus*, causing both qualitative and quantitative losses to the field and storage. In order to control it without causing losses and contamination due to the incorrect use of chemical products, products of plant origin have been used. This work aimed to evaluate the effect of castor oil (*Ricinus communis*) on *C. maculatus* in grains of cowpea variety guariba. The experiment was carried out in the Entomology Laboratory, Department of Biology, Federal University of Piauí, analyzing the insecticidal effect of the oil on *C. maculatus*, using a completely randomized experimental design. For the contact test, treatments were established with concentrations of 60 to 250 $\mu\text{L}/20\text{g}$. For the repellency test, arenas were set up, made with two plastic containers symmetrically interconnected to a central box by two plastic tubes, with five repetitions for each of the lethal concentrations. The Lethal Concentrations, LC_{50} and LC_{95} , found in castor oil were 155.71 $\mu\text{L}/20\text{g}$, and 292.31 $\mu\text{L}/20\text{g}$, respectively. Castor oil was classified as neutral according to the repellency index for lethal concentrations. Regarding oviposition and emergence, the number of eggs and insects emerged was significantly lower ($P>0.05$) when both lethal concentrations of the oil were applied. Castor oil was toxic to *Callosobruchus maculatus*, causing mortality and reducing the number of eggs and insects emerged.

Keywords: Bioinsecticide; alternative control; stored grains

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma planta de origem africana, que foi introduzida no Brasil no séc. XVI, trazida pelos portugueses, iniciando-se seu cultivo em território baiano, e expandindo-se para o Nordeste e outras regiões do Brasil (Embrapa, 2016). Atualmente está sendo mais cultivado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste, tendo um alto consumo nas

duas primeiras regiões, onde o feijão junto com o arroz constituem a base da alimentação da população (Embrapa, 2016).

Após a colheita e o beneficiamento os grãos do feijão caupi, podem ser armazenados para serem consumidos durante a época da seca ou usados como sementes para novos plantios no período chuvoso (Freire; Ribeiro; Vieira, 2017). Sendo assim, o armazenamento dos grãos de feijão-caupi é uma das fases de fundamental importância, pois qualquer perda que ocorrer nesse período, irá afetar, diretamente, o produto final que será comercializado. Existem vários fatores que poderão ocasionar prejuízos aos grãos do caupi na fase de armazenamento, dentre eles podemos citar as impurezas dos grãos no momento em que são armazenados; a falta de uma boa estrutura para o armazenamento adequado dos grãos; o alto índice de umidade e a presença de insetos-pragas nos grãos (Tavares, 2006).

As perdas ocasionadas pelos insetos nos grãos podem ou não ser facilmente percebidas. As percebidas são as perdas de peso de matéria seca, já as que não são percebidas são as perdas do valor nutricional, de proteínas e gordura (Cardoso, 2009). Todas essas perdas ocasionadas pelo ataque desses insetos-pragas levam à desvalorização comercial do produto, além disso causa também a perda de germinação e a vigor das sementes (Cardoso, 2009). Os insetos também são os principais propagadores de fungos na massa dos grãos, sendo levados através das suas asas e patas (Cardoso, 2009).

Dentre as várias pragas que atacam e prejudicam os grãos do feijão-caupi armazenados, podemos destacar o Coleoptera *Callosobruchus maculatus*. Este inseto é classificado como praga primária, desenvolvendo-se dentro dos grãos e alimentando-se de todo o conteúdo interno contido neles (Brito *et al.*, 2013). Os adultos do *C. maculatus*, possuem a cabeça, tórax e abdômen na cor preta. O tórax apresenta pubescência e o abdômen possui uma coloração que varia do branco ao dourado (Andrade Júnior *et al.*, 2002; Gallo *et al.*, 2002) os ovos são assimétricos e as larvas penetram, diretamente, nos grãos (Quintela, 1991). Esse inseto apresenta a infestação cruzada que é iniciada no campo, onde lá ele ovoposita nas vagens (Prezotti; Haji; Alencar, 1995).

Para controle do *C. maculatus* são utilizados inseticidas químicos, que quando bem empregados podem obter uma resposta eficaz, mas quando usados de forma incorreta eles podem provocar diversos problemas, por exemplo, as contaminações no meio ambiente, os prejuízos à saúde humana devido a resíduos tóxicos que ficam acumulados nos alimentos, além disso aumentam as resistências dos insetos (Brito; Oliveira; Bortoli, 2006). Ainda como desvantagens, temos o custo alto desse produto, pois os inseticidas químicos são muito caros (Brito; Oliveira; Bortoli, 2006).

Sendo assim, surgiu a necessidade de encontrar outros métodos alternativos para controle desse inseto, entre esses a utilização de inseticidas de origem vegetal se mostrou bastante promissora para controle do *C. maculatus*, pois além de serem produtos mais baratos e acessíveis, não exigem pessoas qualificadas para a sua aplicação, evitam a contaminação do meio ambiente e não prejudicam a saúde humana (Sousa *et al.*, 2010).

Os inseticidas de origem vegetal podem ser empregados na forma de pó, extrato e óleos (Sousa *et al.*, 2010). Os óleos essenciais e fixos são substâncias que podem diminuir a produção de vários insetos de grãos armazenados afetam negativamente o desenvolvimento, crescimento e a reprodução de alguns insetos (Prates; Santos, 2002). Assim, o presente trabalho teve como objetivo determinar e avaliar a toxicidade e repelência do óleo de mamona (*Ricinus communis*), sobre *Callosobruchus maculatus* além de oviposição e emergência dos insetos em grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

A produção de feijão-caupi no Brasil acontece especialmente na primeira e segunda safra nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, além de ter importância como alimento e gerador de emprego e renda. A cultura do feijão-caupi tem se expandido nas regiões do cerrado, no período da safrinha devido pela precocidade e a tolerância ao déficit hídrico além do baixo custo e bons rendimentos são o que atrai o seu cultivo (Bastos, 2016). O que se destaca na região Nordeste é sua alta produtividade e consumo do feijão-caupi no Brasil, mas o estado do Mato Grosso, mesmo não apresentando a maior área colhida, atinge a maior produção, devido a utilização de tecnologias adequadas no modo de produção de sua cultura (Bastos, 2016). Já os estados do Nordeste como o Ceará e o Piauí são conhecidos como os maiores consumidores no Brasil, tendo baixo nível de produtividade pelo fato do baixo uso da tecnologia, irregularidade pluviométrica, etc. (Bastos, 2016).

Os insetos-pragas são especificados em pragas primárias, segundo seu hábito alimentar, é denominada primárias as que atacam os grãos que são bons e inteiros (Lorini, 2005). Elas podem ser denominadas de pragas internas ou externas dependendo de onde o grão é atacado. Para o término do seu desenvolvimento a praga interna acontece pelo perfuramento dos grãos e assim neles penetrando e alimentando-se do interior do grão, com isso o alojamento de outros agentes que deterioram o grão é facilitada (Lorini, 2005). Já a praga externa, destrói a parte externa primeiro

e seguidamente alimenta-se do conteúdo interior do grão, sem se desenvolver-se dentro deles (Lorini, 2005).

O inseto-praga *Callosobruchus maculatus* é nativo da África e tem hábito alimentar primário. Foram distribuindo-se entre as regiões tropicais e subtropicais, com isso é a principal praga de grãos armazenados, podendo reduzir o seu valor comercial em até 100% (Quintela *et al.*, 1991; Pereira *et al.*, 2008).

O besouro adulto tem aproximadamente 3mm de comprimento e pode viver de 5-8 dias (Quintela, 1991). Apresenta cor escura, com cabeça, tórax e abdome de cor preta, o fêmur da perna posterior tem uma borda elevada, ventralmente, os élitros são estriados, tórax pubescente e a cor do abdome variam do branco ao dourado (Andrade Júnior *et al.*, 2002; Gallo *et al.*, 2002). Os seus élitros distinguem em 3 manchas mais escuras e de tamanhos variados e quando em estado de repouso, formam um “X” (Andrade Júnior *et al.*, 2002; Gallo *et al.*, 2002).

O controle de insetos-praga de grãos armazenados é processado em grande quantidade por meio de produtos químicos. O incentivo de novas técnicas de controle tem se dado pela preocupação de consumidores na qualidade dos alimentos e pelo aumento de prejuízos por uso indiscriminado desses produtos fazendo assim usarem os inseticidas de origem vegetal (Brito; Oliveira; Bortoli, 2006).

A fumigação com fosfina é altamente tóxica sendo o principal método usado para o combate às pragas de armazenamento pelo fato de o produto ser eficiente e barato, mas a sua aplicação só deve ser feita por apenas profissionais (Prezotti; Haji; Alencar, 1995).

Os extratos de plantas vêm sendo manuseados pelo homem desde a Idade Antiga, prática que persiste até hoje (Sousa; Vitória; Tanamati *et al.*, 2010). Os inseticidas botânicos para controlar as pragas de grãos armazenados residem bastante prometedores para a possibilidade de conseguirem controlar as condições ambientais no interior das instalações de armazenamento, permitindo a maximização da atividade inseticida (Sousa; Vitória; Tanamati *et al.*, 2010). Nesses locais, os produtos podem ser utilizados na forma de pós, extratos e óleos (Sousa; Vitória; Tanamati *et al.*, 2010).

As plantas, coevoluem com insetos além de outros microrganismos, e são organismos que possuem fontes naturais, substâncias inseticidas e antimicrobianas, elas são produzidas pelo vegetal em resposta de um dos ataques patogênicos (Marangoni; Moura; Garcia, 2012). Várias substâncias podem se acumular no vegetal para ajudar na sua defesa contra microrganismos (Marangoni; Moura; Garcia, 2012). O emprego de inseticidas botânicos usados no controle de pragas dos grãos de feijão armazenados, mostrou-se que é bastante promissor, pois facilita o controle das condições

ambientais dos locais de armazenamentos, proporcionando a maximização da atividade inseticida (Tavares; Vendramim, 2005).

2.2 Metodologia da pesquisa

2.3.1 Área de estudo e espécies utilizadas

O inseto-praga *Callosobruchus maculatus* é nativo da África e tem hábito alimentar primário. Foram distribuindo-se entre as regiões tropicais e subtropicais, com isso é a principal praga de grãos armazenados, podendo reduzir o seu valor comercial em até 100% (Quintela *et al.*, 1991; Pereira *et al.*, 2008). O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI, sob condições controladas com temperatura de 30 ± 2 °C, $70 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 h.

2.3.2 Material utilizado

No experimento foi utilizado vários quilos de feijão-caupi, um frasco pequeno de óleo de mamona, potes de vidro de 5L, micropipeta, potes de plástico pequenos com tampas de plásticos, arenas (que são postes ligados com um canudo), balança de precisão, elásticos, telas.

2.3.3 Experimento realizado

Os grãos de feijão-caupi utilizados nesse experimento foram obtidos no comércio local, para que os resultados do experimento não fossem alterados por meio de possíveis contaminações procedentes do campo, os grãos foram colocados em freezer sob temperatura de -10°C, durante 72 horas. Após a retirada do freezer, foram mantidos no laboratório à temperatura ambiente.

O óleo de mamona utilizado no experimento foi obtido no comércio local de Teresina, pelo fato de ser barato e acessível ao consumidor e para o agricultor.

Foram realizados testes preliminares visando definir as faixas de concentração do óleo utilizado, capazes de promover mortalidades em torno de 5 e 95% nos insetos, utilizando-se grãos de *C. maculatus*, juntamente com cada óleo fixo aplicado, determinando-se também as concentrações intermediárias.

Os insetos adultos do caruncho *C. maculatus* utilizados neste experimento foram obtidos a partir da criação de um estoque mantido no Laboratório de Entomologia. Os mesmos foram criados em grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), acondicionados em vidro 5L, fechados, com tecido fino permitindo as trocas gasosas com o meio. Os insetos ficaram confinados durante sete dias para efetuarem a postura de ovos. Em seguida, foram retirados dos vidros e

posteriormente, os vidros foram estocados por um período de 23 dias até que os novos insetos emergirem. Esse processo foi efetuado por sucessivas gerações, a fim de assegurar uma quantidade de adultos suficientes para a execução deste experimento.

Na avaliação do efeito inseticida por contato foram utilizados recipientes plásticos de 100 mL de capacidade onde foram acondicionadas parcelas com 20 g de feijão comum, infestadas com 10 fêmeas de *C. maculatus* com 0-48 h de idade. Cada óleo foi impregnado aos grãos com auxílio de pipetador automático, e submetidos à agitação manual durante dois minutos, com as seguintes concentrações: 60, 70, 80, 100, 130, 150, 170, 190, 210, 230 e 250 $\mu\text{L}/20\text{ g}$, para o óleo de mamona.

Decorridas 48h da montagem do experimento, avaliou-se a mortalidade e as fêmeas foram eliminadas. Os ovos depositados nos grãos foram contabilizados aos 12 dias e os insetos emergidos aos 32 dias de confinamento. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e 10 insetos para cada tratamento.

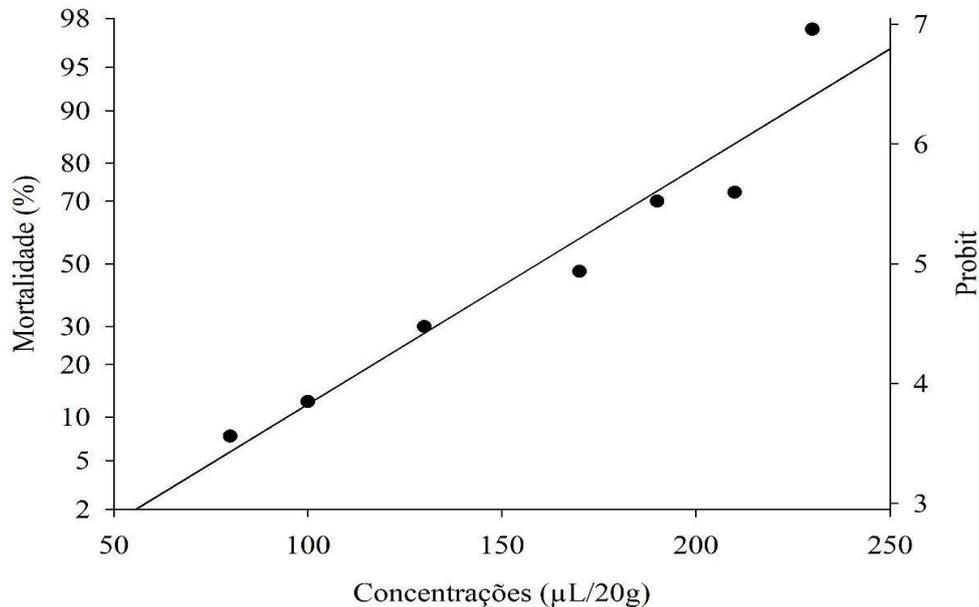
2.3.4 Estatística utilizada

Os resultados de oviposição e emergência foram submetidos à análise de regressão e, também, foram determinadas as concentrações letais (CL_{50} e CL_{95}) para cada óleo testado via PROC PROBIT do programa computacional SAS version 8.02 (SAS Institute, 2001). As Razões de toxicidade (RT) foram obtidas através do quociente entre a CL_{50} e/ou CL_{95} do óleo de menor toxicidade pelo de maior toxicidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teste de contato, a concentração letal CL_{50} foi de 155,71 $\mu\text{L}/20\text{ g}$, com intervalo de confiança de 136,87 a 176,25 $\mu\text{L}/20\text{ g}$, já a CL_{95} foi de 292,31 $\mu\text{L}/20\text{ g}$ com intervalo de confiança de 240,40 a 434,09 $\mu\text{L}/20\text{ g}$ (Figura 1). A inclinação da reta para concentração/resposta foi de $6,01 \pm 0,87$. A concentração letal CL_{50} que é medida de toxicidade foi relativamente alta quando comparada há alguns óleos essenciais, porém, quando usados óleos fixos sobre *C. maculatus* não existem muitas informações, sendo o valor estimado no presente trabalho, funcionando como referência.

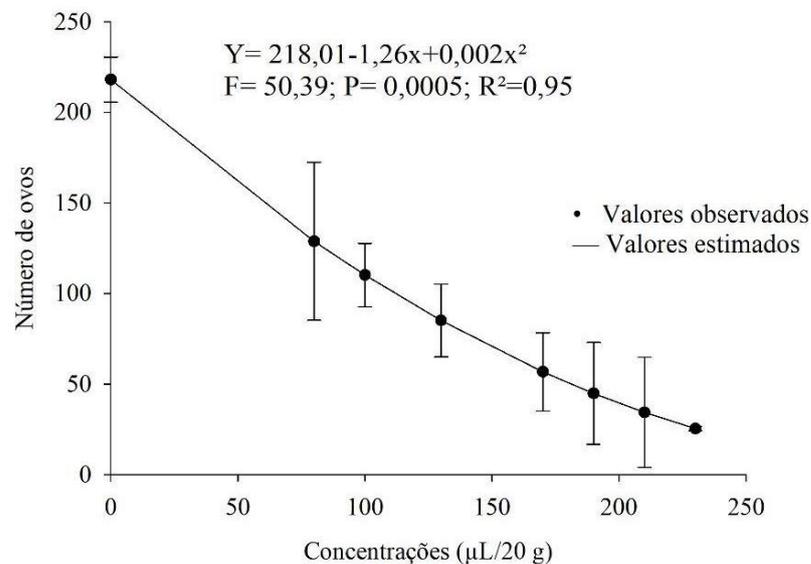
Figura 1. Toxicidade (concentração/resposta) por contato do óleo de mamona sobre *Callosobruchus maculatus*.



Fonte: Autores, 2024.

O número de ovos de *C. maculatus* ajustou-se ao modelo de regressão quadrática, reduzindo com o aumento da concentração de óleo (Figura 2). Através da equação de regressão quadrática pode-se estimar 315 como a concentração que proporciona menor número de ovos depositados nos grãos.

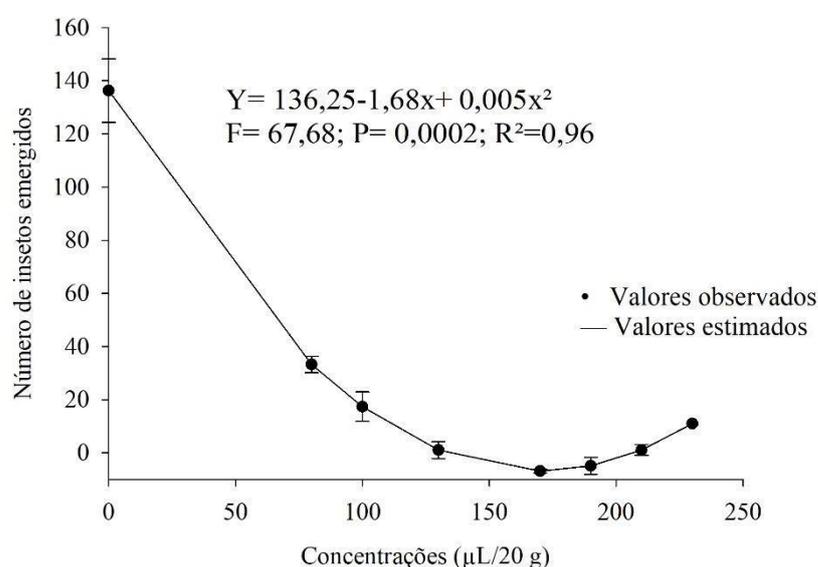
Figura 2 - Número de ovos (média \pm erro padrão) de *Callosobruchus maculatus* em grãos de feijão comum tratados com óleo de mamona.



Fonte: Autores, 2024.

A concentração de 230 $\mu\text{L}/20\text{ g}$ permitiu a oviposição de 4 ovos em média, o que significa uma redução de 98,2% em relação ao tratamento testemunha. O número de insetos emergidos também se ajustou ao modelo de regressão quadrática (Figura 3), apresentando coeficiente de determinação de 0,96, o que representa 96% de ajuste ao referido modelo de regressão. Através da equação de regressão pode-se estimar a concentração mínima que proporciona menor emergência de adultos, sendo esta de 168 $\mu\text{L}/20\text{ g}$. A concentração 230 $\mu\text{L}/20\text{ g}$ não permitiu a emergência de insetos adultos. Este resultado evidencia o potencial do óleo de mamona para a redução populacional de *C. maculatus*, quando utilizada esta concentração testada.

Figura 3 - Número de insetos emergidos (média \pm erro padrão) de *Callosobruchus maculatus* em grãos de feijão comum tratados com óleo de mamona.



Fonte: Autores, 2024.

Em ambas as concentrações letais o óleo de mamona foi classificado como neutro, portanto, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre óleo e testemunha (Tabela 1). Porém, em termos absolutos a quantidade de insetos atraídos no tratamento com óleo foi menor que na testemunha.

Tabela 1 - Efeito repelente do óleo de mamona em adultos de *Callosobruchus maculatus* em grãos de feijão comum.

Conc.	Adultos Atraídos		IR(M ± DP) ²	Classificação
	Testemunha	Óleo ¹		
CL ₅₀	11,8±1,59	5,4±2,29	0,58±0,55	Neutro
CL ₉₅	10,4±2,16	7,2±1,68	0,84±0,46	Neutro

¹*Significativo pelo teste “t” (P < 0,05); ²IR (Índice de repelência) = 2G/G+P (G=% de insetos atraídos no tratamento; P=% de insetos atraídos na testemunha). (DP) Desvio padrão.

Fonte: Autores, 2024.

Em relação à oviposição e emergência de insetos em teste de repelência, o número de ovos e de insetos emergidos foi significativamente menor (P<0,05) quando aplicado ambas as concentrações letais CL₅₀ e CL₉₅ do óleo de mamona (Tabela 2).

Tabela 2. Oviposição e emergência de *Callosobruchus maculatus* em teste de repelência com óleo de mamona.

Concentração	Número de ovos (±EP)		Número de insetos (±EP)	
	Testemunha	Óleo ¹	Testemunha	Óleo ¹
CL ₅₀	100,8±24,71	27,0±13,88*	72,0±23,64*	0,0±0,0
CL ₉₅	164,2±27,76	42,8±14,66*	81,2±15,16*	0,0±0,0

¹*Significativo pelo teste “t” (P < 0,05); EP Erro padrão.

Fonte: Autores, 2024.

A redução do número de ovos em relação à testemunha foi semelhante para ambas as concentrações letais (73%). Já para o número de insetos houve redução de 100% da emergência de adultos em ambas as concentrações letais.

No geral com os resultados obtidos, observou-se que o óleo de mamona apresenta potencial inseticida para *C. maculatus*, podendo ser utilizado como parte de programas de manejo integrado de pragas de produtos armazenados. Porém, um empecilho pode ser a quantidade de óleo necessária para o controle efetivo dos insetos e a disponibilidade de material vegetal para extração.

4 CONCLUSÃO

O óleo de mamona apresenta toxicidade à *Callosobruchus maculatus*, provocando mortalidade e reduzindo o número de ovos e insetos emergidos.

Nas concentrações letais CL₅₀ e CL₉₅ o óleo de mamona apresentou-se como neutro aos insetos.

As descobertas do estudo sobre o efeito inseticida do óleo de mamona fornecem informações valiosas para pesquisas futuras no desenvolvimento de métodos alternativos de controle de pragas, pois os resultados apontaram para um possível tratamento biológico voltado para o manejo de culturas agrícolas contra danos e perdas por pragas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SANTOS, A. A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da S.; ROCHA, M. de M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2002. 108p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2). Editor Técnico: Valdenir Queiroz Ribeiro.

ALMEIDA, S.A.; ALMEIDA, F.A.C.; SANTOS, N.R.; ARAÚJO, M.E.R.; RODRIGUES, J.P. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.1, 2004, p.67-70.

BASTOS, E. A. A Cultura do feijão-caupi no Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Brasília, DF: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Divisão de Análise de Risco de Pragas**, 2016. 70 p.

BRITO, L. C. R. **Comportamento de cultivares de feijão-caupi de porte semiprostrado em resposta à diferentes densidades de plantas**. 2014, 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias. Teresina, 2014. Disponível em: Acesso em: 12 set. 2019.

BRITO, R. C. **Uso de óleos essenciais no manejo de *Callosobruchus maculatus* (fabr.) (coleoptera:chrysomelidae, bruchinae), em grãos de caupi..** 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí.

CASTRO, M.J.P; SILVA, P.H.S; SANTOS, J.R; SILVA, J.A. Efeito de pós vegetais sobre a oviposição de *Callosobruchus maculatus* (Fabr.) (Coleoptera: Bruchidae) em feijão caupi. **Bioassay**, v.5, n.4, 2010. Disponível em: <https://www.bioassay.org.br/bioassay/article/view/44/115>. Acesso em: 21 set. 2019.

EMBRAPA MEIO-NORTE.EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **FEIJÃO-CAUPI: melhoramento genético para o avanço da cultura**.2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/61893>. Acesso em: 26 set. 2019.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; VIEIRA, P. F. de M. J.; **Colheita, beneficiamento e acondicionamento**. In: BASTOS, E. A. (Ed.). Cultivo de feijão-caupi. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1061795/colheita-beneficiamento-e-acondicionamento>. Acesso em: 28 set. 2019.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S.S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; FILHO, E.B.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. 10.ed. Piracicaba: FEALQ, 2002. 837p. KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L. Óleos essenciais e sua extração por arraste a vapor. Rio de Janeiro: **EMBRAPA-CTAA**, 1991. 24 p. (Documentos, 8).

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 80p.

MARANGONI, C.; MOURA, N. F.; GARCIA, F. R. M. Utilização de óleos essenciais e extratos de plantas no controle de insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.6, n.2, p. 95 a 112, 2012.

MOREIRA, M.D.; PICANÇO, M.C.; SILVA, É.M.; MORENO, S.C.; MARTIN, J.C. **Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas**, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318502396_Inseticidas_botanicos_no_controle_de_pragas_de_produtos_armazenados. Acesso em: 4 nov. 2019.

MORAIS, L. A. S. de; GONÇALVES, G. G.; BETTIOL, W. Óleos essenciais no controle de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 17, p. 257-304, 2009.

MORAIS, L. A. S. de Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 2, p. S3299-S3302, ago. 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/577686>. Acesso em: 12 nov. 2019.

PEREIRA, C.J., E.J.G. PEREIRA, E.M.G. CORDEIRO, T.M.C. DELLA LUCIA, M.R. TÓTOLA & R.N.C. GUEDES. Organophosphate resistance in the maize weevil *Sitophilus zeamais*: **Magnitude and behavior**. Crop Protection. 28: 168-173. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219408001889>. Acesso em: 19 nov. 2019.

PEREIRA, A. C.R.L.; OLIVEIRA, J. V. de; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CAMARA, C. A. G. da. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.] **Ciênc. Agrotec.** [online]. 2008, vol.32, n.3, pp.717-724. ISSN 1413-7054.

PREZOTTI, L.; HAJI, F. N. P.; ALENCAR, J. A. de. Pragas do milho e feijão. Petrolina: **EMBRAPA-CPATSA**, 1995. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22ALENCAR,%20J.%20A.%20de%22>. Acesso em: 9 dez. 2019.

QUINTELA, E. D.; QUINDARÉ, M. A. W.; ROBERTS, D. W. Principais pragas do caupi no Brasil. Goiânia: **Embrapa-CNPAP**.1991. 38p. (Embrapa-CNPAP). (Documentos,35).

REDA, S. Y.; CARNEIRO, P. B. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Revista Analytica**, n. 27, p. 60-67, 2007.

RIBEIRO, V. Q. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2002. 108p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2). Editor Técnico: Valdenir Queiroz Ribeiro.

SAITO, M. L.; LUCCHINI, F. Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente. Jaguariúna: **EMBRAPA-CNPMA**, 1998. 46p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 12).

SILVA, M. C. F.; FONTES, L. S.; BARBOSA, D. R. S.; SILVA, N. M. O.; SILVA, G. N.; CARVALHO, M. S. Insecticidal activity of fixed oils on *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera: Chrysomelidae) in common bean stored. **International Journal of Tropical Insect Science**. 2023.

SANTANA, C. S. **Efeito de óleos essenciais no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boh., 1833) (coleoptera:chrysomelidae: bruchinae) em feijão fava (*Phaseolus lunatus*)**, 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí.

SOUSA, M. N.; VITÓRIO, A. C.; TANAMATI, A.; LIMA, A. P.; LIMA, H. O. S. pós de Folhas, Ramos e Sementes de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) Como Repelente de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) em milho armazenado. **Revista Brasileira de Pesquisa em alimentos, Campos Mourão(PR)**, v. 1, n. 1, p.21-24, jan./jun., 2010.

TAVARES, M. A. G. C.; VENDRAMIM, J. D. Bioatividade da Erva-de-Santa-Maria, *Chenopodium ambrosioides* L., sobre *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Neotrop. Entomol.**, v.34, n.2, p.319-323, 2005.

CAPÍTULO 10

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE USO DO FUNGO *Beauveria bassiana* NO CONTROLE DE PRAGAS EM PLANTAS

BIBLIOMETRIC ANALYSIS ON THE USE OF THE FUNGUS *Beauveria bassiana* IN PEST CONTROL ON PLANTS

Patrycia Elen Costa Amorim   

Doutoranda em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil

Larissa Ferreira Gomes Chaves   

Mestranda em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís-MA, Brasil

Milena de Almeida Bastos do Nascimento   

Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil

Fagner Nogueira Ferreira   

Doutorando em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil

Rodrigo Rafael da Silva   

Doutorando em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil

Railda Silva Gomes   

Mestranda em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís-MA, Brasil

Fernanda Nunes Cerqueira   

Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís-MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.769 

Resumo: As pragas agrícolas impactam significativamente a produtividade agrícola mundial, assim o uso de agroquímicos para seu controle são utilizados abundantemente. No entanto, tais produtos contribuem para resistência dos insetos e problemas ambientais. A busca por tecnologias sustentáveis se torna necessário a fim de permitir que os produtores produzam alimentos com qualidade e quantidade suficientes para abastecer a população, ao mesmo tempo que reduzem a aplicação de produtos químicos sintéticos. Neste cenário, o objetivo do estudo foi realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso do fungo *Beauveria bassiana* no controle de pragas em plantas. Para pesquisar os artigos, foram empregados os termos de busca: "*Beauveria bassiana*" AND "*pests*" AND "*plants*" na base de dados *Web of Science* (WoS). Em seguida, foi realizado a análise bibliométrica em software RStudio considerando o período de 1966 a 2024. A pesquisa identificou 170 publicações, publicadas em 90 fontes, com a contribuição de 673 autores, e uma taxa de crescimento anual de cerca de 4,38%. A China foi o principal país pesquisador da temática, com 50% das intuições relevantes pertencentes ao país. O estudo concluiu que o tema do uso do fungo entomopatogênico no controle de pragas em plantas se expandiu ao longo do período estudado. Essas informações são importantes para pesquisadores, pois direcionam os processos de desenvolvimento e tendências futuras da pesquisa.

Palavras-chave: Fungos entomopatogênicos. Insetos agrícolas. Controle biológico. *Web of Science*. Bibliometria.

Abstract: Agricultural pests significantly impact global agricultural productivity, so the use of agrochemicals to control them is widely used. However, such products contribute to insect resistance and environmental problems. The search for sustainable technologies becomes necessary in order to allow producers to produce food with sufficient quality and quantity to supply the population, while reducing the application of synthetic chemicals. In this scenario, the objective of the study was to carry out a bibliometric analysis of scientific production on the use of the fungus *Beauveria bassiana* in controlling pests in plants. To search for articles, the search terms were used: "*Beauveria bassiana*" AND "*pests*" AND "*plants*" in the *Web of Science* (WoS) database. Then, bibliometric analysis was carried out using RStudio software considering the period from 1966 to 2024. The research identified 170 publications, published in 90 sources, with the contribution of 673 authors, and an annual growth rate of around 4.38%. China was the main country researching the topic, with 50% of relevant institutions belonging to the country. The study concluded that the topic of using entomopathogenic fungi to control pests in plants expanded throughout the period studied. This information is important for researchers, as it guides development processes and future research trends.

Keywords: Entomopathogenic fungi. Agricultural insects. Biological control. *Web of Science*. Bibliometrics.

1 INTRODUÇÃO

As pragas de insetos induzem estresses bióticos e abióticos em plantas cultivadas, gerando redução e enormes perdas de produtividade nas plantas mundialmente (Bamisile *et al.*, 2021). Assim, os agricultores adotam estratégias com o uso de pesticidas de ação rápida e custo-efetivas para minimizar os riscos de perdas de safras nos campos agrícolas, protegendo-os de pragas indesejadas para produzir mais grãos, vegetais e outras safras (Saddam *et al.*, 2024). No entanto, seu uso extensivo e muitas vezes irresponsável resulta em resistência a pragas, ressurgimento de pragas

secundárias e uma interrupção ou eliminação de complexos de inimigos naturais, reduzindo assim a eficácia dos processos de controle natural (Mantzoukas; Eliopoulos, 2020).

Neste cenário novos métodos estão sendo desenvolvidos na área de biopesticidas, e a produção e comercialização de biopesticidas estão aumentando significativamente em todo o mundo devido ao notável resultado do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Saddam *et al.*, 2024). Dentro do MIP o uso de fungos entomopatogênicos (EPF) é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de programas para que ocorra a substituição progressiva de inseticidas químicos sintéticos por medidas de controle de pragas mais sustentáveis (Quesada-Moraga *et al.*, 2022).

O fungo *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales) é uma das espécies de EPF mais estudado, tem sido apontado como um agente promissor para uso como bioinseticida, adequado para controlar diversas pragas agrícolas (Dannon *et al.*, 2020; El-Maraghy *et al.*, 2023; Bhattacharyya *et al.*, 2023). Isso se deve as muitas vantagens do uso de fungos entomopatogênicos sobre os inseticidas tradicionais englobando custo-benefício, elevado rendimento, ausência de efeitos colaterais prejudiciais para organismos benéficos, redução de resíduos químicos no meio ambiente e incremento da biodiversidade nos ecossistemas (Mantzoukas; Eliopoulos, 2020).

Diante disso, considerando a importância da temática, inovações, avanços, e também para o aperfeiçoamento e organização da produção científica, torna-se imprescindível adquirir informações confiáveis, tendências e projeções sobre o tema em base de dados, como *Web of Science* (WoS) através de um estudo bibliométrico da literatura científica. Através do método bibliométrico é realizado uma análise quantitativa que proporciona a síntese de dados e o reagrupamento das inúmeras obras, possibilitando maior precisão nas avaliações (Souza *et al.*, 2022). O estudo em questão tem como objetivo realizar uma análise bibliométrica da produção científica sobre o uso do fungo *Beauveria bassiana* para o controle de pragas em plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo realizou uma análise bibliométrica quantitativa para identificar as características das publicações científicas sobre o uso do fungo *Beauveria bassiana* no controle de pragas em plantas. A coleta de dados foi realizada no banco de dados WoS (*Web of Science*) disponibilizada no Portal de Periódicos CAPES. Segundo Li, Goerlandt e Reniers (2021) a WoS é um banco de dados amplamente usado em mapeamento de pesquisa de segurança mundialmente, pois apresenta uma tecnologia de indexação robusta que minimiza o efeito indexador com uma cobertura mais ampla quando comparado a outras bases de dados (Okaiyeto; Oguntibeju, 2021). As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: "*Beauveria bassiana*" AND "*pests*" AND "*plants*", identificando através

destas um total de 170 documentos no período de 1966 a 2024 (acesso em 11/07/2024). Em seguida, esses documentos foram baixados e salvos em extensão txt para análise bibliométrica, utilizando o pacote Bibliometrix R no RStudio (versão 4.3.3), responsável por realizar as análises dos dados e gerar os gráficos, figuras e tabelas (Aria; Cuccurullo, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela apresenta as informações gerais sobre o estudo realizado no período de 1966 a 2024. Foram encontradas 170 publicações relacionados ao uso de *Beauveria bassiana* no controle de pragas em plantas, sendo publicadas em 90 periódicos com a participação de 673 autores, com 8 documentos de autoria única, 8 coautores por documento, e 34,12% dos documentos com participação de coautores internacionais. A taxa de crescimento anual foi de 4,38%, em 58 anos, com uma quantidade média anual de publicações de 5,81, demonstrando um aumento nas pesquisas no período analisado.

Tabela 1 – Informações gerais.

Descrição	Resultados
Intervalo de tempo	1966:2024
Fontes (Revistas, Livros, etc)	90
Documentos	170
Taxa de crescimento anual %	4,38
Média de documento	5,81
Palavras-chaves Plus (ID)	534
Palavras-chaves do autor (DE)	500
Autores	673
Documentos de autoria única	8
Coautores por documentos	8
Coautores internacionais %	34,12
Artigo	141
Artigo; acesso	4
Artigo; documento de processo	1
Documento de processo	7
Revisão	16

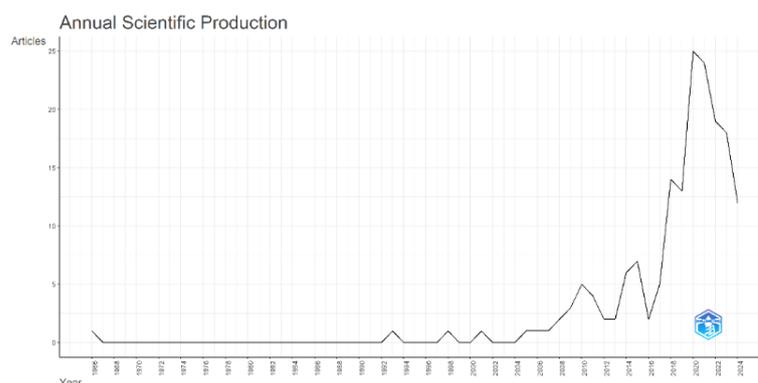
Análise; acesso antecipado **1**

Nota: %: porcentagem

Fonte: Elaborada pelos autores, a partir do Levantamento *Web of Science* (2024).

A pesquisa recuperou 170 artigos, apresentando uma variação de publicações entre 1966 e 2024 (Figura 1). Os documentos com uso de *Beauveria bassiana* no controle de pragas em plantas foram iniciados em 1966 com o documento intitulado “Notas sobre a biologia de *Ecpantheria icasia* (Lepidoptera: Arctiidae), uma praga de bananas” que tratava da ocorrência de larvas de *Ecpantheria icasia* Cramer que se tornavam pragas de bananas na América Central ao se alimentarem dos dedos de banana. No estudo (ovos e pupas foram infectados com o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Balsamo)) (Harrison; Stephens, 1966, p. 671).

Figura 1 – Número de publicações por ano.



Fonte: Dados da pesquisa elaborados a partir do levantamento *Web of Science* (2024).

Verifica-se que após o ano de 1966 houve um período de pausa nas publicações até 1992. Nos anos seguintes novamente observou-se uma oscilação nas produções científicas, apresentando publicações apenas nos anos de 1993, 1998, 2001, 2005, 2006 e 2007. Em 2020 e 2021, o número de publicações atingiu os maiores quantitativos ao longo do período estudado, com 25 e 24 publicações, respectivamente (Figura 1). Salienta-se que no ano de 2024 houve apenas 12 artigos computados, porém deve-se considerar que a coleta dos dados foi até 11/07/2024 (Figura 1). Conforme, Zhou *et al.* (2024, p. 09) (a tendência no volume de publicação da literatura reflete até certo ponto a intensidade da pesquisa em um campo específico durante um determinado período).

O crescimento das publicações de 2018 a 2024 observada na Figura 2, ocorreu provavelmente devido ao uso alternativo do fungo *Beauveria bassiana* para controlar a resistência a insetos e reduzir a contaminação ambiental por pesticidas químicos, além do interesse no MIP.

Segundo Dannon *et al.* (2020) diante deste problema, métodos alternativos compreendendo o uso de fungos entomopatogênicos como biopesticida podem ser capazes de preservar o ambiente, a biodiversidade e garantir a boa qualidade das culturas. Segundo o autor pesquisas preexistentes apontam o potencial como inseticida *Beauveria bassiana* em algumas espécies de insetos-praga.

Os países mais relevantes em estudos com *Beauveria bassiana* no controle de insetos em plantas são listados na Tabela 2. A China se destaca com o maior número de artigos publicados (82), seguida pela Índia (38), e o Brasil é o terceiro com 33 artigos.

Tabela 2 – Principais países com maior frequência de publicações.

Países	Frequência
China	82
Índia	38
Brasil	33
Paquistão	22
Arábia Saudita	22
EUA	22
Espanha	17
Egito	16
Grécia	15
Japão	15

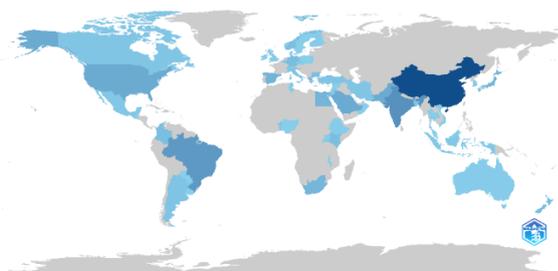
Fonte: Dados da pesquisa elaborados a partir do levantamento *Web of Science* (2024).

A liderança da China, provavelmente decorre-se da produção agrícola intensiva, sendo necessário grande aplicação de agrotóxicos para melhorar e garantir a segurança alimentar da população, este manejo intensivo ocasiona incertezas no desenvolvimento sustentável da agricultura (Fan *et al.*, 2024). O Brasil ocupa a terceira colocação mundial devido ser um dos maiores produtores mundiais de commodities agrícolas, incluindo arroz, cevada, milho, soja, trigo e café (FAOSTAT, 2021). Diante disso, o uso de pesticidas químicos é a estratégia mais comumente usada no país, porém gera problemas ambientais, resistência à pragas e toxicidade humana (Venzon, 2021), assim a exploração de métodos de controle natural e busca por alternativas ao manejo convencional das pragas, vem sendo estudada de maneira crescente pelos pesquisadores do país.

A Figura 2 mostra o mapa geográfico das contribuições mundiais dos 108 países envolvidos na temática estudada de acordo com o volume de artigos publicados. As cores mais intensas remetem a maior volume de publicação no país.

Figura 2 – Distribuição global das publicações.

Country Scientific Production



Fonte: Dados da pesquisa elaborados a partir do levantamento *Web of Science* (2024).

De acordo com a análise, dentre as 10 instituições mais relevantes a *Fujian Agriculture and Forestry University* foi a instituição reportada que mais contribuiu para pesquisas com uso *Beauveria bassiana* para controle de insetos em plantas, com um total de 20 publicações (Tabela 3). O *Egyptian knowledge bank (EKB)* publicou 16 artigos, ocupando a segunda colocação, seguido pela instituição *Chinese Academy of Agricultural Sciences* com 13 publicações. Nota-se que as instituições chinesas foram responsáveis por 50% das instituições listadas na Tabela 3, e destaca-se que a China foi o principal país investigador nesta temática, reforçando o interesse dos pesquisadores na busca por alternativas sustentáveis e eficientes no controle das pragas agrícolas.

Tabela 3 – Principais instituições relevantes por número de documentos publicados.

Instituições	Artigos
<i>Fujian Agriculture and Forestry University</i>	20
<i>Egyptian knowledge bank (EKB)</i>	16
<i>Chinese Academy of Agricultural Sciences</i>	13
<i>Universidad de Cordoba</i>	10
<i>Indian Council of Agricultural Research (ICAR)</i>	9
<i>Institute of Plant Protection, CAAS)</i>	9
<i>International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE)</i>	9
<i>Ministry of Agriculture and Rural Affairs</i>	8
<i>Zhejiang University</i>	8
<i>Norwegian Institute of Bioeconomy Research</i>	7

Fonte: Dados da pesquisa elaborados a partir do levantamento *Web of Science* (2024).

A *Fujian Agriculture and Forestry University* é uma instituição de ensino superior líder na província de Fujian, apoiada conjuntamente pelo Ministério da Agricultura, Administração

Florestal Estatal e Governo Provincial de Fujian na China. Tal instituição apresenta diversos Programas de pós-graduação *stricto sensu*, dentre eles Biotecnologia Agrícola.

Os 10 principais periódicos influentes sobre uso *Beauveria bassiana* no controle de insetos em plantas, estão listados na Tabela 4. O periódico *Egyptian Journal of Biological Pest Control* foi o primeiro da lista com 17 publicações, seguido do *Biological Control e Pest Management Science*, ambos com 10 publicações cada. A *Insects* publicou 9 artigos relacionados ao assunto estudado.

Tabela 4 – Principais periódicos influentes

Periódicos	Artigos
<i>Egyptian Journal of Biological Pest Control</i>	17
<i>Biological Control</i>	10
<i>Pest Management Science</i>	10
<i>Insects</i>	9
<i>International Journal of Tropical Insect Science</i>	7
<i>Biocontrol Science and Technology</i>	4
<i>Frontiers in Microbiology</i>	4
<i>Journal of Pest Science</i>	4
<i>Scientific Reports</i>	4
<i>Agriculture-Basel</i>	3

Fonte: Dados da pesquisa elaborados a partir do levantamento *Web of Science* (2024).

O *Egyptian Journal of Biological Pest Control* é um periódico da *Springer Nature* de elevada classificação, que apresenta como objetivo publicar artigos de pesquisa de alta qualidade, revisados por pares, internacionalmente, no campo do controle biológico e integrado de pragas (controle não químico). Suas publicações envolvem artigos de revisão, artigos originais, relatórios de conferências, resenhas de livros, editoriais, relatórios de laboratório, notas técnicas e comunicações curtas. Os periódicos são as fontes mais valiosas de evoluções acadêmicas e relatórios científicos (Ni *et al.*, 2023). Isso indica que publicações em fontes confiáveis consolidam resultados científicos, gerando oportunidades para os atuais e futuros pesquisadores identificarem locais para buscar conhecimento na área.

Um total de 673 autores estão envolvidos com os estudos sobre o uso *Beauveria bassiana* no controle de insetos em plantas. Dentre eles o mais relevante é Akutse KS pertencente ao *International Centre of Insect Physiology and Ecology* (ICIPE), em Nairobi, Quênia. Este autor foi responsável por 7 publicações no período analisado no estudo (Tabela 5). Akutse KS, é PhD em Entomologia Agrícola (Ciências Ambientais) pela North-West University na África do Sul, Mphil. Em 2017, se juntou ao ICIPE como Cientista de Desenvolvimento de Biopesticidas na Unidade de Patologia de Artrópodes, onde colaborou de forma intensa para o desenvolvimento e registro de diversos biopesticidas contra as principais pragas agrícolas e pecuárias na África. Atualmente, é

cientista sênior no tema de saúde vegetal do ICIPE, sendo especialista em controle biológico, com habilidade em interações patógeno-inseto-planta (ICPIPE, 2024).

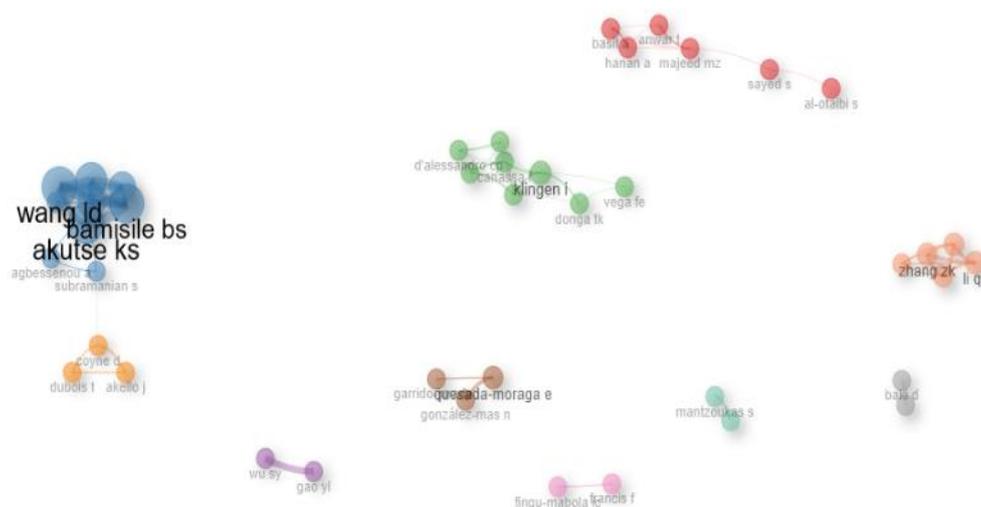
Tabela 5 – Principais autores relevantes em publicações

Autores	Artigos
Akutse KS	7
Bamisile BS	6
Mantzoukas S	6
Quesada-Moraga E	6
Wang LD	6
Dash CK	5
Gao YL	5
Keppanan R	4
Klingen I	4
Majeed MZ	4

Fonte: Dados da pesquisa elaborados a partir do levantamento *Web of Science* (2024).

No campo de estudo, muitos autores, de países e regiões diversas, trabalham juntos para gerar uma rede de colaboração, conforme observado na Figura 3. Nesta imagem, o tamanho dos pontos demonstra a quantidade de pesquisas desenvolvidas dos autores, as linhas conectadas entre dois pontos expressam as relações de cooperação, enquanto a largura do link é proporcional ao número de publicações conjuntas. Houve a formação de 10 clurtes considerando os 50 autores mais influentes. Identifica-se dois clusters principais: o cluster vermelho I, que foi composto pelos autores de destaque Majeed mz, Sayed S, Al-otaibi S, Anwar T, Basit A e Hanan A; e o clueter azul II, inclui os autores Akutse Ks Bamisile BS, Wang ID, Dash CK, Keppanan R, Qasim M, Subrmanian S, Agbessenou A e Aguila LCR. Vale destacar que 4 clurtes apresentaram rede de colaboração com apenas dois autores, como é o caso dos clurters que incluem Mantzouas S, Bakid D, Wu Sy e Francis F (Figura 3).

Figura 3 - Rede colaboração entre autores.



Fonte: Dados da pesquisa elaborados a partir do levantamento *Web of Science* (2024).

Conforme Barbu *et al.* (2022) a pesquisa atualmente é dependente de redes de colaborações científicas, pois os pesquisadores não trabalham mais de forma individualizada mais integrativa com outros investidores buscando combinar habilidades e técnicas multidisciplinares para alcançar objetivos comuns. Assim, o autor define a análise de coautoria como um método popular para analisar e avaliar padrões de colaboração científica.

A Tabela 6 exibe as 10 publicações mais citadas no estudo o uso *Beauveria bassiana* no controle de insetos em plantas. Vega Fe em 2018, Jaber Lr em 2018 e Gurulingappa em 2010 tiveram 226, 224 e 187 citações, respectivamente. Vega Fe em 2018 publicou o trabalho intitulado “Estabelecimento do entomopatógeno fúngico *Beauveria bassiana* como endófito na cana-de-açúcar, *Saccharum officinarum*.” Jaber Lr em 2018 publicou o trabalho com o título “Podemos usar fungos entomopatogênicos como endófitos para controle biológico duplo de insetos-praga e patógenos de plantas?.” Gurulingappa publicou “Colonização de plantas cultivadas por entomopatógenos fúngicos e seus efeitos sobre duas pragas de insetos quando em planta” em 2010. A frequência de citação é um índice de avaliação importante, pois fornece uma medida objetiva da influência do artigo para comunidade científica, demonstrando assim o valor da citação e indicando o grau de atenção que um artigo recebeu no campo (Ni *et al.*, 2023).

4 CONCLUSÃO

Este estudo foi desenvolvido utilizando o método bibliométrico, analisando 170 artigos, no período de 1966 a 2024, listados na base de dados *Web of Science* no Portal de Periódicos CAPES, fornecendo uma análise quantitativa, generalizada, e atual sobre o uso do fungo *Beauveria bassiana* no controle de pragas em plantas, contribuindo no entendimento, projeções e tendências das produções científicas sobre a temática, considerando que até o momento não existem revisões bibliométricas sobre o assunto. Através dos resultados obtidos percebe-se uma tendência de aumento de publicações científicas a partir do ano de 2018 até o ano atual (2024), apresentando, com uma taxa de crescimento anual de 4,38%, sugerindo assim interesse dos pesquisadores sobre o tema.

Pesquisas na perspectiva bibliométrica, abordando o uso de fungos entomopatogênicos no controle de pragas em plantas tem elevada contribuição científica, pois fornecem descobertas valiosas para agricultores e pesquisadores sobre histórico de dados, tendências e direciona para rotas de pesquisas deficitárias.

Nesse interim, sugere-se para estudos futuros explorar outros bancos de dados, uma vez que na plataforma *Web of Science*, encontrou uma tendência de crescimento, porém com oscilações entre os anos de publicações científicas. Recomenda-se ainda utilizar a ferramenta da bibliometria em outras perspectivas, visto que este método permite trabalhar com diversas linhas de estudo, realizando o levantamento de informações interessantes e de relevância científica, em qualquer área de estudo.

REFERÊNCIAS

- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017. DOI: [10.1016/j.joi.2017.08.007](https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007).
- BAMISILE, B. S. *et al.* Model Application of Entomopathogenic Fungi as Alternatives to Chemical Pesticides: Prospects, Challenges, and Insights for Next-Generation Sustainable Agriculture. **Frontiers in plant science**, v. 12, p. 741804, 2021. DOI: [10.3389/fpls.2021.741804](https://doi.org/10.3389/fpls.2021.741804).
- BARBU, L. *et al.* Knowledge Mapping of Optimal Taxation Studies: A Bibliometric Analysis and Network Visualization. **Sustainability**, v. 14, n. 2, p. 1043–1043, 2022. DOI: [10.3390/su14021043](https://doi.org/10.3390/su14021043).
- BHATTACHARYYA, P. N. *et al.* Perspectives of *Beauveria bassiana*, an entomopathogenic fungus for the control of insect-pests in tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]: opportunities and challenges. **International journal of tropical insect science**, v. 43, n. 1, p. 1–19, 2023. DOI: [10.1007/s42690-022-00932-1](https://doi.org/10.1007/s42690-022-00932-1).

DANNON, H. F. *et al.* Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. **Journal of cotton research**, v. 3, n. 1, 2020. DOI: 10.1186/s42397-020-00061-5.

EL-MARAGHY, S. S. M. *et al.* Pathogenicity and other characteristics of the endophytic *Beauveria bassiana* strain (Bals.) (Hypocreales: Cordycipitaceae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 33, n. 1, p. 79, 2023. DOI: 10.1186/s41938-023-00690-3.

FAN, T. *et al.* Status and development of ecological agriculture in China: bibliometric and spatial statistical research. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 22, n. 1, p. 609–630, 2024. DOI: 10.15666/aecer/2201_609630.

FAOSTAT Statistical Database. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, Roma. 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 13 Jul. 2024.

HARRISON, J. O.; STEPHENS, C. S. Notes on the Biology of *Ecpantheria icasia* (Lepidoptera: Arctiidae), a Pest of Bananas. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 59, n. 4, p. 671–674, 1966. DOI: 10.1093/aesa/59.4.671.

ICIPE, 2024. Funcionários. Disponível em: <http://www.icipe.org/about/staff/komivi-senyokutse>. Acesso em 16 Jul. 2024.

LI, J.; GOERLANDT, F.; RENIERS, G. An overview of scientometric mapping for the safety science community: Methods, tools, and framework. **Safety science**, v. 134, p. 105093–105093, 2021. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.105093.

MANTZOUKAS, S.; ELIOPOULOS, P. A. Endophytic Entomopathogenic Fungi: A Valuable Biological Control Tool against Plant Pests. **Applied sciences**, v. 10, n. 1, p. 360–360, 2020. DOI: 10.3390/app10010360.

NI, P. *et al.* Bibliometrics and Visual Analysis of Non-Destructive Testing Technology for Fruit Quality. **Horticulturae**, v. 9, n. 10, p. 1091–1091, 2023. DOI: [10.3390/horticulturae9101091](https://doi.org/10.3390/horticulturae9101091).

OKAIYETO, K.; OGUNTIBEJU, O. O. A Web of Science-based Analysis of Global Research Trends on *Moringa oleifera* from 2010 - 2019. **Journal of Natural Remedies**, v. 21, n. 4, p. 333–333, 2021. DOI: [10.18311/jnr/2021/26542](https://doi.org/10.18311/jnr/2021/26542).

QUESADA-MORAGA, E. *et al.* Multitrophic interactions of entomopathogenic fungi in BioControl. **BioControl**, v. 67, n. 5, p. 457–472, 2022. DOI: 10.1007/s10526-022-10163-5.

SADDAM, B. *et al.* Biopesticides: Uses and importance in insect pest control: A review. **International journal of tropical insect science**, p. 1-8, 2024. DOI: 10.1007/s42690-024-01212-w.

SOUZA, T. D. *et al.* Bibliometric analysis of global research on fungal *Metarhizium rileyi* based on Web of Science. **Agronomy journal**, v. 115, n. 1, p. 96–107, 2022. DOI: 10.1002/agj2.21203.

VENZON, M. Agro-Ecological Management of Coffee Pests in Brazil. **Frontiers in sustainable food systems**, v. 5, p. 721117, 2021. DOI:10.3389/fsufs.2021.721117.

ZHOU, R. *et al.* Research progress on Brassicaceae plants: a bibliometrics analysis. **Frontiers in plant science**, v. 15, p. 1285050, 2024. DOI:[10.3389/fpls.2024.1285050](https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1285050).

CAPÍTULO 11

AVANÇOS NA PESQUISA BRASILEIRA SOBRE MECANISMOS DE RESISTÊNCIA E MÉTODOS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA RESISTÊNCIA À BROCA-DA-CANA

ADVANCES IN BRAZILIAN RESEARCH ON MECHANISMS OF RESISTANCE AND METHODS OF GENETIC BREEDING OF SUGARCANE FOR RESISTANCE TO THE SUGARCANE BORER

Adriano Cirino Tomaz   

Doutor em fitotecnia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Mateus Teles Vital Gonçalves   

Mestre em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, Brasil

Angélica Fátima de Barros   

Doutora em fitotecnia, Faculdade de tecnologia do SENAI (FATEC), Cuiabá-MT, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.770 

Resumo: A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae), é uma das principais pragas da cana-de-açúcar no continente americano. O desenvolvimento de variedades resistentes por meio de melhoramento genético convencional é uma estratégia essencial para o Manejo Integrado desta praga. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é apresentar e discutir resultados das pesquisas, particularmente no Brasil, sobre resistência de cana-de-açúcar à *D. saccharalis*. As pesquisas realizadas principalmente em casa-de-vegetação e laboratório mostram que vários mecanismos de resistência de cana-de-açúcar à *D. saccharalis* estão presentes em genótipos brasileiros. Estudos moleculares têm auxiliado na identificação dos mecanismos genéticos e bioquímicos envolvidos na resistência. Além do mais, pesquisas de campo sobre parâmetros genéticos permitem a utilização de diferentes estratégias de melhoramento genético para desenvolvimento e seleção de genótipos mais resistentes. Esses estudos dão base para o futuro desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar resistentes à *D. saccharalis* por programas de melhoramento genético de plantas brasileiros.

Palavras-chave: *Diatraea saccharalis*. Antibiose. Antixenose. Melhoramento genético. Herdabilidade

Abstract: The sugarcane borer, *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae), is one of the main pests of sugarcane in the Americas. The development of resistant varieties through conventional genetic breeding is an essential strategy for the Integrated Management of this pest. Therefore, the objective of this work is to present and discuss the results of research, particularly in Brazil, on sugarcane resistance to *D. saccharalis*. Research carried out mainly in greenhouses and laboratories shows that several mechanisms of sugarcane resistance to *D. saccharalis* are present in Brazilian genotypes and can be explored by sugarcane breeding programs. Molecular studies have helped identify the genetic and biochemical mechanisms involved in resistance. Furthermore, field research on genetic parameters allows the use of different genetic breeding strategies for the development and selection of more resistant genotypes. These studies provide a basis for the future development of sugarcane varieties resistant to *D. saccharalis* by Brazilian plant breeding programs.

Keywords: *Diatraea saccharalis*. Antibiosis. Antixenosis. Crop breeding. Heritability.

1 INTRODUÇÃO

A broca da cana-de-açúcar, *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lepidoptera: Crambidae), é uma das principais pragas da cana-de-açúcar no continente americano (Vargas; Gómez; Michaud, 2015). As lagartas em instares iniciais alimentam-se do parênquima foliar e bainhas foliares, enquanto lagartas em instares mais avançados penetram nos colmos, formando galerias (Tomaz *et al.*, 2018). O dano causado pelas lagartas pode causar a morte de um grande número de brotos, quando a plantação de cana-de-açúcar é jovem, e uma redução acentuada na produtividade, em plantações de cana-de-açúcar mais desenvolvidas. Os colmos infectados perdem peso, tornam-se menores e mais finos, e muitos murcham e morrem, ou ficam mais propensos a quebrar pela ação do vento (Dinardo-Miranda *et al.*, 2012). Além do mais, a abertura de galerias nos colmos pode facilitar a colonização por fungos causadores da doença da podridão vermelha, que indiretamente reduzem o rendimento e a qualidade do açúcar e do etanol (Pimentel *et al.*, 2017).

Esta praga é controlada principalmente pelo uso do endoparasitóide larval *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) e inseticidas químicos (Tomaz *et al.*, 2022). Porém, o uso de variedades de cana-de-açúcar resistentes a essa praga é uma ferramenta importante para o Manejo Integrado de Pragas (MIP), permitindo a redução de impactos ambientais, custos de produção e perdas de rendimento (Milligan; Balzarini; White, 2003). Atualmente, variedades transgênicas de cana-de-açúcar resistentes a *D. saccharalis* contendo genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt) foram liberadas no Brasil (MAPA, 2019). No entanto, existe a possibilidade de rápida evolução da resistência da broca da cana-de-açúcar às proteínas Bt sob uso em campo em larga escala (Girón-Pérez *et al.*, 2014).

O desenvolvimento de genótipos de cana-de-açúcar resistentes à broca por meio do melhoramento convencional permitiria o desenvolvimento de genótipos que apresentam tipos de resistência mais duradoura, além de ser a alternativa mais viável para programas de melhoramento de cana-de-açúcar com restrição de recursos, sem acesso a tecnologias necessárias para desenvolvimento de plantas transgênicas (Tomaz *et al.*, 2020). Há registro de genótipos de cana-de-açúcar resistentes à broca por meio de melhoramento genético convencional nos Estados Unidos (White *et al.*, 1993, White *et al.*, 1998, White *et al.*, 2011). Sendo assim, o objetivo deste trabalho é apresentar resultados sobre os avanços nas pesquisas no Brasil sobre mecanismos de resistência e métodos de melhoramento de cana-da-açúcar para resistência à *D. saccharalis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica sistemática, tratando-se de uma pesquisa a respeito da resistência de cana-de-açúcar à *D. Saccharalis*. A coleta de dados foi realizada de janeiro a maio de 2024 através das bases de dados do Google Acadêmico, utilizando como termo para busca a sentença “resistance of sugarcane to *Diatraea saccharalis*”. Foram selecionados artigos científicos redigidos em inglês, não sendo considerados dissertações, artigos de revisão, teses e resumos. A discussão foi realizada dando ênfase a pesquisas realizadas no Brasil, devido à importância desta praga no país.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise, foram selecionados 19 artigos de trabalhos realizados nos Estados Unidos e no Brasil para avaliação e discussão. Os resultados da análise indicam que os 11 artigos selecionados de trabalhos realizados dos Estados foram publicados de 1972 a 2011, sendo quatro artigos sobre mecanismos de resistência, quatro sobre métodos de seleção e melhoramento

genético para resistência à *D. Saccharalis* e três registros de variedades resistentes. Já para trabalhos realizados no Brasil, os oito artigos selecionados foram publicados de 2012 a 2022, sendo cinco sobre mecanismos de resistência, dois sobre métodos de seleção e melhoramento genético para resistência à *D. Saccharalis* e um sobre os dois temas. Estes resultados indicam que a pesquisa sobre resistência de cana-de-açúcar à *D. Saccharalis* teve início há mais tempo no Estados Unidos, o que levou ao desenvolvimento de variedades resistentes. Já no Brasil, os avanços na pesquisa são mais recentes e demonstram o potencial para o desenvolvimento de variedades resistentes.

3.1 Avaliação de mecanismos de resistência de cana-de-açúcar à broca-da-cana

A avaliação de mecanismos de resistência de genótipos de cana-de-açúcar vem sendo realizada nos Estados Unidos desde a década de 1970. Com isso, vários mecanismos de resistência têm sido observados como menor preferência para oviposição dos adultos (Sosa Jr., 1990), a presença de tricomas reduzindo a mobilidade de lagartas jovens nas folhas (Sosa Jr., 1988) maior mortalidade de larvas em estágio inicial alimentando-se de folhas ou bainhas foliares (Coburn; Hensley, 1972) e retardo da entrada das larvas nos colmos (White, 1993b). Além disso, vários métodos de seleção de genótipos mais resistentes no campo foram estudados, indicando a possibilidade da seleção indireta de diferentes mecanismos de resistência. Entre os métodos de seleção utilizados estão a porcentagem de entrenós broqueados ou entrenós com furos de saída, viabilidade de pupação, estimativas de adultos produzidos por área/ano/variedade e classificação de danos (Bessin; Reagan; Martin, 1990; White, 1993a, Milligan; Balzarini; White, 2003). Clones com uma menor porcentagem de entrenós perfurados indicam a presença de características que inibem a penetração bem-sucedida de larvas, como alto teor de fibra e dureza da casca do colmo (White *et al.*, 2011). Por outro lado, um baixo número de furos de emergência de mariposas é uma medida indireta de possíveis características de resistência dentro do colmo.

No Brasil, estudos realizados em casa-de-vegetação com infestações artificiais controladas têm permitido a compreensão dos mecanismos de resistência presentes em diferentes genótipos de cana-de-açúcar. Dinardo-Miranda *et al.* (2012) avaliaram a resistência de dez cultivares de cana-de-açúcar à *D. saccharalis* e observaram que as cultivares IACSP94-2101 e IACSP96-2042 são as menos preferidas para oviposição, e IACSP94-2094, a mais desfavorável para a entrada e o desenvolvimento das lagartas no interior dos colmos, apresentando resistência à *D. saccharalis*.

Tomaz *et al.* (2018) realizaram experimentos em casa-de-vegetação para determinar um protocolo para avaliação da resistência de variedades de cana-de-açúcar à *D. saccharalis*. Os experimentos foram conduzidos utilizando seis variedades brasileiras de cana-de-açúcar: SP803280,

SP813250, RB928064, RB835486, RB867515 e SP891115. Os autores concluíram que a infestação de plantas individuais de sete meses de idade com 20 larvas no terceiro ínstar por planta e a medição do comprimento de galeria foram adequadas para comparar os danos do colmo entre genótipos. Em estudo posterior, Tomaz *et al.* (2022), utilizaram o método desenvolvido por Tomaz *et al.* (2018) para avaliar a resistência de 28 genótipos de cana-de-açúcar à *Diatraea saccharalis*, além do papel da resistência genética e induzida por silício. Os resultados do trabalho mostraram que os genótipos de cana-de-açúcar apresentam diferentes níveis de resistência genética à *D. saccharalis*, sendo as variedades de cana-de-energia que apresentam maiores teores de fibra (C90-176, C90-178, RB107000) as mais resistentes. Os autores também observaram que a resistência induzida por silício à *Diatraea saccharalis* na cana-de-açúcar depende mais da dose de silício aplicada do que do nível de resistência genética dos genótipos.

Tomaz *et al.* (2018) realizaram experimentos de laboratório e casa-de-vegetação para avaliar diferentes mecanismos de resistência em seis variedades de cana-de-açúcar. Os resultados do trabalho mostraram que as variedades SP803280, RB928064 e RB835486 apresentaram menores danos no colmo. O tempo necessário para as larvas entrarem no colmo da cana-de-açúcar foi maior para cultivar SP803280, indicando características de resistência na superfície do colmo desta variedade. Os autores também observaram que lagartas se alimentando de colmos SP813250 tiveram o menor ganho de peso, indicando que esta cultivar tem características de resistência ao desenvolvimento larval no interior de seus colmos. Por fim, a infestação das cultivares RB867515 e SP891115 resultou em uma maior mortalidade de larvas em estágio inicial alimentando-se de folhas, indicando a presença de mecanismo de resistência em suas folhas. Com base nos mecanismos de resistência, os autores conseguiram agrupar os genótipos em três grupos. O grupo 1 foi composto pela cultivar SP891115, o grupo 3, composto por SP803280 e RB928064 e o grupo 2, composto por RB867515, RB835486 e SP813250. O cruzamento entre variedades de grupos divergentes para resistência à *D. saccharalis* permite a combinação de diferentes mecanismos de resistência genética, aumentando a resistência das populações.

Pimentel *et al.* (2017) avaliaram a resistência de oito genótipos de cana-de-açúcar à *D. saccharalis* sendo: dois genótipos de *Saccharum robustum* (IM76-228 e IJ76-314), uma cultivar da Argentina (TUC71-7) e cinco variedades comerciais no Brasil (RB867515, RB825336, RB985523, SP80-1842 e SP80-3280). Neste estudo, o genótipo RB867515 apresentou maior resistência foliar e menor resistência do colmo do que SP80-3280, corroborando os dados de Tomaz *et al.* (2018). Entretanto, ambas variedades RB867515 e SP80-3280 foram as mais preferidas pelas mariposas para oviposição, enquanto IM76-228 foi o genótipo menos preferido. Isso indica que outra característica resistente (não-preferência para oviposição) também está presente em genótipos de

cana-de-açúcar. Além disso, o genótipo IM76-228 também causou a maior mortalidade de larvas em estágio inicial, além de apresentar menor dano tanto nas folhas quanto nos colmos, se destacando como o mais resistente à *D. saccharalis*.

3.2 Análises moleculares da resistência da broca-da-cana à *D. saccharalis*

Além da identificação de mecanismos de resistência de genótipos de cana-de-açúcar à broca-da-cana, estudos moleculares têm ajudado a compreender os mecanismos genéticos e bioquímicos envolvidos na resistência de genótipos de cana-de-açúcar à *D. saccharalis*.

Mello *et al.* (2020) estudaram as alterações transcricionais envolvidas nos genótipos RB867515 e SP80-3280, contrastantes para resistência à *D. saccharalis* (Pimentel *et al.*, 2017) com e sem infestação por *D. saccharalis*. A análise geral da via de ambas as cultivares de cana-de-açúcar mostrou uma regulação positiva dos genes do ácido jasmônico (JA), etileno (ET) e proteína de defesa, bem como uma regulação negativa das vias envolvidas na fotossíntese e metabolismo energético após a herbivoria por *D. saccharalis*. No entanto, a variedade RB867515 mostrou uma proporção maior de genes regulados negativamente de vias metabólicas envolvidas na fotossíntese e açúcar/carbono, o que sugere uma troca imediata de energia, provavelmente alocando mais recursos para mecanismos de defesa a fim de lidar com o ataque da praga. Por outro lado, a variedade SP80-3280 demonstrou um número maior de genes expressos diferencialmente de vias metabólicas envolvidas no acúmulo de lignina, provavelmente para fortalecer as estruturas morfológicas após a infestação.

Wartha *et al.* (2022), avaliou a composição da cera epicuticular de genótipos suscetíveis e resistentes à broca-da-cana para identificação de compostos presentes na cera epicuticular e utilização desses compostos para classificar os genótipos suscetíveis e resistentes a o ataque inicial de *D. saccharalis*. Foram utilizados genótipos com base no nível de resistência à *D. saccharalis* em condições de campo (Tomaz *et al.*, 2020), além dos genótipos com resistência nas folhas IM76-228 e RB867515 (Pimentel *et al.*, 2017). De acordo com os autores, uma alta razão álcool/aldeído e a presença do triterpeno pentacíclico Friedelina foram associados aos genótipos resistentes.

3.3 Seleção de clones para resistência à broca-da-cana

Vários estudos foram realizados para avaliação de parâmetros genéticos e métodos de seleção de clones de cana-de-açúcar resistentes à *D. saccharalis* em campo, sendo a maioria realizado nos Estados Unidos (Milligan; Balzarini; White, 2003; White 1993a).

No Brasil, Tomaz *et al.* (2020) avaliaram o índice de infestação por *D. saccharalis* ($II\% = \text{número de entrenós broqueados} \times 100 / \text{número de entrenós totais}$) em 35 clones de cana-de-açúcar plantados em quatro locais e por três anos. Os experimentos foram realizados com 18 ou 24 genótipos em experimentos em blocos casualizados com quatro ou cinco repetições, sendo avaliados 20 colmos por parcela. As parcelas usadas foram compostas por quatro linhas de 19 metros ou cinco linhas de cinco metros, com espaçamento de 1,5 m entre linhas. Os autores observaram que não há interações significativas entre genótipos e anos, genótipos e locais ou interação tripla entre genótipos, locais e anos. Desta forma, a seleção pode ser realizada em apenas um local e por vários anos, em vários locais por um ano ou em apenas um local e ano.

Conforme foi observado, uma desvantagem da avaliação de campo é a pressão de infestação natural pela broca teve um efeito significativo na avaliação da variabilidade genética na população para resistência à broca e na precisão experimental. Em locais onde as infestações foram suficientes para avaliação da resistência dos genótipos (variabilidade genética significativa) as herdabilidades variaram entre $0.53 < h^2 < 0.78$, permitindo boa seleção dos genótipos mais resistentes. Esses valores estão próximos a valores previamente observados para o índice de infestação por *D. saccharalis* nos Estados Unidos ($h^2 = 0,62$) (Milligan; Balzarini; White, 2003).

No geral, a seleção em um único local em um ano é vantajosa devido à relação custo-benefício da avaliação de danos da broca, pois é uma tarefa com alto custo de mão-de-obra. No entanto, os genótipos que avançam para os estágios experimentais de um programa de melhoramento de cana-de-açúcar geralmente não são plantados em todos os locais da rede experimental devido a questões técnicas, como a falta de material de propagação ou área de campo. Neste caso, a seleção em vários ambientes permite avaliação de maior número de genótipos. Porém, a avaliação em apenas um local tem como desvantagem a necessidade de grande tamanho de área e custo elevado (Tomaz *et al.*, 2020).

Em outro estudo Tomaz *et al.* (2019) avaliaram a resistência de 64 clones de cana-de-açúcar à broca-da-cana em condições de campo com infestação natural em experimento em delineamento de blocos casualizados com cinco repetições por clone. Neste trabalho, as parcelas foram constituídas de uma única linha de um metro com o espaçamento entre linhas e entre parcelas de 1,0 m, sendo avaliado o índice de infestação em quatro plantas por touceira. Os autores observaram variância genotípica (σ_g^2) significativa, e herdabilidade (h^2) de 0,61, para índice de infestação por broca. Estes resultados indicam a possibilidade de uso de parcelas menores em experimentos de campo para seleção de clones de cana-de-açúcar à *D. saccharalis*, permitindo redução do tamanho de área e custos, além de permitir a avaliação de maior número de genótipos na mesma área.

Tomaz *et al.* (2022) avaliaram a resistência de 28 genótipos de cana-de-açúcar em experimento com três repetições por tratamentos, utilizando o método desenvolvido Tomaz *et al.* (2018), no qual as plantas são cultivadas em vasos em casa-de-vegetação e infestadas artificialmente com lagartas de *D. saccharalis*. Os autores observaram variância genotípica (σ_g^2) significativa, e herdabilidade (b^2) de 0,59 para comprimento de galerias nos colmos, indicando a possibilidade de seleção de clones mais resistentes. A vantagem de seleção em casa-de-vegetação utilizando-se deste método é a seleção em período de tempo mais curto, a não dependência de altas infestações naturais por *D. saccharalis* e a possibilidade de seleção de grande número de genótipos. Porém, entre as desvantagens estão: necessidade de estrutura (casa-de-vegetação, vasos, sistema de irrigação, etc...) e a avaliação apenas de resistência no colmo, excluindo-se a preferência de oviposição e fatores de resistência nas folhas, que afetam a sobrevivência dos estágios iniciais das lagartas.

3.4 Estudos com famílias de cana-de-açúcar para resistência à broca-da-cana

Além de estudos de resistência de clones de cana-de-açúcar à *D. saccharalis*, estudos com famílias (grupos de indivíduos originados do mesmo cruzamento) foram realizados para avaliação da herança genética da resistência à *D. saccharalis* (White *et al.*, 2001).

No Brasil, Tomaz *et al.* (2019) realizaram um estudo com populações T1 (mudas originárias de sementes verdadeiras) e T2 (primeiro estágio de seleção clonal) para estimar parâmetros genéticos, comparar estratégias de seleção e identificar genitores, famílias e clones superiores para resistência à broca.

De acordo com os autores, no experimento T1, a variância genotípica para efeito de família foi significativa, indicando diferença entre as médias de famílias para resistência à *D. saccharalis*. A herdabilidade de sentido amplo para média de famílias foi alta ($b^2 = 0,77$), enquanto a herdabilidade individual foi baixa ($b^2 = 0,16$). Portanto, a seleção de indivíduos dentro de uma família ou seleção individual é menos eficaz do que a seleção de famílias para resistência à *D. saccharalis* no estágio T1. Assim, selecionar famílias de cana-de-açúcar no estágio T1 pode permitir a formação de populações reprodutoras mais resistentes à *D. saccharalis*. Esses resultados estão de acordo com estudos anteriores realizados nos Estados Unidos por White *et al.* (2001).

A variância devido ao efeito genético aditivo foi altamente significativa, enquanto a variância de dominância em efeitos não aditivos não foi significativa. Esse resultado sugere que o efeito genético aditivo ou capacidade geral de combinação (GCA) é mais importante para a resistência à broca do que o efeito de dominância ou capacidade específica de combinação (SCA). Portanto, a exploração da heterose teria uma menor contribuição para o aumento do ganho genético. Esses resultados corroboram com estudos realizados por White *et al.* (2001). A precisão

da estimativa dos efeitos aditivos dos genitores variou de 0,53 a 0,86, de acordo com o número de cruzamentos em que cada genitor está envolvido. Assim, a participação de genitores em três ou quatro cruzamentos permite melhores estimativas de seus valores genéticos aditivos. A seleção de genitores mais resistentes para cruzamentos posteriores com base em seus efeitos genéticos aditivos pode aumentar a resistência à *D. saccharalis* da população de cana-de-açúcar em programas de melhoramento.

No experimento T2, a variância genética entre os clones dentro das famílias foi significativa, indicando que existem diferenças entre os clones para resistência à broca. Neste estudo, quase 60% dos clones selecionados vieram das famílias mais resistentes selecionadas no estágio de seleção T1. Isso indica que a seleção de famílias, quando seguida pela seleção individual de clones, é superior em relação ao ganho genético do que a seleção de indivíduos, pois a seleção dentro de famílias com valores genotípicos mais altos pode aumentar a probabilidade de selecionar clones superiores (Tomaz *et al.*, 2019).

4 CONCLUSÃO

As pesquisas realizadas sobre a resistência de cana-de-açúcar à *D. saccharalis* mostram a possibilidade de seleção de genótipos de cana-de-açúcar mais resistentes à broca-da-cana em diversas etapas do processo de melhoramento genético de cana-de-açúcar. Além do mais, a associação de avaliações em campo com estudos em casa-de-vegetação permite identificar os diversos mecanismos de resistência de cana-de-açúcar além da identificação dos mecanismos moleculares envolvidos. Esses estudos dão base para o futuro desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar resistentes à *D. saccharalis* por programas de melhoramento genético de plantas brasileiros.

Agradecimentos

Agradecimentos a Rede Interuniversitária para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro (RIDESA-UFV) e ao professor Dr. Márcio Henrique Pereira Barbosa pela coordenação das pesquisas sobre resistência de cana-de-açúcar à *D. saccharalis*.

REFERÊNCIAS

BESSIN, R.T.; REAGAN, T.E.; MARTIN, F.A. A moth production index for evaluating sugarcane cultivars for resistance to the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of**

economic entomology. v.83, n. 1, 1990. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/83/1/221/779675>. Acesso em 31/07/2024.

COBURN, G.E.; HENSLEY, S.D. Differential survival of *Diatraea saccharalis* (F.) larvae on two varieties of sugarcane. **Proceedings of International Society of Sugarcane Technologists**. v.14, 1972. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19730308327>. Acesso em 31/07/2024.

DINARDO-MIRANDA, L.L. *et al.* Resistance of sugarcane cultivars to *Diatraea saccharalis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n.1, p.1-7, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000100001.

GIRÓN-PÉREZ, K. *et al.* Susceptibility of Brazilian populations of *Diatraea saccharalis* to Cry1Ab and response to selection for resistance. **Crop Protection**, v.62, p.124–128, 2014. DOI:10.1016/j.cropro.2014.04.004.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de cultivares. Disponível em: http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em 31/07/2024.

MELLO, U.S. *et al.* An overview of the transcriptional responses of two tolerant and susceptible sugarcane cultivars to borer (*Diatraea saccharalis*) infestation. **Functional & integrative genomics**, v.20, n.6, p.839-855, 2020. DOI: 10.1007/s10142-020-00755-8.

MILLIGAN, S.B.; BALZARINI, M.; WHITE, W.H. Broad-sense heritabilities, genetic correlations, and selection indices for sugarcane borer resistance and their relation to yield loss. **Crop science**, v.43, n.5, p.1729-35, 2003. DOI: 10.2135/cropsci2003.1729.

PIMENTEL, G.V. *et al.* Oviposition preference and larval performance of sugarcane borer in eight sugarcane genotypes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.41, n.4, p.439-446, 2017. DOI: 10.1590/1413-70542017414004317.

SOSA JUNIOR, O. Pubescence in sugarcane as a plant resistance character affecting oviposition and mobility by the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.81, n.2, p.663-667, 1988. DOI: [10.1093/jee/81.2.663](https://doi.org/10.1093/jee/81.2.663).

SOSA JUNIOR, O. Oviposition preference by the sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.83, n.3, p.866-868, 1990. DOI: [10.1093/jee/83.3.866](https://doi.org/10.1093/jee/83.3.866).

TOMAZ, A.C. *et al.* Assessing resistance of sugarcane varieties to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* Fab.(Lepidoptera: Crambidae). **Bulletin of Entomological Research**, v.108, n.4, p.547-555, 2018. DOI: 10.1017/S0007485317001183.

TOMAZ, A.C. *et al.* Genetic parameters and selection of sugarcane in early selection stages for resistance to sugarcane borer *Diatraea saccharalis*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.19, n.2, p.208-216, 2019. DOI: 10.1590/1984-70332019v19n2a29.

TOMAZ, A.C. *et al.* Genetic parameters and selection of sugarcane for borer resistance in the advanced selection stage. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.20, n.1, 2020. DOI: 10.1590/1984-70332020v20n1a13.

TOMAZ, A.C. *et al.* Genetic and silicon-induced resistance of sugarcane to *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and silicon effect on nutrient accumulation. **Phytoparasitica**, v.50, p. 443–452 (2022). DOI: 10.1007/s12600-021-00960-6.

VARGAS, G.; GÓMES, L.A.; MICHAUD, J.P. Sugarcane stem borers of the Colombian Cauca River Valley: current pest status, biology, and control. **Florida Entomologist**, v.98, p.728–735, 2015. DOI: 10.1653/024.098.0249.

WARTHA, C.A. *et al.* Classification of sugarcane genotypes susceptible and resistant to the initial attack of sugarcane borer *Diatraea saccharalis* using epicuticular wax composition. **Phytochemistry**, v.199, 2022. DOI: 10.1016/j.phytochem.2022.113175.

WHITE, W.H. *et al.* Registration of five sugarcane borer resistant sugarcane germplasm clones. **Crop Science**, v.33, n.2, p.348-349, 1993. DOI: 10.2135/cropsci1993.0011183X003300020032x.

WHITE, W.H. Cluster analysis for assessing sugarcane borer resistance in sugarcane line trials. **Field Crops Research**, v.33, p.159–168, 1993a. 10.1016/0378-4290(93)90099-9.

WHITE, W.H. Movement and establishment of sugarcane borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae on resistant and susceptible sugarcane. **Florida Entomology**, v.76, p.465–473, 1993b. DOI: doi.org/10.2307/3495647.

WHITE, W.H. *et al.* Registration of 12 sugarcane germplasm clones resistant to sugarcane borer: HoCP 92-678, HoCP 93-775, and HoCP 93-776, US 93-15 to US 93-17, and US 96-1 to US 96-6. **Crop Science**, v.38, n.6, p.1726-1727, 1998. Disponível em: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA53476093&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=0011183X&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Eba9bb1b&aty=open-web-entry>. Acesso em 31/07/2024.

WHITE, W.H. *et al.* Inheritance of sugarcane borer resistance in sugarcane derived from two measures of insect damage. **Crop Science**, v.41, n.6, p.1706-1710, 2001. DOI: 10.2135/cropsci2001.1706.

WHITE, W.H. *et al.*, Registration of two sugarcane germplasm clones with antibiosis to the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae). **Journal of Plant Registrations**, v.5, n.2, p.248-253, 2011. DOI: 10.3198/jpr2010.07.0429crg.

CAPÍTULO 12

AVANÇOS NA PESQUISA BRASILEIRA SOBRE RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR À CIGARRINHA DA RAIZ

ADVANCES IN BRAZILIAN RESEARCH ON SUGARCANE RESISTANCE TO SPITTLEBUG

Adriano Cirino Tomaz   

Doutor em fitotecnia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Francisco Sérgio Neres da Silva   

Mestre em Agricultura no Trópico Úmido pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus-AM, Brasil

Angélica Fátima de Barros   

Doutora em fitotecnia, Faculdade de tecnologia do SENAI (FATEC), Cuiabá-MT, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.771 

Resumo: A cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), é uma das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil. Para o controle, a resistência genética de genótipos de cana-de-açúcar é uma medida de fundamental importância para o Manejo Integrado desta praga (MIP). Sendo assim, o objetivo deste trabalho é apresentar e discutir resultados das pesquisas sobre resistência de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata*. Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica sistemática, tratando-se de uma pesquisa a respeito da resistência da cana-de-açúcar à cigarrinha-das-raízes. A maioria dos trabalhos realizados para avaliação da resistência de genótipos de cana-de-açúcar a esta praga tem sido realizados em laboratório e casa-de-vegetação. Isto ocorre devido à distribuição errática da praga no espaço e no tempo. Além disso, o desenvolvimento de método de criação massal em laboratório permite a obtenção de insetos para realização de experimentos com infestações artificiais. Os métodos desenvolvidos para avaliação da resistência de genótipos em casa-de-vegetação e laboratório permitem a avaliação de grande quantidade de genótipos, além da avaliação dos diferentes mecanismos de resistência presentes nos genótipos (antibiose, antixenose e tolerância). Vários genótipos de cana-de-açúcar possuem diferentes mecanismos de resistência, podendo ser utilizados no MIP desta praga. Além do mais, os genótipos com diferentes mecanismos de resistência podem ser utilizados como genitores para cruzamentos em programas de melhoramento genético para aumentar a resistência das populações segregantes.

Palavras-chave: *M. fimbriolata*. Antibiose. Antixenose. Tolerância. MIP.

Abstract: The spittlebug, *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae), is one of the main pests of sugarcane in Brazil. The knowledge about the genetic resistance of sugarcane genotypes is extremely important for the Integrated Management of this pest (IPM). Therefore, the objective of this work is to present and discuss the results of research, particularly in Brazil, on sugarcane resistance to *M. fimbriolata*. This study consists of a systematic bibliographical review, involving research on the resistance of sugarcane to the root spittlebug. Most of the studies carried out to evaluate the resistance of sugarcane genotypes to this pest have been carried out in laboratories and greenhouses. This is due to the erratic distribution of the pest in space and time. In addition, the development of a mass rearing method in the laboratory allows obtaining insects for experiments with artificial infestations. The methods developed to assess the resistance of genotypes in greenhouses and laboratories allow the evaluation of a large number of genotypes, in addition to the evaluation of the different resistance mechanisms present in the genotypes (antibiosis, antixenosis and tolerance). Several sugarcane genotypes have different resistance mechanisms and can be used in IPM for this pest. Furthermore, genotypes with different resistance mechanisms can be used as parents for crosses in sugarcane breeding programs to increase the resistance of segregating populations.

Keywords: *M. fimbriolata*. Antibiosis. Antixenosis. Tolerance. IPM.

1 INTRODUÇÃO

A cigarrinha das raízes *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) é uma das principais pragas da cana-de-açúcar no Brasil (Dinardo-Miranda *et al.*, 2014), causando perdas de rendimento de até 50% (Dinardo-Miranda *et al.*, 2016). Este inseto se tornou importante praga de cana-de-açúcar desde que o Brasil começou a abolir a queima de lavouras antes da colheita, pois esta prática reduzia a população de pragas, seja diretamente matando os insetos ou indiretamente removendo matéria orgânica do solo (Valverde *et al.*, 2018).

Os adultos de *M. fimbriolata* se alimentam da seiva do metaxilema dos feixes vasculares das folhas (Valverde *et al.*, 2018). Porém, o maior dano ocorre devido ao ataque das ninfas que se alimentam dos elementos do tubo crivado do floema primário da raiz, danificando o sistema traqueal e, conseqüentemente, dificultando o fluxo de água e nutrientes na planta (Valverde *et al.*, 2018). Além de reduzir significativamente o rendimento do colmo, o ataque desta praga causa alterações na qualidade da cana-de-açúcar, reduzindo o teor de açúcar e aumentando o teor de fibra do colmo (Dinardo-Miranda *et al.*, 2014). Além disso, aos processos industriais da cana-de-açúcar, que também são afetados, pois os colmos ficam rachados e deteriorados levando ao aumento dos níveis de contaminantes, dificultando a recuperação do açúcar e inibindo a fermentação (Dinardo-Miranda *et al.*, 2016).

A magnitude dos prejuízos causados pela cigarrinha depende da população da praga, do tamanho das plantas quando infestadas e da tolerância da cultivar (Dinardo-Miranda *et al.*, 2022). Neste sentido, o manejo de áreas infestadas é baseado em inseticidas químicos e biológicos, onde frequentemente mais de uma aplicação de inseticida é necessária para manter a população de insetos abaixo do nível de dano econômico (Dinardo-Miranda *et al.*, 2018). Como todos os canaviais podem ser atacados pela cigarrinha, as áreas a serem amostradas e eventualmente tratadas geralmente são muito grandes, o que requer a priorização daquelas com cultivares mais suscetíveis (Dinardo-Miranda *et al.*, 2018).

Neste contexto, o uso de cultivares resistentes podem fornecer um componente útil de manejo integrado para essa praga (Valverde *et al.*, 2018; Dinardo-Miranda *et al.*, 2022). Estudos classificaram a resistência da planta hospedeira a pragas em três mecanismos: não preferência ou antixenose, antibiose e tolerância (Painter, 1951). O termo “antibiose” é geralmente usado para descrever efeitos adversos de plantas resistentes na fisiologia e história de vida dos herbívoros, como crescimento, sobrevivência e fecundidade reduzidos. A antixenose geralmente inclui aquelas características da planta que afetam o comportamento dos herbívoros de maneiras que reduzem a colonização ou aceitação de uma planta como hospedeira. Finalmente, a tolerância é definida como a capacidade de uma planta de suportar danos dos herbívoros de forma que os rendimentos ou a qualidade agrônômica sejam reduzidos em menor extensão do que em uma planta menos tolerante submetida a danos equivalentes.

Considerando a importância da resistência de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata*, o objetivo deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica sobre os estudos sobre resistência de genótipos de cana-de-açúcar a esta praga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica sistemática a respeito da resistência de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata*. A coleta de dados foi realizada de janeiro a maio de 2024, utilizando base de dados do Google Acadêmico e como termo para busca a sentença “resistance of sugarcane to *M. fimbriolata*”. Foram selecionados artigos científicos redigidos em inglês ou português, não sendo considerados dissertações, artigos de revisão, teses e resumos. Devido a grande quantidade de resultados obtidos, como critérios adicionais para triagem, foram excluídos artigos duplicados e que não se enquadravam no objetivo deste trabalho após leitura dos títulos e resumos. A discussão foi realizada dando ênfase a pesquisas realizadas no Brasil, devido à importância desta praga no país.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise, foram obtidos 12 artigos de trabalhos realizados no Brasil e publicados entre 2001 e 2022, destacando a relevância desta praga na atualidade nas lavouras do país (ver Tabela 1). Dentre os artigos, apenas um relatou avaliação da resistência em nível de campo sob infestações naturais e onze relataram estudos em condições de laboratório e casa-de-vegetação com infestações artificiais e controladas da praga.

Dinardo-Miranda, Ferreira e Carvalho (2001) avaliaram os níveis populacionais de *M. fimbriolata* em campo em 18 genótipos de cana-de-açúcar pela contagem do número de adultos nas folhas e cartuchos das plantas, e de ninfas e adultos nas raízes. Entre os genótipos avaliados, IAC83-2396, SP80-1842 e RB825336 foram severamente atacados, sendo considerados os preferidos pela praga enquanto os genótipos menos infestados foram IAC82-3092, IAC87-3187 e PO86-1107.

A distribuição espacial e temporal notoriamente errática de *M. fimbriolata* em talhões de cana-de-açúcar naturalmente infestados conforme observado por Dinardo-Miranda *et al.* (2007) dificulta a avaliação de resistência em condições de campo (Valverde *et al.*, 2018). Além disso o conhecimento sobre a biologia da praga (Garcia; Botelho, Parra, 2006) e o desenvolvimento de método de criação massal da praga em laboratório (Garcia; Botelho; Parra, 2007) permite a avaliação da resistência de grande quantidade de genótipos em condições de laboratório e casa-de-vegetação com infestações artificiais, além de permitir estudar os diferentes mecanismos de resistência, o que explica a maior quantidade de trabalhos realizados nestas condições (Valverde *et al.*, 2018).

Dinardo-Miranda *et al.* (2014, 2016, 2018, 2022) realizaram vários trabalhos em casa-de-vegetação e laboratório para avaliar a resposta de genótipos de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata*.

Vários parâmetros foram avaliados como diferença no teor de clorofila e massa de parte aérea das plantas entre plantas infestadas e não infestadas, sobrevivência de ninfas, preferência dos adultos para alimentação e oviposição, e escala de dano visual nas plantas.

De acordo com os estudos, os genótipos que apresentam resistência por antibiose por causar maior mortalidade de ninfas são IACSP96-7586 e IACSP96-2008 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2014), IAC91-1099 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2016), CTC9 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2018). Os genótipos que apresentam maior tolerância ao ataque de ninfas de *M. fimbriolata* por apresentarem menor redução de massa da parte aérea da planta são IACSP96-7569 e IACSP97-6682 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2014), IACSP94-2094 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2016), RB966928 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2018), IACSP01-5503, CTC9004 e RB925211 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2022). Por fim, os genótipos que apresentam resistência por antixenose por serem menos preferidas para oviposição são IACSP96-2042, IACSP96-3060 e IACSP94-2101 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2016) e RB867515 (Dinardo-Miranda *et al.*, 2018) (Tabela 1).

Garcia *et al.* (2011) avaliaram a biologia de *M. fimbriolata* em seis variedades de cana-de-açúcar: SP79-1011, SP80-1816, SP80-1842, SP81-3250, RB72454 e RB835486. De acordo com os autores, a variedade RB72454 se apresentou como a mais resistente, causando maior mortalidade de ninfas nas raízes. Por outro lado, a variedade SP81-3250 permitiu maior longevidade média de adultos, maior período médio de oviposição e maior fecundidade média de adultos entre os genótipos estudados, se apresentando como a variedade mais suscetível.

Valverde *et al.* (2018) realizaram um estudo para desenvolver e validar uma metodologia de para avaliar a resistência de genótipos de cana-de-açúcar para resistência à *M. fimbriolata* em casa-de-vegetação. Para isto, um genótipo resistente (H. Kawandang) e um suscetível (SP81-3250) foram usados primeiro para determinar níveis de infestação (número de ninfas por planta) e período de exposição das plantas à praga para comparar a resistência dos genótipos. A técnica de triagem foi uma adaptação do método desenvolvido por Cardona, Miles e Sotero (1999) e amplamente empregado para avaliar a resistência de gramíneas tropicais a cigarrinhas (Valverde *et al.*, 2018).

O método desenvolvido por Valverde *et al.* (2018) consiste em infestar plantas de 45 dias com único perfilho mantidas em uma pequena unidade de crescimento com seis ninfas por planta. Aos 21 dias após a infestação, é feita avaliação de uma escala de dano visual nas plantas de 1 a 5 (1 = nenhum dano detectável; 2, 3 e 4 = 25, 50 ou 75% da área foliar da planta amarela ou necrótica, respectivamente e 5 = planta morta). Com base na escala de dano, as variedades são classificadas como: resistente (1 – 2), moderadamente resistente (2,1 – 3,0) e suscetível (> 3,0).

Após desenvolvimento do método de avaliação de resistência à *M. fimbriolata*, Valverde *et al.* (2018) avaliaram a resistência de 74 genótipos de cana-de-açúcar. Com base nesta análise, os

controles suscetíveis SP80-1816, RB72454 e SP81-3250 foram classificados como suscetíveis, enquanto os controles resistentes H. kawandang e IM76-227 foram classificados como resistentes, e o genótipo SP83-5073 foi classificado como moderadamente resistente. Os autores também observaram baixa correlação entre escala de dano visual nas plantas e sobrevivência de ninfas indicando a presença de outro mecanismo de resistência. Com base na sobrevivência de ninfas, os autores classificaram os genótipos como resistentes (< 50% de sobrevivência das ninfas), moderadamente resistentes (51 – 70%) e suscetíveis (> 70% de sobrevivência das ninfas). O genótipo IN8473 foi o único classificado como resistente, considerando ambas as medidas de resistência.

Tabela 1 - Principais resultados de pesquisa sobre resistência de genótipos de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata* publicados no período de 2001 a 2022.

Referência	Resistentes	Antibióse	Antixenose	Tolerância	Sucetíveis
Dinardo-Miranda <i>et al.</i> (2001)	IAC82-3092 IAC87-3187 PO86-1107				IAC83-2396 SP80-1842 RB825336
Dinardo-Miranda <i>et al.</i> (2014)		IACSP96-7586 IACSP96-2008		IACSP96-7569 IACSP97-6682	
Dinardo-Miranda <i>et al.</i> (2016)		IAC91-1099	IACSP96-2042 IACSP96-3060 IACSP94-2101	IACSP94-2094	
Dinardo-Miranda <i>et al.</i> (2018)		CTC9	RB867515	RB966928	
Dinardo-Miranda <i>et al.</i> (2022)				IACSP01-5503 CTC9004 RB925211	
Garcia <i>et al.</i> (2011)		RB72454			SP81-3250
Valverde <i>et al.</i> (2018)			IN8473	H. kawandang IM76-227 IN8473	SP80-1816 RB72454 SP81-3250
Gamarano <i>et al.</i> (2017) Soares <i>et al.</i> (2017)				H. Kawandang	SP81-3250
Orozco-Restrepo <i>et al.</i> (2017)		IM76-229			SP81-3250 SP80-1816 H. Kawandang

Melo *et al.* (2018) realizaram um estudo para comparar características morfoanatômicas da raiz e respostas fisiológicas de genótipos de cana-de-açúcar suscetíveis (SP81–3250) e resistentes (H. Kawandang) infestadas e não infestadas por ninfas de *M. fimbriolata*. De acordo com os autores, o genótipo SP81–3250 consistentemente obteve uma escala de dano visual maior do que H. Kawandang, corroborando com Valverde *et al.* (2018). Concluíram ainda que a resistência de H. Kawandang à cigarrinha está relacionada à capacidade desse genótipo de manter o teor de clorofila, a condutância estomática e a fotossíntese, sob ataque das ninfas, permitindo assim o acúmulo de biomassa, em contraste com SP81–3250. Além disso, a presença de células parenquimatosas mais compactas e densas, bem como a indução da produção de um composto mucilaginoso no cilindro vascular da raiz de plantas de H. kawandang, provavelmente dificultam a atividade de alimentação das ninfas, causando danos com menor severidade em plantas desse genótipo.

Soares *et al.* (2017) realizaram estudo adicional para aprofundar o conhecimento sobre efeito do ataque de ninfas de *M. fimbriolata* em parâmetros fotossintéticos dos genótipos SP81-3250 e H. Kawandang. A suscetibilidade dos genótipos à cigarrinha pela comparação da escala de dano visual foi semelhante ao observado por Valverde *et al.* (2018) e Melo *et al.* (2018). Os autores observaram que as ninfas de cigarrinha afetaram o processo fotossintético do genótipo suscetível SP81-3250 diminuindo o conteúdo de Clorofila, a taxa de transporte de elétrons (ETR), rendimento quântico máximo do Fotossistema 2 (PSII) (FV/FM) e rendimento quântico efetivo (Y(II)). No entanto, esse genótipo foi capaz de manter a taxa fotossintética líquida (A), provavelmente devido à sua capacidade de manter a abertura dos estômatos, aumentar a eficiência de carboxilação da Rubisco e dissipar o excesso de energia através do ciclo da xantofila, à medida que “esfriamento fotoquímico” (Y(NPQ)) aumentou sob o ataque da cigarrinha. Por outro lado, o dano causado pela cigarrinha não afetou o teor de clorofila do genótipo H. Kawandang. Outro fator observado foi o aumento da taxa fotossintética líquida para compensar a demanda de carboidratos pelas ninfas, aumentando a abertura estomática, a eficiência de carboxilação e a eficiência do aparelho fotoquímico na conversão de energia luminosa em produtos químicos da cultivar avaliada.

Orozco-Restrepo *et al.* (2017) realizaram um experimento de tabela de vida longitudinal para avaliar o tempo de desenvolvimento, sobrevivência, longevidade de ninfas e fertilidade de *M. fimbriolata* em plantas de quatro genótipos de cana-de-açúcar: IM76-229, H. Kawandang, SP81-3250 e SP80-1816. O genótipo IM76-229 causou maior mortalidade de ninfas e reduziu a longevidade dos adultos, levando a uma taxa intrínseca negativa de crescimento populacional dos insetos, indicando que a população de *M. fimbriolata* acabaria se extinguindo neste genótipo. Uma tendência oposta (ou seja, crescimento populacional) foi obtida para os insetos criados SP81-3250,

SP80-1816 e H. Kawandang. Esses resultados mostraram que o genótipo IM76-229 possui características de resistência que reduzem drasticamente o crescimento populacional de cigarrinhas. Destaca-se ainda que neste trabalho o genótipo H. Kawandang, considerado resistente por Melo *et al.* (2018) e Soares *et al.* (2017) foi classificado como suscetível, indicando a importância de avaliação de diferentes mecanismos de resistência.

Silva *et al.* (2005) avaliaram o teor de fenóis nas folhas e raízes de genótipos de cana-de-açúcar com e sem infestação por *M. fimbriolata*. Os autores observaram que a cultivar SP80-1816 apresentou-se mais responsiva ao ataque das ninfas em raízes enquanto a cultivar SP86-42 apresentou maiores teores de fenóis em raízes e folhas de plantas não infestadas. Assim, os autores concluíram que a avaliação do teor de compostos fenólicos não é um bom marcador para identificar genótipos de cana-de-açúcar resistentes a ninfas de *M. fimbriolata*.

Guimarães *et al.* (2008) avaliaram o teor de prolina nas folhas de genótipos de cana-de-açúcar com e sem infestação por ninfas de *M. fimbriolata*. Os autores observaram que o estresse causado por ninfas de *M. fimbriolata* não resultou em acúmulo de prolina e concluíram que não é possível avaliar a resistência de genótipos de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata* por este método. Em geral, os estudos realizados indicam que todos os mecanismos de resistência conhecidos (antibiose, antixenose e tolerância) estão presentes entre os genótipos de cana-de-açúcar. Assim, o conhecimento sobre a resistência de cultivares de cana-de-açúcar é de extrema importância para o MIP, pois permite a recomendação de genótipos mais resistentes em áreas com altas infestações naturais da praga e elaboração de plano de manejo, na qual os campos com variedades menos resistentes são priorizados para monitoramento, amostragem e controle em relação aos campos de cultivares mais resistentes (Dinardo-Miranda *et al.*, 2022).

Do ponto de vista do melhoramento genético, com o objetivo de aumentar a resistência de cana-de-açúcar à *M. fimbriolata*, pode-se cruzar variedades com diferentes mecanismos de resistência de modo a aumentar a frequência de diferentes genes de resistência nas populações segregantes (Tomaz *et al.*, 2017). Cabe observar que alguns dos genótipos mais resistentes não são variedades comerciais como os genótipos IM76-227 e IM76-229 pertencem a espécie *S. robustum*, que forneceu pequenas contribuições para o desenvolvimento de algumas variedades modernas de cana-de-açúcar. Por outro lado, os genótipos H. Kawandang e IN8473 pertencem ao gênero *Erianthus*, que é considerado intimamente relacionado ao gênero *Saccharum* (Cheavegatti-Gianotto *et al.*, 2011). Esses genótipos podem ser usados por programas de melhoramento de cana-de-açúcar como genitores para cruzamentos como fontes de genes para resistência à cigarrinha (Valverde *et al.*, 2018).

4 CONCLUSÃO

A maioria dos trabalhos realizados para avaliação da resistência de genótipos de cana-de-açúcar a esta praga tem sido realizados em laboratório e casa-de-vegetação. Vários genótipos de cana-de-açúcar possuem diferentes mecanismos de resistência (Antibiose, Antixenose e Tolerância), podendo ser utilizados no MIP desta praga. Além do mais, os genótipos com diferentes mecanismos de resistência podem ser utilizados como genitores para cruzamentos em programas de melhoramento genético para aumentar a resistência das populações segregantes.

REFERÊNCIAS

- CARDONA, C.; MILES, J.W.; SOTELO, G. An improved methodology for massive screening of *Brachiaria spp.* genotypes for resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, v.92, p.490-496, 1999. DOI: 10.1093/jee/92.2.490.
- CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A. *et al.* Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): A Reference Study for the Regulation of Genetically Modified Cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, v.4, p. 62–89, 2011. DOI:10.1007/s12042-011-9068-3.
- DINARDO-MIRANDA, L.L.; FERREIRA, J.M.; CARVALHO, P.A. Influência da época de colheita e do genótipo de cana-de-açúcar sobre a infestação de *Mahanarva fimbriolata* (Stål)(Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v.30, p.145-149, 2001. DOI: 10.1590/S1519-566X2001000100021.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. *et al.* Uso da geoestatística na avaliação da distribuição de *Mahanarva fimbriolata* em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.66, p.449-455, 2007. DOI: 10.1590/S0006-87052007000300011.
- DINARDO-MIRANDA, L.L., *et al.* Resistance of Sugarcane Cultivars to *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae). **Neotropical Entomology**, v.43, p. 90–95, 2014. DOI: 10.1007/s13744-013-0182-9.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. *et al.* Resistance mechanisms of sugarcane cultivars to spittlebug *Mahanarva fimbriolata*. **Scientia Agricola**, v.73, n.2, p.115-124, 2016. DOI: 10.1590/0103-9016-2014-0446.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. *et al.* Resistance of sugarcane cultivars to *Mahanarva fimbriolata*. **Bragantia**, v.77, p.314-325, 2018. DOI: 10.1590/1678-4499.2017162.
- DINARDO-MIRANDA, L.L. *et al.* Tolerance of sugarcane cultivars to *Mahanarva fimbriolata*. **Ciência Rural**, v. 52, n.6, 2022. DOI: 10.1590/0103-8478cr20200632.
- GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stål)(Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. **Scientia Agricola**, v.63, p.317-320, 2006. DOI: 10.1590/S0103-90162006000400001.

GARCIA, J.F.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Laboratory rearing technique of *Mahanarva fimbriolata* (Stål)(Hemiptera: cercopidae). **Scientia Agricola**, v.64, p.73-76, 2007. DOI: 10.1590/S0103-90162007000100011.

GARCIA, J.F. *et al.* Effect of sugarcane varieties on the development of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). **Revista Colombiana de Entomologia**, v.37, n.1, p.16-20, 2011. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882011000100003&lng=en&nrm=iso. Acesso em 20 ago. 2024.

GUIMARÃES, E.R. *et al.* Free proline accumulation in sugarcane under water restriction and spittlebug infestation. **Scientia agricola**, v.65, p.628-633, 2008. DOI: 10.1590/S0103-90162008000600009.

MELO, C.G. *et al.* Anatomical, morphological, and physiological responses of two sugarcane genotypes of contrasting susceptibility to *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). **Bulletin of entomological research**, v.108, n.4, p.556-564, 2018. DOI: 10.1017/S0007485317001110.

OROZCO-RESTREPO, S.M. *et al.* Host-plant resistance to spittlebugs: a life-table study with *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane genotypes. **Journal of Economic Entomology**, v.110, n.6, p.2655-2661, 2017. DOI: 10.1093/jee/tox232.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York: Macmillan, 1951.

SILVA, R.J.N.D. *et al.* Infestation of froghopper nymphs changes the amounts of total phenolics in sugarcane. **Scientia Agricola**, v.62, p.543-546, 2005. DOI: 10.1590/S0103-90162005000600005.

SOARES, B.O. *et al.*, Effect of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae) attack on photosynthetic parameters of sugarcane genotypes of contrasting susceptibility. **Journal of economic entomology**, v.110, n.6, p.2686-2691, 2017. DOI: 10.1093/jee/tox239.

TOMAZ, A.C. *et al.* Assessing resistance of sugarcane varieties to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* Fab.(Lepidoptera: Crambidae). **Bulletin of Entomological Research**, v.108, n.4, p.547-555, 2018. DOI: 10.1017/S0007485317001183.

VALVERDE, A.H.P. *et al.* A new methodology for large-scale screening sugarcane resistance to *Mahanarva Fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). **Bragantia**, v.77, n.4, p.599-608, 2018. DOI: 10.1590/1678-4499.2017403.

CAPÍTULO 13

INSETICIDAS BOTÂNICOS POTENCIAIS PARA EMPREGO NO MANEJO ECOLÓGICO DE PRAGAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS – UMA REVISÃO

POTENTIAL BOTANICAL INSECTICIDES FOR USE IN THE ECOLOGICAL MANAGEMENT OF PESTS IN AGROFORESTRY SYSTEMS – A REVIEW

Francisco Sérgio Neres da Silva   

Mestre em Agricultura no Trópico Úmido pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA),
Manaus-AM, doutorando em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT),
Cuiabá-MT, Brasil

Adriano Cirino Tomaz   

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), engenheiro agrônomo, Faculdade de
Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Katiuchia Pereira Takeuchi   

Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), docente na
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Keven Klarck Queiroz Alves   

Estudante de Graduação do curso de Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Guilherme Silva Mattos   

Estudante de Graduação do curso de Agronomia na Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.772 

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo apresentar uma breve revisão sobre as principais características de cinco bioinseticidas e resultados obtidos com o uso no controle de insetos de acordo com a literatura. Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica sistemática, tratando-se de uma pesquisa a respeito do uso de cinco plantas com atividade inseticida utilizadas no mundo e com fundamentação científica com coleta em bases de dados do Google Acadêmico e Dimensions. Foi observada uma grande quantidade de informações sobre as espécies estudadas, em que os principais solventes são de natureza orgânica ou aplicação de óleos essenciais com inseticidas. A concentração letal varia conforme a espécie analisada, sendo observadas diferenças no modo de ação até mesmo dentro da espécie em função do sexo do inseto. Foram apontadas atividades de fumigação, inibição alimentar, repelência e toxicidade entre outros modos de ação. O interesse por inseticidas botânicos tem crescido em virtude de suas propriedades inseticida e por representarem uma forma de controle eficaz e seguro no controle de alguns insetos de interesse econômico e para saúde humana. Há uma forte tendência para o uso dos inseticidas botânicos como alternativa ao controle com defensivos sintéticos, principalmente em sistemas produtivos de base agroecológica e/ou orgânica.

Palavras-chave: Agroecologia. Agricultura sustentável. Biopesticidas. Manejo agroecológico.

Abstract: The present work aimed to present a brief review of the main characteristics of five bioinsecticides and results obtained with their use in insect control in accordance with the literature. This study consists of a systematic bibliographical review, involving research regarding the use of five plants with insecticidal activity used around the world and with a scientific basis collected in Google Scholar and Dimensions databases. A large amount of information was observed about the species studied, in which the main solvents are organic in nature or the application of essential oils with insecticides. The lethal concentration varies depending on the species analyzed, with differences being observed in the mode of action even within the species depending on the sex of the insect. Fumigation, feeding inhibition, repellency and toxicity activities were highlighted, among other modes of action. Interest in botanical insecticides has grown due to their insecticidal properties and because they represent an effective and safe form of control in the control of some insects of economic and human health interest. There is a strong tendency to use botanical insecticides as an alternative to control with synthetic pesticides, mainly in agroecological and/or organic-based production systems.

Keywords: Agroecology. Sustainable agriculture. Biopesticides. Agroecological management.

1 INTRODUÇÃO

Inseticidas botânicos possuem em sua composição compostos resultantes do metabolismo secundário de plantas que podem ser encontrados em raízes, folhas e sementes (Machado *et al.*, 2007). Esses compostos podem ter vários efeitos em pragas como repelência, redução da alimentação e da fertilidade dos insetos, ou mesmo causar mortalidade. Podem ser utilizados para preparo do produto “*in natura*” em pó, com extração aquosa ou solventes orgânicos (Leite; Bertotti, 2020), pela obtenção de óleos essenciais, pela purificação e isolamento de compostos puros obtidos de extratos de plantas ou através de formulações concentradas comerciais e semi-comerciais (Moreira *et al.*, 2007). Para alguns inseticidas botânicos já existem produtos comerciais como o óleo

de neem, piretrina, rotenona, sabadilha, rianóides, nicotina, óleo de citros, extrato de alho e óleo de eucalipto (Menezes, 2005; Moreira *et al.*, 2007).

O uso de extratos botânicos é uma importante alternativa para o manejo de pragas em culturas onde não há inseticidas registrados e principalmente é uma alternativa na agroecologia. Estes produtos geralmente são de degradação rápida e tem baixa persistência no ambiente, reduzindo assim o risco para organismos não-alvo e resíduos no alimento. Além disso, estes produtos geralmente apresentam baixa a moderada toxicidade à mamíferos (Correa; Salgado, 2011), à exceção de alguns, como a nicotina, que é extremamente tóxica, sendo doses entre 50-100 mg considerada letal ao ser humano (Ferreira *et al.*, 2022).

Os inseticidas botânicos têm ação, em geral, mais lenta do que os inseticidas sintéticos. No entanto, embora o inseto não morra rapidamente, eles podem parar de se alimentar quase imediatamente após a aplicação do inseticida. A maioria dos inseticidas botânicos não tem ação sistêmica, ou seja, não são absorvidos e translocados no interior da planta. Isso pode torná-los ineficientes para controlar insetos que se alojam no interior de partes das plantas como frutos e ramos. Além disso, esses produtos são rapidamente degradados, apresentando baixa persistência, o que pode exigir aplicações mais frequentes resultando em um custo mais elevado (Menezes, 2005).

Diversas famílias botânicas são apontadas na literatura pelo seu potencial uso e efeito inseticida sobre insetos-praga devido à presença de compostos bioativos, como alcaloides, terpenóides, flavonoides, piperina e saponinas (Garcez *et al.*, 2013; Menezes Filho; Castro, 2019), entre outros que demonstraram eficácia contra diversos insetos-praga de importância econômica. Neste contexto, pretende-se apresentar uma breve revisão sobre as principais características de cinco bioinseticidas e resultados obtidos no controle de insetos de acordo com a literatura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica sistemática, tratando-se de uma pesquisa a respeito do uso de seis plantas com atividade inseticida utilizadas no mundo e com fundamentação científica. A coleta de dados foi realizada através das bases de dados do Google Acadêmico e a Dimensions. Na elaboração das estratégias de buscas utilizaram-se os operadores booleanos *AND* ou *OR* e termos apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Termos utilizados para pesquisa nas bases de dados e número de informações retornadas.

Termos utilizados	Número de resultados obtidos	
	Google acadêmico	<i>Dimensions</i>
Botanical insecticides and <i>Allium sativum</i> and chemical composition or main component	17.000	13.809
Botanical insecticides and <i>Azadirachta indica</i> and chemical composition or main component	22.500	9.658
Botanical insecticides and <i>Eucalyptus citriodora</i> and chemical composition or main component	5.420	4.703
Botanical insecticides and <i>Eugenia caryophyllata</i> and chemical composition or main component	2.530	10
Botanical insecticides and <i>Piper nigrum</i> and chemical composition or main component	12.700	3.475

Fonte: Autores, 2024.

Considerando a grande quantidade de trabalhos disponíveis nestas bases de dados, para triagem verificou-se as 50 primeiras publicações sobre o tema de interesse, e de modo complementar, adotou-se metodologia adaptada de Bessada *et al.* (2015) em que foram selecionadas referências relevantes considerando (i) os ensaios de avaliação de bioatividade *in vitro* e *in vivo* relatados; (II) a elucidação estrutural de compostos bioativos desta família e espécies de interesse; e (III) foram excluídos artigos duplicados e que não se enquadravam no objetivo deste trabalho após leitura dos resumos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de inseticidas botânicos é de interesse mundial e a quantidade publicações disponíveis sobre o tema demonstram isso. Embora os termos utilizados na pesquisa sejam apenas indicadores e como bem enfatizado por Bessada *et al.* (2015) estas bases de dados são atualizadas rotineiramente, o número de publicações pode ser alterado ao longo do tempo. Cada mecanismo de pesquisa retornou um número de resposta diferente, porém, não afetou na coleta de informações

e na proposta desta pesquisado, permitindo reunir e sistematizar as informações pertinentes a cada material vegetal utilizado para o preparo dos inseticidas botânicos.

3.1. Extrato de alho (*Allium sativum*)

O principal ingrediente ativo de *A. sativum* é o dialil-dissulfeto, um composto organossulfurado solúvel em óleo (Sundaram e Milner, 1996), pode ter concentrações variando de 3-36,60% do óleo essencial de alho (Abdullah, Wessam; Ghanim, 2024; Demeter *et al.*, 2021; Elmadawy; Omar, 2022; Plata-Rueda *et al.*, 2017). Além da obtenção e uso do óleo essencial, outros métodos de extração utilizando solventes orgânicos como acetona, metanol e etanol (Ali *et al.*, 2014; Amulejoye; Maulu, 2024; Elmadawy; Omar, 2022; Krache *et al.*, 2022; Nasir *et al.*, 2022; Plata-Rueda *et al.*, 2017; Rajapaksha; Silva; Weeraratne, 2024).

A atividade repelente e toxicidade de *A. sativum* tem sido relatada para diferentes insetos-praga no mundo. Para o besouro-castanho *Tribolium castaneum* (Coleóptera: Tenebrionidae), Chaubey (2013) identificou atividade repelente do óleo essencial de alho, em que a concentração de 0,8% provocou maior repelência (90,0%), além de verificaram inibição na oviposição e efeitos de toxicidade por contato e fumigação em adultos e larvas. Resultados semelhantes foram observados por Elbrense *et al.* (2022) com óleo essencial de alho e por Ali *et al.* (2014) com extrato de alho para a mesma espécie. Para o besouro-da-farinha *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), Plata-Rueda *et al.* (2017), verificaram que o óleo essencial de alho causou mortalidade crescente de larvas, pupas e adultos em diferentes concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₀) até as 48 horas. Para o pulgão do algodão *Aphis gossypii* (Hemíptera: Aphididae), Abdullah, Wessam e Ghanim (2024) verificaram que as maiores concentrações analisadas (7500 e 10000 ppm) causaram mortalidade superior a 70% dos insetos nas avaliações realizadas as 24 e 48 horas. Nasir *et al.* (2022) constataram atividade larvicida do extrato de alho para *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de 2º e 3º instar.

3.2. Extrato de cravo-da-Índia (*Eugenia caryophyllata*)

O principal ingrediente ativo da *E. caryophyllata* é o eugenol (Gohary *et al.*, 2021). O eugenol é um composto aromático do grupo fenol, moderadamente solúvel em água e solventes orgânicos (Ulanowska; Olas, 2021). A extração geralmente é realizada utilizando 30 g de botões florais de cravo para 200 mL de etanol. Este método é mais eficaz em termos de eficiência de extração (Gohary *et al.*, 2021; Jung; Yang, 2014). A extração com álcool 70° pode render 58% de extrato, sendo que o eugenol compreende 88,7% do extrato (Jung; Yang, 2014). O preparo dos extratos

pode envolver ainda uso de acetona, etil acetato, hexano e metanol (Badgajar; Mendki; Kotkar, 2017; Bagavan *et al.*, 2011; Bandara; Senevirathne, 2021; Selvaraj; Angelin; Jayaseeli, 2019).

Estudos anteriores indicaram que o óleo essencial de *E. caryophyllata* é mais tóxico por inalação do que por exposição por contato (Aimad *et al.*, 2021). O eugenol tem atividade dissuasora da alimentação e pode afetar o sistema respiratório (Badgajar; Mendki; Kotkar, 2017), inibir as atividades da acetilcolinesterase e da adenosina trifosfatase e causar alterações histológicas (Gohary *et al.*, 2021). Estudos anteriores mostraram que o óleo essencial de cravo na concentração de 20 µL/L pode matar 100% do *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) em 72 horas (Aimad *et al.*, 2021). Além disso, Gohary *et al.* (2021) encontraram a CL₅₀ e a CL₉₅ para o extrato etanólico de 47,0 e 357,8 ppm, respectivamente, para larvas de *Culex pipiens* (Díptera: Culicidae) 24 horas após exposição aos tratamentos. Em *Drosophila melanogaster* (Díptera: Drosophilidae), conhecida popularmente de mosca-da-fruta, Ulfah *et al.* (2022) observaram que o óleo essencial de cravo-da-Índia afetou machos e fêmeas de modo diferente, causando mortalidade mais rápida para os machos do que para as fêmeas, levando os autores a sugerir que as concentrações e toxicidade depende do sexo para este inseto.

3.3. Extrato de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*)

O principal componente do gênero eucalipto é o monoterpeneo 1,8-cineol, conhecido como eucaliptol, que possui atividade inseticida sobre diversos insetos (Pineda *et al.*, 2023; Sukontason *et al.*, 2004). O teor de eucaliptol pode chegar a 94,4% do óleo essencial de *Eucalyptus globulus* (Pineda *et al.*, 2023). Porém, para a espécie *Eucalyptus citriodora*, o monoterpênóide citronelal constitui 60 a 90% de óleo essencial (Gusmão *et al.*, 2013; Insuan; Chahomchuen, 2020). Estudos anteriores demonstraram que o óleo essencial de *E. camaldulensis* contém 27,91% de eucaliptol e não contém citronelal. Por outro lado, o óleo essencial de *E. citriodora* contém apenas 0,75% de eucaliptol e 58,42% de citronelal (Rehman *et al.*, 2024).

O óleo essencial de *E. citriodora* tem apresentado atividade inseticida contra diversos insetos tanto por exposição por contato quanto por fumigação (Gusmão *et al.*, 2013; Rehman *et al.*, 2024). Estudos anteriores determinaram uma CL₉₅ do óleo essencial de *E. citriodora* de 449,50 ppm contra *C. maculatus* (Gusmão *et al.*, 2013) e uma CL₅₀ de 32,25 µL/mL contra *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) (Rehman *et al.*, 2024). Para a mosca doméstica *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), Sukontason *et al.* (2004) observaram que o aumento nas doses de eucaliptol resultou em menor longevidade dos insetos, afetando de forma semelhante machos e fêmeas. Na mosca-de-asa-manhada *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) Pineda *et al.* (2023) encontram toxicidade para os adultos com CL₅₀ de 0,67 µL/mL e CL₉₀ de 1,57 µL/mL. O óleo essencial de *E. citriodora* causou

mortalidade por contato no gorgulho *C. maculatus*, encontrando-se CL₅₀ de 298,17 ppm e CL₉₀ de 449,50 ppm (Gusmão *et al.*, 2013). No gorgulho do arroz *S. oryzae* e besouro-castanho *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), as maiores concentrações do óleo essencial de *E. citriodora* resultaram em maior toxicidade, sendo observadas mortalidade superior a 70% dos indivíduos expostos às concentrações de 75 e 100 µL/mL (Rehman *et al.*, 2024).

3.4. Extrato de neem (*Azadirachta indica*)

O principal ingrediente ativo de *A. indica* é a azadiractina, um complexo limonóide tetranortriterpenóide (Mordue(Luntz); Nisbet, 2000). De acordo com Djibril *et al.* (2015), a quantidade de azadiractina encontrada na semente é variável, sendo identificadas por estes autores, valores de 2,24 g.kg⁻¹ na semente, 4,62 g.kg⁻¹ no caroço e 0,03 g.kg⁻¹ na casca. Além do óleo, o uso de solventes como água e solventes orgânicos, como acetona, etanol, metanol ou dimetilsulfóxido (Hashim *et al.*, 2021; Jameel; Baker; Nawar, 2023; Kichu *et al.*, 2022; Su *et al.*, 2023) são utilizados para o preparo de extratos de diferentes partes da planta.

Foram relatados efeitos subletais do óleo de neem em abelhas, como dificultar a decolagem individual das abelhas operárias, comprometer potencialmente a atividade de forrageamento e a sobrevivência das colônias (Tomé *et al.*, 2015) e induzir efeitos antialimentares (Bernardes *et al.*, 2015). O óleo de neem contém vários compostos biologicamente ativos, principalmente a azadiractina, que é tóxica para os insetos. A azadiractina exibe efeito repelente, inibe a alimentação e o crescimento e é amplamente utilizada como inseticida em todo o mundo (Xavier *et al.*, 2010). Avaliação no controle de *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) em amendoim armazenado, demonstrou controle eficiente nas concentrações a 3 e 4%, com mortalidade verificada aos 90 e 120 dias, além de afetar negativamente no ciclo biológico do inseto-praga (Azevedo *et al.*, 2010). Para a lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*, Duarte *et al.* (2020) verificaram que o óleo de neem afetou negativamente a sobrevivência das lagartas, desenvolvimento de larvas e pupas. Os autores relatam que para as condições em que o estudo foi desenvolvido, a CL₅₀ e CL₉₀ necessárias para causar mortalidade dos insetos foi de 9500 e 17230 ppm.

3.5. Extrato de pimenta-do-reino (*Piper nigrum*)

Os frutos de *P. nigrum* contêm 5-10% do alcalóide Piperina (Teymuori; Yegdaneh; Rabbani, 2021), um alcalóide insolúvel em água (Chopra *et al.*, 2017; Matena; Kariuki; Ongaora, 2021). Como o extrato etanólico produz a maior quantidade de componentes ativos (Toussirot *et al.*, 2023), a extração geralmente é realizada utilizando 20 - 40 g de frutos maduros secos para 400 mL de etanol

(Matena; Kariuki; Ongaora, 2021; Toussirot *et al.*, 2023; Yaseen, 2020). A extração de 10 g de pimenta-do-reino em pó em 100 mL de etanol pode render 1 g/15 mL de Piperina (Matena; Kariuki; Ongaora, 2021). Ademais, são apontados uso de acetona, clorofórmio, diclorometano, éter de petróleo, etil acetato e metanol (Choden; Yangchen; Tenzin, 2021; Fan *et al.*, 2011; Hussain *et al.*, 2017; Kemabonta; Adediran; Ajelara, 2018; Khani; Awang; Omar, 2012; Park *et al.*, 2002; Toussirot *et al.*, 2023).

Um estudo anterior mostrou que o extrato oleoso de pimenta-do-reino na concentração de 5% p/v pode matar até 100% de *S. zeamais* em 96 horas de exposição (Choden; Yangchen; Tenzin, 2021). Além disso, o óleo essencial de pimenta-do-reino apresentou 100% de mortalidade de larvas de *A. gambiae* (Kemabonta; Adediran; Ajelara, 2018). O extrato etanólico dos frutos secos de *Piper nigrum* (50 mg.mL⁻¹) apresentou 100% de atividade larvicida contra larvas do carrapato *Rhipicephalus australis* (Toussirot *et al.*, 2023). Simas *et al.* (2007) encontraram que a CL₅₀ do extrato etanólico de pimenta preta e piperina para larvas de *Aedes aegypti* foi de 0,98 ppm e 1,53 ppm, respectivamente. A atividade antialimentação também foi relatada (Choden; Yangchen; Tenzin, 2021; Fan *et al.*, 2011; Khani; Awang; Omar, 2012). Foi relatada toxicidade para diversos insetos como percevejos *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae) (Matena; Kariuki; Ongaora, 2021) e mosquito da malária *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) (Kemabonta; Adediran; Ajelara, 2018).

4 CONCLUSÃO

O interesse por inseticidas botânicos tem crescido em virtude de suas propriedades inseticidas naturais, uso aceito para o desenvolvimento da agricultura sustentável e por representarem uma forma de controle eficaz e seguro no controle de alguns insetos de interesse econômico e para saúde humana. Há uma forte tendência para o uso dos inseticidas botânicos como alternativa aos defensivos sintéticos, principalmente em sistemas produtivos de base agroecológica e/ou orgânica. A adoção destes produtos aliada a outras estratégias de manejo ecológico de pragas pode reduzir custos e perdas de produtividade. No geral, o uso de solventes orgânicos para o preparo dos extratos e uso de óleos essenciais são os mais utilizados.

Agradecimentos e Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal de Mato Grosso e

ao Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia pelo apoio na realização desta pesquisa e trabalhos correlacionados.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, R. R. H.; WESSAM, Z. A.; GHANIM, N. M. toxicity and biochemical impacts of garlic and camphor essential oils against *Aphis gossypii* and *Gynaikothrips ficorum* Compared to chitosan and mineral oil. **Journal of Plant Protection and Pathology**, v. 15, n. 6, p. 173–181, 2024.

AIMAD, A. *et al.* Gc-ms analysis of essential oil composition and insecticidal activity of *Syzygium aromaticum* against *Callosobruchus maculatus* of chickpea. **Tropical Journal of Natural Product Research**, v. 5, n. 5, p. 844–849, 2021.

ALI, S. *et al.* Insecticidal activity of turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) extracts against red flour beetle, *Tribolium castaneum*: A safe alternative to insecticides in stored commodities. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 2, n. 3, p. 201–205, 2014.

AMULEJOYE, F. D.; MAULU, S. Repellent effects of some plant oils on *Dermestes maculatus* larvae in Smoke-dried West African lungfish (*Protopterus annectens*). **Cogent Food and Agriculture**, v. 10, n. 1, 2024.

AZEVEDO, A. I. B. DE *et al.* Bioactivity of neem oil on *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae) in stored peanut seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 309–313, 2010.

BADGUJAR, R. H.; MENDKI, P. S.; KOTKAR, H. M. Management of *Plutella xylostella* using *Cinnamomum zeylanicum* and *Syzygium aromaticum* extracts and their major secondary metabolites. **Biopesticides International**, v. 13, n. 2, p. 113–126, 2017.

BAGAVAN, A. *et al.* Contact and fumigant toxicity of hexane flower bud extract of *Syzygium aromaticum* and its compounds against *Pediculus humanus capitis* (Phthiraptera: Pediculidae). **Parasitology Research**, v. 109, n. 5, p. 1329–1340, 2011.

BANDARA, P.; SENEVIRATHNE, M. Efficacy of different parts of clove (*Syzygium aromaticum*) for the management of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). **Proceeding of the Open University Research Sessions**, v. 1, n. Ours, p. 9912, 2021.

BESSADA, S. M. F.; BARREIRA, J. C. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Asteraceae species with most prominent bioactivity and their potential applications: A review. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 604–615, 2015.

CHAUBEY, M. K. Insecticidal effect of *Allium sativum* (Alliaceae) essential oil. **Journal of Biologically Active Products from Nature**, v. 3, n. 4, p. 248–258, 2013.

CHODEN, S.; YANGCHEN, U.; TENZIN, J. Evaluation on efficacy of *Piper nigrum* as a bio-pesticide against *Sitophilus zeamais*. **Naresuan University Journal: Science and Technology**, v. 29, n. 2, p. 84–95, 2021.

CHOPRA, B. *et al.* Piperine and its various physicochemical and biological aspects: a review. **Open Chemistry Journal**, v. 3, n. 1, p. 75–96, 2017.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 500–506, 2011.

DEMETER, S. *et al.* Insecticidal activity of 25 essential oils on the stored product pest, *Sitophilus granarius*. **Foods**, v. 10, n. 2, p. 1–13, 2021.

DJIBRIL, D. *et al.* Physical characteristics, Chemical composition and distribution of constituents of the neem seeds (*Azadirachta indica* A. Juss) collected in Senegal. **Research Journal of Chemical Sciences**, v. 5, n. 7, p. 52–58, 2015.

DUARTE, J. P. *et al.* Effect of *Azadirachta indica* (Sapindales: Meliaceae) oil on the immune system of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) immatures. **Journal of Insect Science**, v. 20, n. 3, p. 1–6, 2020.

ELBRENSE, H. *et al.* Insecticidal, antifeedant and repellent efficacy of certain essential oils against adult rust-red flour beetle, *Tribolium castaneum*. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 65, n. 1, p. 167–178, 2022.

ELMADAWY, A.; OMAR, A. Protection of stored grain products by loading garlic (*Allium sativum*) and parsley (*Petroselinum crispum*) essential oils on cork disks. **Journal of Plant Protection and Pathology**, v. 13, n. 2, p. 47–54, 2022.

FAN, L. S. *et al.* Insecticidal properties of *Piper nigrum* fruit extracts and essential oils against *Spodoptera litura*. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 13, n. 4, p. 517–522, 2011.

FERREIRA, P. G. *et al.* Nicotina e a Origem dos Neonicotinoides: Problemas ou Soluções? **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, p. 401–414, 2022.

GARCEZ, W. S. *et al.* Naturally occurring plant compounds with larvicidal activity against *Aedes aegypti*. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 3, p. 363–393, 2013.

GOHARY, E. G. E. EL *et al.* Insecticidal, repellency, and histopathological effects of four extracts of clove oil (*Syzygium aromaticum*) against *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). **Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries**, v. 25, n. 6, p. 79–96, 2021.

GUSMÃO, N. M. S. *et al.* Contact and fumigant toxicity and repellency of *Eucalyptus citriodora* Hook., *Eucalyptus staigeriana* F., *Cymbopogon winterianus* Jowitt and *Foeniculum vulgare* Mill. essential oils in the management of *Callosobruchus maculatus* (FABR.) (Coleoptera: Chrysomeli. **Journal of Stored Products Research**, v. 54, p. 41–47, 2013.

HASHIM, N. *et al.* A study of neem leaves: Identification of method and solvent in extraction. **Materials Today: Proceedings**, v. 42, p. 217–221, 2021.

HUSSAIN, A. *et al.* Toxicity and detoxification mechanism of black pepper and its major constituent in controlling *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Curculionidae: Coleoptera). **Neotropical Entomology**, v. 46, n. 6, p. 685–693, 2017.

INSUAN, W.; CHAHOMCHUEN, T. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil extracted from *Eucalyptus citriodora* leaf. **Microbiology and Biotechnology Letters**, v. 48, n. 2, p. 148–157, 2020.

JAMEEL, M. A. R.; BAKER, S. Z.; NAWAR, M. H. Control of the khapra beetle *Trogoderma granarium* (Everts.) (Coleoptera: Dermastidae) using nanoparticles of neem leaf extract. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1225, n. 1, 2023.

JUNG, J. Y.; YANG, J. K. Insecticidal activity of extracts isolated from *Syzygium aromaticum*. **Journal of the Korean Wood Science and Technology**, v. 42, n. 5, p. 624–633, 2014.

KEMABONTA, K. A.; ADEDIRAN, O. I.; AJELARA, K. O. The insecticidal efficacy of the extracts of *Piper nigrum* (Black Pepper) and *Curcuma longa* (Turmeric) in the control of *Anopheles gambiae* Giles (Dip., Culicidae). **Jordan Journal of Biological Sciences**, v. 11, n. 2, p. 195–200, 2018.

KHANI, M.; AWANG, R. M.; OMAR, D. Bioactivity effect of *Piper nigrum* L. and *Jatropha curcas* L. extracts against *Coryra cephalonica* [Stainton]. **Agrotechnology**, v. 02, n. 01, 2012.

KICHU, N. *et al.* Bioassay on Toxicity of Plant Extracts against *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) in French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 12, n. 12, p. 1216–1221, 2022.

KRACHE, F. *et al.* Effect of botanical extract of garlic (*Allium sativum* L.) on larvae of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Papers on Life Science, Marine & Environmental Research**, n. July, p. 6–9, 2022.

LEITE, T. V. P.; BERTOTTI, D. L. Efeito dos inseticidas botânicos aplicados no manejo agroecológico de pragas na cultura do milho doce. **Revista Brasileira de Agroambiente e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 12–20, 2020.

MACHADO, L.; SILVA, V.; OLIVEIRA, M. Uso de extratos no controle de pragas em horticultura. **Biológico**, v. 69, n. 2, p. 103–106, 2007.

MATENA, H. G.; KARIUKI, Z. N.; ONGAORA, B. C. Optimization of piperine extraction from black pepper (*Piper nigrum*) using different solvents for control of bedbugs. **East African Agricultural and Forestry Journal**, v. 84, n. 1, p. 147–153, 2021.

MENEZES, E. DE L. A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Embrapa Agrobiologia, 28p, 2005

MENEZES FILHO, A. C. P. DE; CASTRO, C. F. DE S. Phytochemical classes of secondary metabolites in foliary ethanolic extracts from species of brazilian. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 8, p. 45–61, 2019.

MORDUE(LUNTZ), A. J.; NISBET, A. J. Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 615–632, 2000.

MOREIRA, M. D. *et al.* Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. In: Laércio Zambolim; Carlos Alberto Lopes; Marcelo Coutinho Picanço; Hécio Costa. (Org.). **Manejo Integrado de Doenças e Pragas - Hortaliças**. Viçosa, MG: Departamento de Fitopatologia – UFV, p. 577-606, 2007.

NASIR, S. *et al.* Larvicidal activity of acetone extract and green synthesized silver nanoparticles from *Allium sativum* L. (Amaryllidaceae) against the dengue vector *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 25, n. 3, p. 101937, 2022.

PARK, I. K. *et al.* Larvicidal activity of isobutylamides identified in *Piper nigrum* fruits against three mosquito species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 7, p. 1866–1870, 2002.

PINEDA, M. *et al.* Low Concentrations of eucalyptus essential oil induce age, sex, and mating status-dependent stimulatory responses in *Drosophila suzukii*. **Agriculture (Switzerland)**, v. 13, n. 2, 2023.

PLATA-RUEDA, A. *et al.* Insecticidal activity of garlic essential oil and their constituents against the mealworm beetle, *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae). **Scientific Reports**, v. 7, p. 1–11, 2017.

RAJAPAKSHA, W. R. G. W. N.; SILVA, W. A. P. P. DE; WEERARATNE, T. C. Comparative evaluation of the effect of phytochemicals of garlic (*Allium sativum*) ethanolic extract against *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* mosquitoes in Sri Lanka. **Ceylon Journal of Science**, v. 53, n. 1, p. 161–167, 2024.

REHMAN, R. *et al.* Insect repellent and insecticidal potential of two eucalyptus species essential oils from subtropical desert climate. **Chemical Papers**, v. 78, n. 4, p. 2369–2384, 2024.

SELVARAJ, P.; ANGELIN, P. C.; JAYASEELI, J. P. R. Insecticidal and antibacterial potential of *Syzygium aromaticum* (L.) merril and perry. **JBiopest**, v. 12, n. 2, p. 191-196, 2019.

SIMAS, N. K. *et al.* Potential use of *Piper nigrum* ethanol extract against pyrethroid-resistant *Aedes aegypti* larvae. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 40, n. 4, p. 405–407, 2007.

SU, X. *et al.* A comprehensive review of azadirachtin: physicochemical properties, bioactivities, production, and biosynthesis. **Acupuncture and Herbal Medicine**, v. 3, n. 4, p. 256–270, 2023.

SUKONTASON, K. L. *et al.* Effects of eucalyptol on house fly (diptera: muscidae) and blow fly (diptera: calliphoridae). **Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo**, v. 46, n. 2, p. 97–101, 2004.

SUNDARAM, S. G.; MILNER, J. A. Diallyl-disulfide inhibits the proliferation of human tumor cells in culture. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1315, p. 15–20, 1996.

TEYMUORI, M.; YEGDANEH, A.; RABBANI, M. Effects of *Piper nigrum* fruit and *Cinnamum zeylanicum* bark alcoholic extracts, alone and in combination, on scopolamine-induced memory impairment in mice. **Research in Pharmaceutical Sciences**, v. 16, n. 5, p. 474–481, 2021.

TOUSSIROT, M. *et al.* Larvicidal activity of the black pepper, *Piper nigrum* (Fam: Piperaceae) extracts on the cattle tick, *Rhipicephalus australis* (Acari: Ixodidae). **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2023.

ULANOWSKA, M.; OLAS, B. Biological properties and prospects for the application of eugenol - a review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 7, 2021.

ULFAH, M. *et al.* Insecticidal activity of essential oil of *Syzygium aromaticum* flower in drosophila. **Biointerface Research in Applied Chemistry**, v. 12, n. 2, p. 2669–2677, 2022.

YASEEN, A. T. The effect of alcoholic and aqueous extract of *Piper nigrum* on the larvae of *Culex pipiens molestus* Forskal (Diptera: Culicidae). **Baghdad Science Journal**, v. 17, n. 1, p. 28–33, 2020.

CAPÍTULO 14

INSETICIDAS BOTÂNICOS À BASE DE *CAPSICUM FRUTESCENS*, *CHENOPODIUM SPP*, *CHRYSANTHEMUM SPP*, *EUCALYPTUS SPP* E *RICINUS COMMUNIS* COMO ALTERNATIVA PARA CONTROLE DE PRAGAS

CAPSICUM FRUTESCENS, *CHENOPODIUM SPP*, *CHRYSANTHEMUM SPP*,
EUCALYPTUS SPP AND *RICINUS COMMUNIS* EXTRACTS AS ALTERNATIVES
FOR PEST CONTROL

Francisco Sérgio Neres da Silva   

Mestre em Agricultura no Trópico Úmido pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA),
Manaus-AM, doutorando em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT),
Cuiabá-MT, Brasil

Adriano Cirino Tomaz   

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), engenheiro agrônomo, Faculdade de
Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Katiuchia Pereira Takeuchi   

Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), docente na
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Jorge Guilherme Costa Pecegueiro   

Estudante de Graduação em Bacharelado em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso
(UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

Joice Kely Souza Santos   

Estudante de Graduação em Bacharelado em Agronomia, Universidade Federal de Mato Grosso
(UFMT), Cuiabá-MT, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.773 

Resumo: O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sistemática da literatura sobre os inseticidas botânicos derivados de *Capsicum frutescens*, *Chenopodium* spp., *Chrysanthemum* spp., *Eucalyptus* spp. e *Ricinus communis*, com foco no potencial desses compostos para o manejo de pragas na agricultura orgânica e agroflorestal. Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica sistemática, abrangendo uma análise detalhada do uso dessas cinco plantas com atividade inseticida, com base em uma fundamentação científica obtida a partir das bases de dados Google Acadêmico e Dimensions. O teor de ingredientes ativos e a eficácia dos inseticidas botânicos variam de acordo com a espécie e a variedade da planta, o tipo de tecido vegetal, o método de extração, entre outros fatores. Essas variações podem dificultar a aplicação prática dos inseticidas botânicos. No entanto, vários estudos demonstram que os inseticidas botânicos à base das cinco plantas analisadas são eficazes no controle de diversas pragas. Esses inseticidas apresentam um potencial significativo para a expansão de seu uso, especialmente em sistemas de produção orgânicos e agroflorestais. Portanto, há uma necessidade crítica de avanços neste campo, visando otimizar o uso de inseticidas botânicos e maximizar sua eficácia no controle de pragas agrícolas.

Palavras-chave: Manejo ecológico de pragas. Controle natural. Práticas sustentáveis. Agroecologia.

Abstract: The purpose of this work is to conduct a systematic review of the literature on botanical insecticides derived from *Capsicum frutescens*, *Chenopodium* spp., *Chrysanthemum* spp., *Eucalyptus* spp., and *Ricinus communis*. The focus is on evaluating the potential of these compounds for pest management in organic agriculture and agroforestry. This study comprises a systematic review of relevant literature, providing a detailed analysis of the use of these five insecticidal plants based on scientific evidence gathered from the Google Scholar and Dimensions databases. The concentration of active ingredients and the efficacy of botanical insecticides can vary depending on the plant species and variety, the type of plant tissue, the extraction method, and other factors. These variations can complicate the practical application of these insecticides. Nevertheless, numerous studies have shown that botanical insecticides derived from the five botanical insecticides analyzed are effective in controlling various pests. These insecticides hold significant potential for broader use, particularly in organic and agroforestry production systems. Therefore, there is a critical need for further research to optimize the use of botanical insecticides and enhance their effectiveness in managing agricultural pests.

Keywords: Ecological pest management. Natural control. Sustainable practices. Agroecology.

1 INTRODUÇÃO

Os inseticidas botânicos são produtos naturais extraídos de plantas que contêm metabólitos secundários com propriedades inseticidas. Esses compostos atuam de diversas formas sobre os insetos, podendo funcionar como repelentes, inibir a alimentação e oviposição, ou até causar a morte dos insetos (Dequech *et al.*, 2010; Silva; Sato; Raga, 2019; Vale *et al.*, 2018). Eles podem ser extraídos de diferentes partes das plantas, como raízes, cascas, folhas, frutos, sementes e flores (Militão *et al.*, 2021).

Historicamente, os inseticidas botânicos foram amplamente utilizados para o controle de pragas na agricultura. Contudo, na primeira metade do século XX, foram rapidamente substituídos

por inseticidas organossintéticos (químicos) (Machado *et al.*, 2007; Toscano *et al.*, 2012). Essa mudança ocorreu devido a vários fatores, incluindo a ação geralmente mais lenta dos inseticidas botânicos em comparação aos sintéticos, a falta de ação sistêmica (isto é, eles não são absorvidos e translocados dentro da planta) e a rápida degradação, que resulta em baixa persistência e necessidade de aplicações mais frequentes, aumentando os custos. Além disso, a eficácia dos compostos bioativos pode variar com a espécie e variedade da planta, o estágio fenológico e as condições ambientais (Menezes *et al.*, 2005; Isman *et al.*, 2014). Vale ressaltar que, apesar do grande número de estudos sobre inseticidas botânicos, o desenvolvimento de produtos comerciais à base desses inseticidas ainda é limitado (Isman *et al.*, 2014).

Apesar da maior eficiência dos inseticidas sintéticos (Melo *et al.*, 2011), seu uso indiscriminado tem causado sérios problemas ambientais e para a saúde humana (Corrêa; Salgado, 2011). Como resposta a esses problemas, há um crescente estímulo para o retorno dos inseticidas botânicos, especialmente para o manejo de pragas em culturas onde inseticidas sintéticos não são registrados e como alternativa na produção orgânica e agroecológica, onde o uso de inseticidas sintéticos é proibido (Dietrich *et al.*, 2011).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho consistiu em realizar uma revisão sistemática da literatura sobre os inseticidas botânicos *Capsicum frutescens*, *Chenopodium* spp, *Chrysanthemum* spp, *Eucalyptus* spp e *Ricinus communis*, apresentando de maneira objetiva os principais resultados das pesquisas sobre esses produtos, no intuito de estimular a adoção desses inseticidas na agricultura orgânica e agroflorestal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica sistemática, tratando-se de uma pesquisa a respeito do uso de seis plantas com atividade inseticida utilizadas no mundo e com fundamentação científica. A coleta de dados foi realizada através das bases de dados do Google Acadêmico e a Dimensions. Na elaboração das estratégias de buscas utilizaram-se os operadores booleanos *AND* ou *OR* e termos: Botanical insecticides and *Chenopodium ambrosioides* and chemical composition or main component (Google acadêmico: 3.540; Dimensions: 1.779), botanical insecticides and *Ricinus communis* and chemical composition or main component (Google acadêmico: 10.600; Dimensions: 6.855), botanical insecticides and *Eucalyptus* spp and chemical composition or main component (Google acadêmico: 19.900; Dimensions: 19.601), botanical insecticides and *Chrysanthemum* spp and chemical composition or main component (Google acadêmico: 11.200; Dimensions: 16.277) e botanical insecticides and *Capsicum frutescens* and chemical composition or main component (Google acadêmico: 15.900; Dimensions: 7.762).

Considerando a grande quantidade de trabalhos disponíveis nestas bases de dados, para triagem verificou-se as 50 primeiras publicações sobre o tema de interesse, e de modo complementar, adotou-se metodologia adaptada de Bessada *et al.* (2015) em que foram selecionadas referências relevantes considerando (i) os ensaios de avaliação de bioatividade *in vitro* e *in vivo* relatados; (II) a elucidação estrutural de compostos bioativos desta família e espécies de interesse; e (III) foram excluídos artigos duplicados e que não se enquadram no objetivo deste trabalho após leitura dos resumos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A crescente demanda por produtos que sejam seguros para o meio ambiente e para a saúde humana pode ser refletida no número de resultados obtidos utilizando os termos de pesquisa utilizados, em que foram obtidos mais de 50 mil resultados reunidos somente no “Google Acadêmicos”.

3.1 Extrato de mamona (*Ricinus communis*)

A mamona (*Ricinus communis*; Euphorbiaceae) apresenta como principal componente com atividade inseticida a ricina (Bordin *et al.*, 2023) que pertence ao grupo das proteínas (Frank; Scholl; Aigner, 2019). A concentração da ricina contida na mamona pode variar de 1 a 5% (Audi *et al.*, 2005). Para obtenção do extrato é relatado na literatura o uso de água, etanol e metanol como extratores (Baldin *et al.*, 2007, Lima *et al.*, 2011; Eculica; Domingos; Serrano, 2021; Ellaithy; Abdel-Khalek; Mohammed, 2022; Bordin *et al.*, 2023). Diferentes partes da planta podem ser utilizadas para o preparo dos extratos como folhas, raízes e sementes (Kodjo *et al.*, 2011). Para o preparo do extrato aquoso, Kodjo *et al.* (2011) utilizaram 200 g do material vegetal fresco triturado e deixaram em repouso por 12 horas em água natural. Singh e Kaur (2016) utilizaram folhas secas para o preparo dos extratos. Para o preparo do extrato etanólico das sementes, Babarinde, Oyegoke e Adekunle (2011) utilizaram 95 g do pó das sementes, deixando em repouso por 24 horas em 190 mL de etanol absoluto.

O extrato aquoso de semente de *R. communis*, provocou a mortalidade de 75,87% de larvas de lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) por ingestão (Kombieni *et al.*, 2023). O extrato etanólico de *R. communis* nas concentrações de 10 e 12% causou mortalidade de 60 e 80% a larvas de segundo instar de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), as 96 horas após exposição (Elhaj *et al.*, 2021)). Kodjo *et al.* (2011) compararam a eficiência do extrato aquoso de *R. communis* preparados com raízes, folhas e sementes e observaram que o extrato das sementes na concentração de 20% foi o mais eficiente, provocando mortalidade de 70,86% de larvas de

Plutella xylostella. Para *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) Sotelo-Leyva *et al.* (2020) testaram diferentes partes da planta (raízes, folhas e sementes) e solventes (acetona, hexano e metanol) e verificaram que o extrato das folhas obtido pelo solvente hexano foi o mais eficiente, matando 96% dos insetos em 72 horas.

3.2 Extrato de mastruz (*Chenopodium ambrosioides*)

O monoterpeneo Ascaridol é o principal ingrediente ativo do mastruz (*C. ambrosioides*: Amaranthaceae), chegando à concentração de 9,2% nas folhas e 80 a 90% nos frutos desta planta (Figueiredo; Rocha; Freitas, 2018). A extração do ingrediente ativo pode ser feita com água, etanol, metanol e hexano (Boiça Júnior *et al.*, 2005; Mazzonetto *et al.*, 2013; Rajkumar; Jebanesan, 2008; Rubabura *et al.*, 2020). Para o preparo do extrato aquoso, 10 g de folhas moídas são mantidas em suspensão por 12 a 24 horas (Boiça Júnior *et al.*, 2005; Mazzonetto *et al.*, 2013). O extrato metanólico é preparado utilizando 2 kg de folhas moídas e mantidas em suspensão em 6 L de metanol por 8h (Rajkumar; Jebanesan, 2008). O extrato etanólico é preparado utilizando 1 kg de folhas moídas e mantidas em 1 L de etanol por 24 horas (Rubabura *et al.*, 2020).

Estudos anteriores mostraram que o óleo essencial de *C. ambrosioides* na concentração de 15 µL causou mortalidade de 100% de gorgulho-do-milho *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) após 96 horas de exposição (Figueiredo; Rocha; Freitas, 2018). O óleo essencial de *C. ambrosioides* também causou mortalidade de 100% de adultos de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) 48 horas após exposição ao produto. Para esta praga, as CL₅₀ e CL₉₉ foram de 0,20 e 0,18 Mg/m², respectivamente (Adegorite *et al.*, 2024). Em larvas de *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) o extrato metanólico das folhas nas concentrações 15, 20 e 25 mg/L causaram mortalidade de 80,6, 92,4 e 100%, respectivamente. O extrato aquoso de *C. ambrosioides* na concentração de 10% provocou mortalidade de 70,8% das larvas de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) (Boiça Júnior *et al.*, 2005). Também foi observada toxicidade do extrato etanólico de *C. ambrosioides* em *Antestiopsis orbitalis* (Heteroptera: Pentatomidae), em que a dose 200 g/mL causou mortalidade de 83,3% dos insetos, sendo as LC₅₀ e LC₁₀₀ de 84,9% e 236,8%, respectivamente (Rubabura *et al.*, 2020).

3.3 Eucalipto (*Eucalyptus spp*)

O principal componente do gênero *Eucalyptus spp* (Myrtaceae) é o monoterpeneo 1,8-cineol, conhecido como eucaliptol, que possui atividade inseticida sobre diversos insetos (Sukontason *et al.*, 2004; Pineda *et al.*, 2023). O teor de eucaliptol pode chegar a 94,4% do óleo essencial de

Eucalyptus globulus (Pineda *et al.*, 2023), 50,33% em *Eucalyptus dunni* (Silva *et al.*, 2023), 27,91% em *E. camaldulensis* e 0,75% em *E. citriodora* (Rehman *et al.*, 2024). Além dos óleos essenciais, a extração com água, acetona, diclorometano, etanol e metanol são utilizados (Abbas, 2019; Adamou *et al.*, 2022; Baeshen; Baz, 2023; Begum; Lingakari; Maddala, 2024; Kichu *et al.*, 2022; Marcomini *et al.*, 2009; Sampaio *et al.*, 2017). O preparo de extratos aquosos geralmente é feito utilizando-se folhas secas na proporção de aproximadamente 1:10 (m/v) (Abbas, 2019; Adamou, 2022; Sampaio *et al.*, 2017). Para demais solventes são observadas variações em relação a quantidade de material vegetal de 1:2,5 (metanol) a 1:5 (etanol) (Abbas, 2019; Baeshen; Baz, 2023; Kichu *et al.*, 2022).

O Eucaliptol tem atividade inseticida contra vários insetos, como a mosca doméstica comum *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) (Sukontason *et al.*, 2004; Pineda *et al.*, 2023). O extrato metanólico de folhas de *E. camaldulensis* na concentração de 500 ppm causou mortalidade de 87,11% do caruncho do arroz *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) (Begum; Lingakari; Maddala 2024). O óleo essencial de *E. globulus* apresentou efeito letal aos adultos de *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), com LC_{50} e LC_{90} de $0.67 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$ e $1.57 \mu\text{L}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente (Pineda *et al.*, 2023). O extrato de *E. globules* na concentração de 10% causou mortalidade de 83,33% ao pulgão *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) 72 horas após a exposição ao tratamento (Kichu *et al.*, 2022). O óleo essencial de *E. dunni* na concentração de 3% causou mortalidade de 88% no pulgão *Chaetosiphon fragaefolii* (Hemiptera: Aphididae) três dias após exposição ao produto (Silva *et al.*, 2023).

3.4 Crisântemos (*Chrysanthemum* spp.)

O gênero *Chrysanthemum* spp (Asteraceae) apresentam como principal componente a piretrina (Pavela, 2009), um monoterpreno formado por esterificação de dois ácidos monoterpênicos (ácido crisantêmico e ácido pirétrico) e três álcoois cetônicos (piretrolona, cirenolona e jasmolona) (Barthomeuf *et al.*, 1996; Khan *et al.*, 2017). O teor de piretrina pode variar de acordo com a espécie e o solvente utilizado. Stancio, Lupsor e Sirbu (2017) estudaram o teor de piretrina em duas espécies de crisântemos (*Chrysanthemum cinerariifolium* e *Chrysanthemum leucantum*) em três tipos de solventes (éter de petróleo, mistura de éter de petróleo+etanol+ acetona 1:1:1 (v/v/v) e metanol) e observaram que o maior teor de piretrina obtido para espécie *C. cinerariifolium* foi de 0,41 mg/mL para o solvente metanol, enquanto que para espécie *C. leucantum* a mistura de solventes foi a que implicou no maior teor observado, 0,32 mg/mL. Para extração da piretrina, o uso de hexano também é relatado na literatura (Ban *et al.*, 2010; Haile, 2017).

A piretrina tem sua atividade inseticida comprovada para diversas espécies de insetos. O extrato etanólico de crisântemo na concentração de 250 ppm causou a morte de 92% de larvas de

quarto instar do mosquito da dengue *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) (Ghranh *et al.*, 2018). Haouas *et al.* (2008) investigaram a ação inseticida de extrato metanólico de folhas e flores de oito espécies de crisântemo sobre adultos de *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Estes autores verificaram efeito tóxico no décimo quarto dia, variações na toxicidade em função da parte da planta utilizada e espécie, em que os extratos das flores de *C. coronarium* e *C. grandiflorum* causaram a maior mortalidade (91 e 100%, respectivamente), enquanto que nas espécies *C. trifurcatum* e *C. fuscatum*, o extrato das folhas causou mortalidade de 78 e 96%, respectivamente.

3.5 Gênero *Capsicum* spp.

A capsaicina, principal ingrediente ativo encontrado no gênero *Capsicum* spp. (Solanaceae), é um alcaloide pouco solúvel em água (Rollyson *et al.*, 2014), podendo ser dissolvida em solventes orgânicos como álcoois, acetonas, clorofórmios, entre outros (Zhu *et al.*, 2014). Bogusz Jr *et al.* (2018) analisando a composição química em pimenta-malagueta (*C. frutescens*), pimenta biquinho (*C. chinense*) e pimenta-dedo-de-moça (*C. baccatum*) observaram variação nos teores de capsaicina em função do estágio de maturação dos frutos, da espécie e até mesmo no ano de colheita. Em geral, a espécie *C. frutescens* apresentou o maior teor de capsaicina nos frutos maduros, sendo mais de cinco vezes os valores observados para a espécie *C. baccatum*. O teor de capsaicina em *C. frutescens* pode variar de 0,76 a 3,76 mg/g (Kraikruan *et al.* 2008).

Para o preparo do extrato etanólico de *C. frutescens*, cerca de 300 g de frutos secos e moídos são mantidos em suspensão em 30 mL de etanol por 72 horas (Akinbuluma; Adepetun; Yeye, 2015). O extrato metanólico das folhas de *C. frutescens* é preparado utilizando-se 25 g de pó mantidos em suspensão em 300 mL de metanol por 48 horas (Derbalah, 2012). O preparo do extrato etanólico das folhas pode ser obtido utilizando 100 g de pó em suspensão em 1 L de etanol (Lobo-Echeverri *et al.*, 2016).

Os extratos metanólicos de folhas e frutos de *C. frutescens*, na concentração de 100 mg/mL causaram mortalidade de 92 e 99% em larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), respectivamente. (Vinayaka *et al.*, 2010). O extrato do pó das sementes de na dose de 7 g/50 g causou mortalidade de 73,4% de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) e 68,5% de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) (Oni, 2011). Em larvas de *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae), os extratos etanólicos e de acetona de *C. frutescens* a 250 ppm foram os que causaram maior mortalidade dos insetos, 86,67 e 76,67%, respectivamente (Izah, 2019). Iamba e Malapa (2020) relataram eficiência no controle de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) utilizando extrato etanólico de *C. frutescens* na concentração de 10 mL/L, com redução na desfolha e na abundância de *P. xylostella*.

4 CONCLUSÃO

O teor de ingredientes ativos nas plantas e a eficiência dos inseticidas botânicos variam conforme a espécie e a variedade da planta, o tipo de tecido vegetal, o método de extração, entre outros fatores. Essas variações dificultam a utilização prática dos inseticidas botânicos estudados. No entanto, diversos estudos demonstram que inseticidas botânicos à base de *Capsicum frutescens*, *Chenopodium spp.*, *Chrysanthemum spp.*, *Eucalyptus spp.* e *Ricinus communis* são eficazes no controle de várias pragas. Esses inseticidas possuem potencial significativo para expansão de seu uso, especialmente em sistemas de produção orgânicos e agroflorestais.

Agradecimentos e Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal de Mato Grosso e ao Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia pelo apoio na realização desta pesquisa e trabalhos correlacionados.

REFERÊNCIAS

- ABBAS, Z. M. Efficiency of water and ethanol alcohol extract of *Eucalyptus camaldulensis* leaves on mortality mosquito larvae of *Aedes caspius* pallas in AL-Kut city/Iraq Zainab M. Abbas. **Journal of Wasit for Science and Medicine**, v. 12, n. 1, p. 47-55, 2019.
- ADAMOU, M. *et al.* Impact of aqueous extracts of *Cassia occidentalis*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Hyptis suaveolens* on the entomofauna and the seed yield of *Gossypium hirsutum* at Boklé (Garoua, Cameroon). **Heliyon**, v. 8, n. 10, 2022.
- ADEGORITE, S. O. *et al.* Bioefficacy of *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) on adult *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). **World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences**, v. 17, n. 2, p. 192-200, 2024.
- AKINBULUMA, M. D.; ADEPETUN, M. T.; YEYE, E. O. Insecticidal effects of ethanol extracts of *Capsicum frutescens* and *Dennettia tripetala* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky on stored maize. **International Journal of Research**, v. 1, n. 11, p. 1-7, 2015.
- AUDI, J. *et al.* Ricin poisoning: a comprehensive review. **Jama**, v. 294, n. 18, p. 2342-2351, 2005.
- BABARINDE, S. A.; OYEGOKE, O. O.; ADEKUNLE, A. E. Larvicidal and insecticidal properties of *Ricinus communis* seed extracts obtained by different methods against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). **Archives of phytopathology and plant protection**, v. 44, n. 5, p. 451-459, 2011.

BAESHEN, R. S.; BAZ, M. M. Efficacy of *Acacia nilotica*, *Eucalyptus camaldulensis*, and *Salix safsafs* on the mortality and development of two vector-borne mosquito species, *Culex pipiens* and *Aedes aegypti*, in the laboratory and field. **Heliyon**, v. 9, n. 5, 2023.

BALDIN, E. L. L. *et al.* Controle de mosca-branca com extratos vegetais, em tomateiro cultivado em casa-de-vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 602-606, 2007.

BAN, D. *et al.* Comparison of pyrethrins extraction methods efficiencies. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 18, p. 2702-2708, 2010.

BARTHOMEUF, C. *et al.* Identification and assay of pyrethrins in *Chrysanthemum cinerariifolium* calli. **Biotechnology techniques**, v. 10, n. 9, p. 639-642, 1996.

BEGUM, I.; LINGAKARI, M.; MADDALA, M. Evaluation of pesticidal efficacy of methanolic extracts of *Eucalyptus camaldulensis* leaves and *Eugenia caryophyllata* fruit buds against the rice weevil, *Sitophilus oryzae*. **International Journal of Entomology Research**, v. 9, n. 8, p. 60-63, 2024.

BESSADA, S. M. F.; BARREIRA, J. C. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Asteraceae species with most prominent bioactivity and their potential applications: A review. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 604-615, 2015.

BOIÇA JÚNIOR, A. L. *et al.* Efeito de extratos aquosos de plantas no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 1, p. 45-50, 2005.

BORDIN, T. A. *et al.* Toxicity of the hexane fraction of fruits and seeds of *Ricinus communis* to caterpillars of the spodoptera complex. **Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 1124, 2023.

CORRÊA, J. C. R.; SALGADO, H. R. N. Atividade inseticida das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 500-506, 2011.

DEQUECH, S. T. B. *et al.* Inseticidas botânicos sobre *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) e seus parasitoides em feijão-de-vagem cultivado em estufa. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 37-43, 2010.

DERBALAH, A. S. Efficacy of some botanical extracts against *Trogoderma granarium* in wheat grains with toxicity evaluation. **The Scientific World Journal**, v. 2012, n. 1, p. 639854, 2012.

DIETRICH, F. *et al.* Utilização de inseticidas botânicos na agricultura orgânica de Arroio do Meio/RS. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 17, n. 2, 2011.

ECULICA, J. F.; DOMINGOS, I. F. N.; SERRANO, L. R. P. Efficiency of aqueous extract of the leaves of *Ricinus communis* L. in the control of the lagarta *Spodoptera frugiperda* (Original). **REDEL. Revista Granmense de Desarrollo Local**, v. 5, n. 4, p. 342-352, 2021.

ELHAJ, W. E.; OSMAN, A. A.; ELAWAD, L. M. E. Efficacy of *Ricinus communis* L., *Cassia occidentalis* L. and *Bacillus thuringiensis* against *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Agronomy Research**, v. 3, n. 3, p. 46-53, 2021.

ELLAITHY, A.; ABDEL-KHALEK, A.; MOHAMMED, M. The potency of ricinine biopesticide from *Ricinus communis* leaves as an alternative host for mass rearing process of

Tetranychus urticae and two predatory phytoseiid mites. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 65, n. 6, p. 535-549, 2022.

FIGUEIREDO, R. C.; ROCHA, W. C.; FREITAS, A. D. G. Efeito inseticida do óleo essencial e extratos etanólicos das folhas de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) sobre o gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais* Mots). **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 22, n. 2, p. 80-84, 2018.

FRANKE, H.; SCHOLL, R.; AIGNER, A. Ricin and Ricinus communis in pharmacology and toxicology-from ancient use and “Papyrus Ebers” to modern perspectives and “poisonous plant of the year 2018”. **Naunyn-Schmiedeberg's archives of pharmacology**, v. 392, p. 1181-1208, 2019.

GHRAMH, H. A. *et al.* Chrysanthemum extract and extract prepared silver nanoparticles as biocides to control *Aedes aegypti* (L.), the vector of dengue fever. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 21, n. 1, p. 205-210, 2018.

HAILE, F. Comparison of factors on the total pyrethrin content extraction from pyrethrum flower (*Chrysanthemum cinerariaefolium*). **International Journal of Advanced Research**, v. 5, n. 10, p. 509-514, 2017.

HAOUAS, D.; HALIMA-KAMEL, M. B.; HAMOUDA, M. H. Insecticidal activity of flower and leaf extracts from Chrysanthemum species against *Tribolium confusum*. **Tunisian Journal of Plant Protection**, v. 3, n. 2, p. 87-93, 2008.

IAMBA, K.; MALAPA, S. Efficacy of selected plant extracts against diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) on round cabbage in situ. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 8, n. 1, p. 1240-1247, 2020.

ISMAN, M. B.; GRIENEISEN, M. L. Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. **Trends in plant science**, v. 19, n. 3, p. 140-145, 2014.

IZAH, S. C. Activities of crude, acetone and ethanolic extracts of *Capsicum frutescens* var. minima fruit against larvae of *Anopheles gambiae*. **J environ treat tech**, v. 7, n. 2, p. 196-200, 2019.

KHAN, S. A. *et al.* Pyrethrin accumulation in elicited hairy root cultures of *Chrysanthemum cinerariaefolium*. **Plant Growth Regulation**, v. 81, p. 365-376, 2017.

KICHU, N. *et al.* Bioassay on Toxicity of plant extracts against *Aphis craccivora* Koch (Hemiptera: Aphididae) in french bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 12, n. 12, p. 1216-1221, 2022.

KODJO, T. A. *et al.* Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. **J. Appl. Biosci**, v. 43, p. 2899-2914, 2011.

KRAIKRUAN, W. *et al.* Capsaicin and dihydrocapsaicin contents of Thai chili cultivars. **Agriculture and Natural Resources**, v. 42, n. 4, p. 611-616, 2008.

LOBO-ECHEVERRI, T. *et al.* Effects of *Capsicum baccatum* and *C. frutescens* against *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 42, n. 2, p. 137-145, 2016.

MACHADO, L. A.; SILVA, V. B.; OLIVEIRA, M. D. Uso de extratos vegetais no controle de pragas em horticultura. **Biológico**, v. 69, n. 2, p. 103-106, 2007.

MARCOMINI, A. M. *et al.* Atividade inseticida de extratos vegetais e do óleo de nim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera, Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 3, p. 409-416, 2009.

MAZZONETTO, F. *et al.* Ação de inseticidas botânicos sobre a preferência alimentar e sobre posturas de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **EntomoBrasilis**, v. 6, n. 1, p. 34-38, 2013.

MELO, B. A. *et al.* Inseticidas botânicos no controle de pragas de produtos armazenados. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 1, 2011.

MENEZES, E. L. A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação, e uso agrícola. **Embrapa Agrobiologia**. Seropédica-RJ. 2005.

MILITÃO, L. V. *et al.* Compostos naturais extraídos de plantas na preservação de madeiras: uma revisão narrativa. In: VANGELISTA, W. V. **Madeiras nativas e plantadas do brasil: qualidade, pesquisas e atualidades**. Científica Digital, 2021. Cap. 21. p. 355-371. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210504694.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

ONI, M. O. Evaluation of seed and fruit powders of *Capsicum annum* and *Capsicum frutescens* for control of *Callosobruchus maculatus* (F.) in stored cowpea and *Sitophilus zeamais* (Motsch) in stored maize. **International Journal of Biology**, v. 3, n. 2, p. 185, 2011.

PINEDA, M. *et al.* Low concentrations of eucalyptus essential oil induce age, sex, and mating status-dependent stimulatory responses in *Drosophila suzukii*. **Agriculture**, v. 13, n. 2, p. 404, 2023.

RAJKUMAR, S.; JEBANESAN, A. Bioactivity of *Chenopodium ambrosioides* L. (Family: Chenopodiaceae) against the filariasis vector *Culex quinquefasciatus* say (Diptera: Culicidae). **Canadian Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 2, p. 129-132, 2008.

REHMAN, R. *et al.* Insect repellent and insecticidal potential of two Eucalyptus species essential oils from subtropical desert climate. **Chemical Papers**, v. 78, n. 4, p. 2369-2384, 2024.

ROLLYSON, W. D. *et al.* Bioavailability of capsaicin and its implications for drug delivery. **Journal of Controlled Release**, v. 196, p. 96-105, 2014.

RUBABURA, J. A. K. *et al.* Biocidal Activities of *Chenopodium ambrosioides* and *Tagetes minuta* against *Antestiopsis orbitalis* ghesquierei carayon (Heteroptera: Pentatomoidae) in vitro. **International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research**, v. 12, p. 60-65, 2020.

SAMPAIO, A. A. *et al.* Bioatividade dos extratos aquosos de folhas de pimenta malagueta e eucalipto sobre *Zabrotes subfasciatus* em grãos de fava. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 198-203, 2017.

SILVA, A. P. *et al.* Controle do pulgão-verde-do-morangueiro com inseticidas naturais. **Revista Latinoamericana Ambiente e Saúde**, v. 5, n. 3 (especial), p. 234-241, 2023.

SILVA, S.; SATO, M. E.; RAGA, A. Uso de extratos naturais controle de insetos, com ênfase em moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). **Biológico**, v.81, n. 1, p.1-30, 2019.

SINGH, A.; KAUR, J. Toxicity of leaf extracts of *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) against the third instar larvae of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). **American Journal of BioScience**, v. 4, n. 3-1, p. 5-10, 2016.

SOTELO-LEYVA, C. *et al.* Insecticidal compounds in *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) to control *Melanaphis sacchari* Zehntner (Hemiptera: Aphididae). **Florida entomologist**, v. 103, n. 1, p. 91-95, 2020.

STANCIU, G.; LUPSOR, S.; SIRBU, R. Quantitative analysis of pyrethrins from *Chrysanthemum cinerariaefolium* and *Chrysanthemum leucanteum* petals. **Journal of Science and Arts**, v. 17, n. 1, p. 141, 2017.

SUKONTASON, K. L. *et al.* Effects of eucalyptol on house fly (Diptera: Muscidae) and blow fly (Diptera: Calliphoridae). **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 46, p. 97-101, 2004.

TOSCANO, L. C. *et al.* Impacto de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) e seus inimigos naturais em milho safrinha cultivado em Cassilândia e Chapadão do Sul, MS. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 223-231, 2012.

VALE, J. P. I. *et al.* Potencial de inseticidas botânicos no controle de *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 326-331, 2018.

VINAYAKA, K. S. *et al.* Potent insecticidal activity of fruits and leaves of *Capsicum frutescens* (L.) var. longa (Solanaceae). **Der Pharm. Lett**, v. 2, p. 172-176, 2010.

CAPÍTULO 15

ESTUDO PRELIMINAR DE FORMIGAS E QUALIDADE AMBIENTAL EM ÁREA DE DOLINA EM CÁCERES-MT

PRELIMINARY STUDY OF ANTS AND ENVIRONMENTAL QUALITY IN A SINKHOLE AREA IN CÁCERES-MT

Derick Batista Silva   

Estudante de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres-MT, Brasil

Kawan Ubirajara Barros Bernardino   

Estudante de Graduação em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres-MT, Brasil

Milaine Fernandes dos Santos   

Doutora em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).
Docente no Departamento de Ciências Biológicas na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Cáceres-MT, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.774 

Resumo: O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, no entanto, impactos antrópicos prejudicam sua extensão e recursos biológicos há muitos anos. Nesse cenário, a avaliação desses impactos pode ser feita através de bioindicadores, dentre os quais, destacam-se as formigas. O presente estudo teve por objetivo verificar preliminarmente o índice de dominância de formigas em área de Dolina em Cáceres-MT, realizado em setembro/2023. Para a caracterização da mirmecofauna foram utilizadas 54 armadilhas de queda (tipo pitfall) instaladas dentro de 6 parcelas (4m x 8m). A área total de cada parcela correspondeu a 32 metros quadrados (m²), distantes entre si por 15 metros. Em cada parcela, foram distribuídos 9 pitfalls que ficaram distantes entre si por dois metros. Após 24 horas de exposição, o material coletado nas armadilhas foi recolhido e levado ao laboratório para triagem e sequente identificação taxonômica. Ao todo, foram coletadas 940 formigas distribuídas em sete subfamílias. Dorylinae foi a subfamília mais abundante, representada unicamente pelo gênero *Labidus* (498), seguida por Formicinae, representada apenas por *Camponotus* (303). Nesse aspecto, a área da Dolina apresentou características de arborização e vegetação nativa. Entretanto, destacou indícios dos impactos das ações humanas, apresentando áreas abertas com baixa vegetação. Desse modo, o estudo evidenciou que o monitoramento contínuo das comunidades de formigas pode ser uma ferramenta eficaz para avaliar as estratégias de conservação ambiental, podendo ser fundamental para a conservação da biodiversidade e para a sustentabilidade dos ecossistemas naturais da região.

Palavras-chave: Cerrado. Conservação da biodiversidade. Insetos. Qualidade Ambiental.

Abstract: The Cerrado is the second largest Brazilian biome, however, is impacted by human activities that reduces both, area and biological resources. In this context, these impacts can be measured through bioindicators, among which ants stand out. This study aimed to evaluate preliminarily the dominance index of ants in a sinkhole area in Cáceres-MT, conducted in September/2023. To characterize the ant fauna, 54 pitfall traps were installed within 6 plots (4m x 8m). The total area of each plot corresponded to 32 square meters (m²), spaced 15 meters apart. In each plot, 9 pitfalls were distributed, spaced 2 meters apart. After 24 hours of exposure, the material collected in the traps was collected and taken to the laboratory for sorting and subsequent identification. In total, 940 ants were collected and distributed in seven subfamilies. Dorylinae was the most abundant subfamily, represented solely by the genus *Labidus* (498), followed by Formicinae, represented only by *Camponotus* (303). In this aspect, the sinkhole area presented characteristics of forestation and native vegetation. However, it showed signs of the impacts of human actions, presenting open areas with low vegetation. In this way, the study evidenced that continuous monitoring of ant communities can be an effective tool to evaluate environmental conservation strategies, being fundamental for the preservation of biodiversity and for the sustainability of the natural ecosystems of the region.

Keywords: Biodiversity conservation. Sazonality. Predators insects. Pantanal

1 INTRODUÇÃO

Situado no planalto central do Brasil, o Cerrado representa o segundo maior bioma do país, estendendo-se por 10 estados incluindo o Distrito Federal, e ocupa cerca de 24% do território nacional (IBGE, 2019). Classificado como savana, o Cerrado compartilha a mesma faixa latitudinal

de importantes savanas tropicais ao redor do mundo (Goedert; Wagner; Barvellos, 2008). Este bioma é reconhecido como a savana mais rica em termos de biodiversidade, abriga entre 80.000 e 160.000 espécies, e inclui uma grande quantidade de espécies endêmicas (Simon *et al.*, 2009; Strassburg *et al.*, 2017).

Entretanto, além de sua riqueza biológica, o Cerrado tem sido alvo de intensas atividades humanas que incluem desmatamento, expansão agrícola, pecuária e urbanização desordenada (Sousa, 2012; Arraes; Mariano; Simonassi, 2012). Estas atividades antropogênicas têm acarretado impactos negativos no bioma, levando à fragmentação e degradação de habitats, erosão do solo e diminuição da biodiversidade (Carvalho; Júnior; Ferreira, 2009). Esta contínua pressão sobre o Cerrado representa uma preocupante ameaça, comprometendo fatores como clima e ciclo hídrico, e que resultam em alterações dos habitats (Silva, 2022).

Especificamente em insetos, essas alterações são prontamente detectadas por esses invertebrados, e cada grupo reage de forma única às mudanças ambientais, tornando-os excelentes indicadores das condições dos ambientes que habitam (Spiller; Spiller; Garlet, 2018). Os insetos são reconhecidos como bioindicadores da qualidade e da degradação ambiental (Bargańska; Ślebioda; Namieśnik, 2016). Os serviços ecológicos que estes organismos desempenham na natureza, sua relação próxima com a heterogeneidade dos ecossistemas e sua sensibilidade às alterações ambientais, favorecem seu uso como bioindicador (Wink *et al.*, 2005).

Dolinas são formações geológicas que desempenham um papel fundamental, conectando o subsolo à superfície, sendo essenciais para a captação e regulação dos recursos hídricos que alimentam os aquíferos (Williams, 2008), além de oferecer recursos tróficos para a fauna subterrânea (Ferreira; Uagoda, 2020). Além disso, a Dolina Água Milagrosa é um ponto turístico famoso no estado do Mato Grosso, o que reforça sua relevância para a economia local. Portanto, investigar a dominância de formigas neste ambiente permite entender o impacto das atividades humanas na qualidade e na biodiversidade do local, já que utiliza esses insetos como uma ferramenta de avaliação ambiental contribuindo com desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável e conservação, além de favorecer o ecoturismo regional.

As formigas destacam-se entre os grupos de insetos utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental (Apolinário *et al.*, 2019). Elas apresentam características ideais para atuar como bioindicadores, como alta abundância local, elevada riqueza de espécies em escala local e global, presença de vários táxons especializados, facilidade de amostragem e separação em morfoespécies, além de sensibilidade às alterações ambientais (Majer, 1983). Desta forma, diversos estudos empregam as formigas como indicadores da qualidade ambiental, analisando sua diversidade em relação aos diferentes habitats e ações antrópicas (Valentim, 2010; Rocha *et al.*, 2015; Souza *et al.*,

2022). Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar preliminarmente o índice de dominância de formigas em área de Dolina em Cáceres-MT.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo sobre formigas foi realizado em setembro de 2023 em área do entorno da Dolina Água Milagrosa em Cáceres-MT. Este estudo é pioneiro na área e faz parte de um projeto maior que está em andamento que tem por intuito relacionar a diversidade de formigas com as taxas de remoção de biomassa realizada por esses insetos em diferentes áreas no referido município.

A Dolina Água Milagrosa, localizada na Província Serrana (Formação das Araras), é caracterizada por uma gruta de 100m de altura que possui um lago cárstico inteiramente alimentado por águas subterrâneas, e cujas águas cristalinas oscilam entre o verde e o azul turquesa dependendo da época do ano (Durão, 1999; Neves *et al.*, 2010). A Dolina é cercada por vegetação típica de Cerrado, cuja vegetação é semelhante à savana da região central da América do Sul (Neves *et al.*, 2010).

Ao todo, 54 armadilhas de queda (tipo pitfall) foram instaladas dentro de 6 parcelas (4m x 8m). A área total de cada parcela correspondeu a 32 metros quadrados (m²), distantes entre si por 15 metros. Em cada parcela, foram distribuídos 9 pitfalls que ficaram distantes entre si por dois metros. Os pitfalls foram confeccionados utilizando potes plásticos de 300 ml, sendo adicionados 150 ml de água e 5 gotas de detergente neutro para quebrar a tensão superficial da água.

As formigas foram coletadas após 24 horas e acondicionadas em álcool 70% para triagem e identificação taxonômica utilizando microscópio estereoscópico e guias para a identificação de gêneros de formigas, sendo posteriormente confirmados por especialista da Universidade Federal de Viçosa. Os insetos foram analisados utilizando o coeficiente de dominância (CD), onde a ocorrência pode ser classificada como acidental (<25%), acessória (25% a 50%) ou dominante (>50%).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram coletadas 940 formigas distribuídas em sete subfamílias: Dolichoderinae (35), Dorylinae (498), Ectatomminae (38), Formicinae (303), Myrmicinae (5), Paraponerinae (2) e Ponerinae (59). Dorylinae foi a subfamília mais abundante, aqui representada unicamente pelo gênero *Labidus*, seguida por Formicinae, subfamília representada apenas por *Camponotus*. A ocorrência de *Labidus* foi considerada dominante (52,97%), enquanto *Camponotus* foi acessória

(32,23%) (Tabela 1). Todos os demais gêneros encontrados nesta pesquisa apresentaram ocorrência tida como acidental.

Tabela 1 – Índice de dominância (ID) de formigas encontradas em área do entorno da Dolina Água Milagrosa em Cáceres-MT. ID: acidental (<25%), acessória (25 a 50%) e dominante (>50%)

Subfamília	Gênero/Espécie	Abundância	Índice de dominância
Dotylinae	<i>Labidus</i>	498	Dominante
Formicinae	<i>Camponotus</i>	303	Acessória
Ponerinae	<i>Neoponera apicalis</i>	49	Acidental
Ectatomminae	<i>Ectatomma</i>	38	Acidental
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i>	35	Acidental
Ponerinae	<i>Odontomachus</i>	10	Acidental
Myrmicinae	<i>Acromyrmex</i>	5	Acidental
Paraponerinae	<i>Paraponera</i>	2	Acidental

Fonte: Santos, M.F. (2024).

De acordo com Baccaro *et al.* (2015) os gêneros *Camponotus* e *Labidus* ocorrem provavelmente em todos os estados do Brasil. *Camponotus* é considerado o maior gênero de Formicidae e o mais rico em espécies dentro do bioma Cerrado (Silva, 2003). Esse gênero inclui formigas onívoras, em sua maioria, que nidificam no solo, troncos, bases ou copas de árvores, além disso, são dominantes em todos os ecossistemas terrestres em termos de diversidade de espécies, adaptações, distribuição geográfica e abundância, devido à sua ampla tolerância às condições físicas do ambiente (Freire *et al.*, 2012).

As formigas do gênero *Camponotus* são frequentemente observadas em ambientes antropizados (Lutins *et al.*, 2014), sendo típicas de áreas abertas e impactadas e com alta incidência de luz solar (Longino, 2006; Freire *et al.*, 2012). Esta característica é reflexo de sua notável capacidade de adaptação a condições variadas, sendo classificadas como espécies generalistas e oportunistas em termo de dieta e nidificação (Silvestre, 2000; Bueno; Campos; Morini *et al.*, 2017).

A presença dessas formigas nas proximidades da Dolina Água Milagrosa ressalta a necessidade de foco em conservação ambiental, pois a ocorrência de *Camponotus* indica a predominância de vegetação baixa e espaços abertos (Iop *et al.*, 2011). Estudos de Pereira; Silva; Souza *et al.* (2007) também apontam a presença desse gênero em ambientes degradados e com pouca vegetação, sendo o resultado das estratégias de reabilitação de áreas impactadas, já que

muitas espécies desse gênero atuam como pioneiras no processo de revitalização dessas áreas, e desempenham um papel crucial no forrageamento.

Por outro lado, o gênero *Labidus* é composto por formigas generalistas que habitam principalmente ambientes florestados (Baccaro *et al.*, 2015). Estas formigas são conhecidas por apresentarem hábitos de correição subterrânea, movimentando-se frequentemente e mudando o local de sua colônia (O'Donnell *et al.*, 2007). Embora tenham hábitos majoritariamente subterrâneos, também são frequentemente encontradas na superfície da serapilheira e do solo (Monteiro; Sujii; Morais, 2008).

Esses hábitos estão estreitamente ligados à temperatura e à cobertura do solo (Monteiro, 2008). A temperatura do substrato é identificada como o principal fator determinante para a colonização dessas áreas por esta espécie, com uma média de 43°C sendo o limiar para o abandono ou alteração da rota (Fowler, 1979). Nesse contexto, áreas arborizadas tendem a apresentar uma temperatura média do solo mais amena em comparação com áreas abertas (Mascaró; Mascaró 2005), além de uma maior cobertura de serapilheira, criando assim habitats ideais para a sobrevivência deste gênero.

A Dolina Água Milagrosa é considerada uma unidade de conservação, e emprega atividades de ecoturismo e mergulho recreativo (Monlevade; Lima, 2010). A presença de formigas do gênero *Labidus* na região evidencia que, apesar das perturbações antrópicas causadas por essas atividades e a proximidade de áreas de pastagem, a região mantém características de uma área arborizada, mantendo ao redor grande parte da sua vegetação nativa (Neves *et al.*, 2010).

4 CONCLUSÃO

O estudo realizado com formigas na Dolina Água Milagrosa em Cáceres-MT, é uma contribuição para o entendimento da diversidade e distribuição das formigas na região do Cerrado. Os resultados mostram uma ocorrência dominante do gênero *Labidus*, demonstrando uma boa qualidade ambiental do local. No entanto, a ocorrência acessória de formigas incluídas em *Camponotus* indica indícios de impactos humanos e consequente presença de áreas abertas com baixa vegetação. Deste modo, o monitoramento contínuo das comunidades de formigas pode ser uma ferramenta eficaz para avaliar as estratégias de conservação ambiental e a efetividade das práticas de manejo adotadas em áreas protegidas, podendo ser fundamental para a conservação da biodiversidade e para a sustentabilidade dos ecossistemas naturais da região.

REFERÊNCIAS

- APOLINÁRIO, L. *et al.* Diversity and Guilds of Ants in Different Land-Use Systems in Rio de Janeiro State, Brazil. **Floresta e Ambiente**. v26. 2019 DOI:10.1590/2179-8087.115217.
- ARRAES, R. D. A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, p. 119-140, 2012.
- BACCARO, F. B. *et al.* **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Editora INPA, 2015. 388 p. DOI: 10.5281/zenodo.32912
- BARGAŃSKA, Ž.; ŠLEBIODA, M.; NAMIEŚNIK, J. Honey bees and their products: bioindicators of environmental contamination. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v.46, n.3, p.235-248, 2016.
- BUENO, O. C.; CAMPOS, A. E. D. C.; MORINI, M. D. C. Formigas em ambientes urbanos no Brasil. Canal, v. 6. Bauru, SP: **Canal 6**, 2017. 685 p.; 26,5 cm. ISBN 978-85-7917-456-8.
- CARVALHO, F. M., JÚNIOR, P. D. M.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological conservation**, v. 142, n. 7, p. 1392-1403, 2009.
- DURÃO, A. M. **Aspectos da morfologia cárstica e geoespeleologia da Formação Araras, no setor centro-sul da Província Serrana-MT**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.
- FERREIRA, C. F.; UAGODA, R. E. S. Mapeamento de Dolinas: desafios e possibilidade do uso de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 3, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i3.1645.
- FOWLER, H. G. Notes on *Labidus praedator* (Fr. Smith) in Paraguay (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae: Ecitonini). **Journal of Natural History**, v. 13, p. 3-10, 1979.
- FREIRE, C. B. *et al.* Riqueza de formigas em áreas preservadas e em regeneração de caatinga arbustiva no sudoeste da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 131, 2012.
- GOEDERT, W. J.; WAGNER, E.; BARCELLOS, A. O. Savanas tropicais: dimensão, histórico e perspectivas. In: FALEIRO, F.G.; FARIAS NETO, A.L. (Eds.). Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: **EMBRAPA Cerrados**. p. 303-33. 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000. Rio de Janeiro, **Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. 168 p. 2019
- IOP, S. *et al.* Formigas urbanas da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 22, 2011. DOI: 10.5007/2175-7925.2009v22n2p55

LONGINO, J. T. New species and nomenclatural changes for the Costa Rican ant fauna. **Myrmecologische Nachrichten**, v. 8, p. 131-143, 2006

LUTINSKI, J. *et al.* Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em quatro ambientes com diferentes níveis de perturbação antrópica. **Ecología Austral**, v. 24, n. 2, p. 229–237, 2014. DOI: 10.25260/EA.14.24.2.0.26.

MAJER, J. D. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation land use, and land conservation. **Environmental Management**, v. 3, p. 375-383, 1983.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação Urbana**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora +4, 2005.

MONLEVADE, A. P. B; LIMA, K. A. R. Dolina Água Milagrosa como Produto Turístico em Cáceres/MT – Um Estudo Preliminar de sua Utilização. *In: VI Seminário de Pesquisa em Turismo do MERCOSUL (SeminTUR) Saberes e fazeres no turismo: interfaces. Anais...* Universidade de Caxias do Sul, RS, Brasil, 2010.

MONTEIRO, A. F. M. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em sistemas de cultivo de algodoeiro no Distrito Federal**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MONTEIRO, A. F. M.; SUJII, E. R.; MORAIS, H. C. Interações de base química e ecologia nutricional de *Labidus praedator* (Formicidae: Ecitoninae) em um agroecossistema adjacente a uma mata de galeria. **Revista Brasileira De Zoologia**, v. 25, n. 4, p. 674–681, 2008.

NEVES, L. F. de S. *et al.* Estudos geoturísticos da dolina Água Milagrosa, pousada São Silvestre, balneário Ponta do Morro e cachoeira da Piraputanga, município de Cáceres, MT, Brasil. *In: Anais 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, p. 973–983, 2010.

NEVES, L. F. De S; *et al.* Estudos geoturísticos da dolina Água Milagrosa, pousada São Silvestre, balneário Ponta do Morro e cachoeira da Piraputanga, município de Cáceres, MT, Brasil. *In: Anais 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Cáceres, MT. Embrapa Informática Agropecuária/INPE*, 2010. p.973 -983

O'DONNELL, S. *et al.* Formigas de exército em quatro florestas: variação geográfica nas taxas de ataque e composição de espécies. **J Anim Ecol**, v. 76, p. 580–589, 2007.

PEREIRA, J.A.A; SILVA, J.M; SOUZA, M.L. Impactos antropogênicos e reabilitação de áreas degradadas: o papel das formigas como bioindicadores. **Revista Brasileira de Ecologia**, 16(2), pp. 221-230. 2007

ROCHA, W. *et al.* Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadoras de Degradação Ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**. 22. 88-98. 2015
DOI:10.1590/2179-8087.0049.

SILVA, J. de O. **Redução da integridade da biodiversidade do cerrado devido as alterações antrópicas da paisagem: estudo de caso com formigas**. 2022. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

SILVA, R.R. Diversidade de formigas do Cerrado. In: Simposio de Mimecologia 16. **Anais do Simposio de Mimercologia**, Florianópolis. 17-20. 2003

SILVESTRE, R. **Estrutura de comunidades de formigas do cerrado**. Tese (Doutorado em Ciências Entomologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2000

SIMON, M. F *et al.* Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 48, 2009.

SOUSA, J. A. **A devastação do Cerrado como consequência da exploração do agronegócio**. 2012. 35 f., il. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Consórcio Setentrional de Educação a Distância, Universidade de Brasília, Universidade Estadual de Goiás, Brasília, 2012.

SOUZA, J. da S. *et al.* Mirmecofauna em duas fitofisionomias do Bioma Cerrado e plantio de eucalipto em Minas Gerais, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 4, p. 1894–1909, 2022. DOI: 10.5902/1980509848351.

SPILLER, M. S.; SPILLER, C.; GARLET, J. Arthropod bioindicators of environmental quality. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 12, n. 1, p. 41-57, 2018.

STRASSBURG, B. B. N, *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, n. 4, p. 1–3, 2017. DOI: 10.1038/s41559-017-0099

VALENTIM, C. Ants as bioindicators of environmental impacts and rehabilitation of areas after mining activities. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência entomológica; Tecnologia entomológica) - **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 2010.

WILLIAMS, P. W. The role of the epikarst in karst and cave hydrogeology: a review. **International Journal of Speleology**, v. 37, n. 1, p. 1–10, 2008

WINK, C. *et al.* Insetos Edáficos como Indicadores da Qualidade Ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 1, p. 60–71, 2005.

CAPÍTULO 16

O IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ORDEM HEMIPTERA, INSECTA

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON HEMIPTERA, INSECTA

Talita Benedcta Santos Künast   

Mestra em Ciências ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Doutoranda em Entomologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba-PR, Brasil

DOI: 10.52832/wed.121.775 



Resumo: As discussões relacionadas às mudanças climáticas estão cada vez mais em evidência, visto que é perceptível os impactos nos ecossistemas, ocasionados pelas alterações dos padrões de precipitação, aumento das temperaturas, dentre outros fatores abióticos. Tendo em vista que, que esses fatores exercem influência direta no desenvolvimento dos insetos, o que pode desencadear problemas fitossanitários, este estudo tem como objetivo, através de revisão da literatura, analisar os efeitos das alterações climáticas na ordem Hemiptera. Para tanto, foram analisadas publicações, que se enquadraram nos critérios pré-estabelecidos: (1) artigos relacionados as espécies da ordem Hemiptera publicados entre 2013 a 2023; (2) relação direta com mudanças climáticas; (3) espécies de interesse econômico. Foram analisados nove artigos, em que, todos estudos levantados mostram que as mudanças climáticas poderão exercer influência na faixa de distribuição potencial de hemípteros e ainda destacam uma tendência de áreas com adequabilidade ambiental para a ocorrência futura de espécies consideradas pragas. Conclui-se que os estudos que relacionam a distribuição potencial de espécies, é de suma importância para definição de estratégias preventivas, em vista que, com as mudanças climáticas irão potencializar a alteração de status de algumas espécies que hoje não se enquadram na classificação de pragas.

Palavras-chave: Aquecimento global. Distribuição de espécies. Entomologia. Fitossanidade. Pragas.

Abstract: Discussions related to climate change are becoming increasingly prominent, as the impacts on ecosystems, caused by changes in precipitation patterns, rising temperatures, and other abiotic factors, are perceptible. Given that these factors exert a direct influence on the development of insects, potentially triggering phytosanitary problems, this study aims, through a literature review, to analyze the effects of climate change on the order Hemiptera. To this end, we analyzed publications that met the pre-established criteria: (1) articles related to species of the order Hemiptera published between 2013 and 2023; (2) direct relation to climate change; (3) species of economic interest. As a result, we analyzed nine articles, which indicate that climate change may influence the potential distribution range of Hemiptera and highlight a trend of areas with environmental suitability for the future occurrence of species considered pests. It is concluded that studies on the potential distribution of species are crucial for defining preventive strategies, as climate change is likely to alter the status of some species that are not currently classified as pests.

Keywords: Global warming. Species distribution. Entomology. Phytosanitary. Pests.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas trazem efeito de forma massiva para todos os ecossistemas, influenciando no comportamento fenológico, nas relações ecológicas interespecíficas, eventos migratórios e invasão de espécies exóticas, fragmentação e perda de hábitat, além de riscos mais graves como o declínio de vertebrados e invertebrados o que poderá levar a um colapso a níveis catastróficos (Mainwaring *et al.*, 2017; Sánchez-Bayo; Wyckhuys, 2019; Canning; Waltham, 2021; Martin *et al.*, 2021).

Entre os invertebrados, a classe insecta está entre os que mais serão afetados, haja vista que são animais pecilotérmicos e seu metabolismo é regulado pela temperatura ambiental, tornando-se suscetíveis a gradientes de temperatura (Gullan; Cranston, 2017). Desta maneira, para algumas

espécies de polinizadores, o declínio populacional e mesmo extinções locais estão atreladas diretamente ao aumento significativo de temperatura e indiretamente por consequência de outros fatores relacionados a aquecimento global (*e.g.* disponibilidade de alimento, surgimento de novos patógenos, queimadas e perda de hábitat) (Barbosa *et al.*, 2017; Bizawu; Lemgruber, 2018).

Para outras espécies de insetos, o impacto está correlacionado com os processos fisiológicos, como desenvolvimento biológico, habilidade reprodutiva devido a sua capacidade limitada de termorregulação (Peacock; Worner, 2006; Laws; Belovsky, 2010). Além disso, a relação entre predador/parasita e presa/hospedeiro podem ser alterados, em que a sincronia de interação entre as espécies pode ser modificada, afetando a eficiência do controle biológico (Tougeron *et al.*, 2020).

Todavia, é importante ressaltar que a resposta dos insetos às mudanças climáticas não é linear, já que existe uma considerável diversidade de espécies, com características particulares quanto aos ecossistemas em que estão inseridos, e a complexa interação com o clima possibilita o surgimento de novos nichos ecológicos, potencializando a proliferação de insetos-praga ou vírus de procedência de insetos, tornando-se um problema fitossanitário que pode acarretar prejuízos econômicos, risco na segurança alimentar e na saúde coletiva (Aquad; Fonseca, 2017; Skendžić *et al.*, 2021).

Alguns estudos foram desenvolvidos para identificar como as mudanças climáticas afetam as espécies das cinco maiores ordens da classe insecta: Diptera (Carvalho *et al.*, 2015; (Pazmiño-Palomino; Reyes-Puig; Del, 2022), Coleoptera (Avtaeva *et al.*, 2021; Vasconcelos *et al.*, 2022), Hymenoptera (Bertelsmeier; Blight; Courchamp, 2016; Aidoo *et al.*, 2023), Lepidoptera (Hufnagel; Kocsis, 2011; Zacarias, 2020) e Hemiptera (Queiróz *et al.* 2018; Künast, 2020; Chen *et al.*, 2023). Nos estudos mencionados, foram utilizadas técnicas de modelagem de nicho ecológico, onde dados de ocorrência georreferenciadas, denominados como dados bióticos foram agrupados com dados abióticos, que são conjuntos de projeções oriundas dos bancos de informações climáticas geradas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças climáticas – IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), em que além das camadas de temperaturas (mínima, média e máxima) e pacotes de variáveis bioclimáticas (Bio 01 ... Bio 19) para o cenário atual que abrangem as décadas a partir de 1960 a 2000, como para cenários futuros (2020-2040, 2041- 2060 e 2061-2100).

A ordem Hemiptera é composta por cerca de 106 mil espécies, alocadas em quatro infraordens, distribuídas ao redor de todo o mundo (Grazia *et al.*, 2023), figurando entre os insetos que tem um número considerável de indivíduos classificados como pragas em vista que, possui potencial elevado de se tornarem pragas-chave de várias culturas, assim como, estão associados a cerca de 55% das bactérias/vírus que afetam as plantas (Hogehout *et al.*, 2008), causando danos

tanto no setor agroflorestal quanto na área médico-veterinária. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos das alterações climáticas na ordem Hemiptera, por meio de revisão de literatura sistemática dialogando com as informações sobre as infraordens e superfamílias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para identificar os possíveis impactos das mudanças climáticas na ordem Hemiptera, a metodologia adotada foi de revisão bibliográfica sistemática. Para tanto, o levantamento foi realizado entre junho a setembro de 2023, nas Plataformas do Periódicos Capes e Google Acadêmico. As buscas se concentraram nos critérios pré-estabelecidos: (1) artigos publicados entre 2013 a 2023; (2) ter relação direta com mudanças climáticas, utilizando as palavras-chave: adequabilidade ambiental; cenários do IPCC; distribuição potencial; modelagem de nicho ecológico; predição de ocorrência; efeitos da temperatura; (3) espécie de interesse econômico. Após a busca, foram retornados 28 artigos, dos quais apenas 9 foram selecionados para análise.

Adicionalmente foram realizadas levantamento sobre Mudanças climáticas e insetos, e uma breve revisão sobre a ordem Hemiptera, suas subordens, superfamílias e espécies destacadas nesse estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do termo mudanças climáticas é atribuída no contexto das descobertas científicas ainda no século XIX, quando se iniciavam as discussões em torno das descobertas acerca das eras glaciais e de outras variações climáticas da Terra em decorrência de causas naturais do próprio planeta (Leite, 2015). Avanços significativos foram realizados durante o século XX, com a identificação de alterações de temperatura a nível global acima do normal e o início das hipotéticas, até então, correlações entre esse aquecimento e as ações antropogênicas, em especial às emissões de gases de efeito estufa e a descoberta do buraco na camada de ozônio (Teixeira; Molleta; Luedemann, 2016).

Conforme o último Relatório do IPCC, o AR6, a temperatura da superfície global aumentou 1,1°C entre 2011 a 2020, em comparação com o período histórico de 1850 a 1900, e a causa desse acréscimo está relacionada diretamente com as atividades antropogênicas como as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2023). Evidências comprovam que as mudanças climáticas afetam vários grupos de animais, e dentre esses grupos, a classe insecta tem uma relação dúbia, ao

mesmo tempo em que os impactos provenientes das mudanças afetam algumas espécies, como no caso os polinizadores, outras espécies podem ser altamente beneficiadas (Barbosa *et al.*, 2017; Queiróz *et al.*, 2018; Giannini *et al.*, 2020; Künast, 2020; Vasconcelos *et al.*, 2022).

Corroborando com este fato, estudo realizado para 216 espécies de abelhas de ocorrência na Floresta Nacional do Carajás, em cenários de mudanças climáticas no futuro, mostra que haverá uma redução de ocorrência em 95% das espécies modeladas, e cerca de 80% delas não terão hipoteticamente, um ambiente adequado para ocorrência (Giannini *et al.*, 2020), sendo assim, se esse aumento de temperatura se consolidar nas próximas décadas, haverá um declínio com risco real de extinção, o que pode gerar um problema ambiental seríssimo.

Enquanto insetos considerados pragas são afetados tanto diretamente como indiretamente e a resposta desses animais ao aumento da temperatura será um metabolismo mais acelerado, o que ocasiona em um período menor para o desenvolvimento e conseqüentemente uma população fértil mais cedo do que o esperado, aumentando consideravelmente o número de gerações por ano (Walsh *et al.*, 2019; Skendžić *et al.*, 2021). Neste cenário, também existe a elevada probabilidade de adequabilidade ambiental para muitas pragas em áreas em que originalmente não havia relatos de ocorrência, o que acarretará em uma alteração no nicho ecológico já previamente estabelecido afetando todos a comunidade ali inserida (Trebicki; Finlay, 2019).

Sendo assim, conhecer os limites de temperatura dos insetos é uma questão de extrema importância, ainda mais quando falamos sobre pragas, pois o conhecimento da temperatura ideal para o desenvolvimento e reprodução é crucial para prevenir surtos de grande magnitude (Garcia *et al.*, 2019).

3.1 Ordem Hemiptera e o impacto das mudanças do clima

Conhecida como a ordem mais diversa e numerosa entre os insetos hemimetábolos, estima-se que exista cerca de 106 mil espécies de Hemiptera já descritas, e acredita-se que esse número seja ainda maior, dado que esses indivíduos estão amplamente distribuídos em todos os cenários do planeta, ou seja, localizados em ecossistemas terrestre e aquático, o que amplia a gama de nichos ecológicos em que estão inseridos (Chapman, 2013; Triplehorn; Johnson, 2016). De forma geral esses insetos são influenciados pelas variações abióticas, seja pelas temperaturas (baixa ou alta) ou pelo fluxo de precipitação, na dinâmica populacional (declínio e pico de indivíduos), assim como na transmissão de vírus para outros animais ou para plantas.

Atualmente a ordem está distribuída em quatro subordens: Auchenorrhyncha; Coleorrhyncha (até o momento encontra-se ausente no Brasil); Heteroptera e Sternorrhyncha.

(Grazia *et al.*, 2012). A ordem é representada por cigarras, cigarrinhas, cercopídeos, cochonilhas, moscas-brancas, percevejos, psíldeos, pulgões e soldadinhos possuindo uma variedade de formas, cores, tamanhos e hábitos alimentares (Grazia *et al.*, 2012; González; Reyes; Valderrama, 2016).

A subordem Auchenorrhyncha é composta por insetos terrestres, que podem viver em extratos mais rasteiros (gramíneas) como habitar os dosséis (copas das árvores), o táxon é composto exclusivamente por espécies fitossuccívoras, ou seja, insetos que se alimentam através de sucção de seiva (xilema/floema), o que permite que sejam excelentes transmissores de vírus, a subordem está associada a transmissões de bactérias ou vírus que causam doenças em plantas (Hogenhout *et al.*, 2008). São divididos em duas infraordens, sendo elas: Cicadomorpha e Fulgoromorpha com apenas uma superfamília, Fulgoroidea.

Cicadomorpha compreende três superfamílias, sendo elas: Cercopoidea, Cicadoidea e Membracoidea. Cercopoidea é composta atualmente por 20 famílias, reunindo aproximadamente 2.000 gêneros e mais de 12.000 espécies, e até o momento 15 famílias com ocorrência nacional (Goldani; Carvalho, 2003). A superfamília Cercopoidea, possui o hábito alimentar polífago e suas famílias podem ser popularmente conhecidos como cigarrinhas-da-espuma (família Aphrophoridae) e cigarrinhas-das-pastagens (família Cercopidae). Clastopteridae, família que é pouco conhecida e, em geral, as espécies dessa família são relatadas atacando plantios de algodão, cacau enquanto a família Epipygidae videiras (Azevedo Filho *et al.*, 2009; Baptista *et al.*, 2010; Grazia *et al.*, 2012; Paladini *et al.*, 2018).

A superfamília Cicadoidea, apresenta apenas uma família de ocorrência no território nacional, Cicadidae com relatos de 36 gêneros, 162 espécies e uma subespécie (Grazia *et al.*, 2012). Conhecidas popularmente como cigarras, esses insetos geralmente possuem grande dimensão corporal, essa família tem grande relevância em processos ambientais, servindo até como importante recurso alimentar para várias classes de animais, inclusive para humanos em algumas tradições orientais, paralelamente pode causar danos a plantios (Aoki *et al.*, 2011).

Membracoidea é o grupo mais estudado da subordem Auchenorrhyncha, estima-se que cerca de 25 mil espécies já são conhecidas e número esse superestimado, em vista que muitas espécies ainda não foram descritas. O grupo está subdividido em três famílias (Aetalionidae, Cicadellidae e Membracidae) de ampla ocorrência no Brasil, com uma fauna bem expressiva, em vista, que a maioria das famílias são cosmopolitas e algumas espécies possuem estruturas que facilitam a sobrevivência em ambientes inóspitos (Cavichioli; Takiya, 2012; Evangelista *et al.*, 2023).

A superfamília Fulgoroidea (Hemiptera: Fulgoromorpha) é composta atualmente por 20 famílias, reunindo aproximadamente 2.000 gêneros e mais de 12.000 espécies, e até o momento 16 famílias com ocorrência nacional (Baptista *et al.*, 2010).

Observa-se que, a subordem Auchenorrhyncha com sua diversidade de espécies e de suas interações em especial com as plantas, desempenham um papel ecológico extremamente importante (*e.g.* fonte de alimento para outros animais), todavia, vale ressaltar que também se configura um grande desafio devido à sua capacidade de transmitir doenças às plantas. Portanto, é essencial o desenvolvimento constante de pesquisas, para compreender a interação dos auquenorrincos nos ecossistemas que estão inseridos atualmente, e os que porventura possam a colonizar futuramente.

Para a seleção do foram selecionados três artigos, conforme os critérios estabelecidos, relacionados a auquenorrincos de interesse econômico (Fonseca *et al.*, 2016; Santana-Jr *et al.*, 2019; Wei; Xu; Zhuo, 2023). O primeiro estudo relata a espécie *Mahanarva spectabilis* (Distant) (Hemiptera: Cercopidae), que é uma das pragas das forrageiras, segundo Fonseca *et al.* (2016) a temperatura influenciará no desenvolvimento da cigarrinha-da-pastagem, reduzindo o tempo necessário para atingir a fase adulta, além disso, o aumento da temperatura mostra uma tendência em propiciar a sobrevivência dos ovos e ninfas, o que pode levar ao aumento da população nas áreas que serão mais susceptíveis climaticamente.

O segundo artigo é sobre a distribuição potencial de *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae), para o cenário mundial em vista que é uma praga-chave do milho no mundo inteiro, para a espécie a temperatura foi um dos preditores que mais contribuiu para sua distribuição para as próximas décadas, porém os modelos mostraram que as mudanças climáticas reduzirá as áreas de adequabilidade para a praga no cenário brasileiro, enquanto para os países vizinhos do país (Argentina, Chile, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela) terão áreas aptas para a ocorrência do cicadélídeos, assim como nas regiões do continente africano, locais esses que até a publicação não existe relatos de ocorrência do inseto (Santana-Jr *et al.*, 2019).

O terceiro estudo, refere-se a espécie *Cicadella viridis* (Hemiptera: Cicadellidae), com ênfase nos cenários de mudanças climáticas na China, em que os resultados mostram que a distribuição da cigarrinha (que tem o hábito de atacar os plantios de trigo, cevada, dentre outros cereais) não será afetada tão negativamente, em vista que, os preditores informam que embora haja uma redução de área ocorrência, ainda assim, o inseto terá um ambiente moderadamente adequado (Wei; Xu; Zhuo, 2023).

A subordem Heteroptera conhecida genericamente como percevejos, divide-se em sete infraordens sendo elas: Cimicomorpha, Dipsocoromorpha, Enicocephalomorpha, Gerromorpha, Leptopodomorpha, Nepomorpha e Pentatomomorpha. Diferente de Auchenorrhyncha e Sternorrhyncha, essa subordem tem o potencial de colonizar outros ambientes além do terrestre, como aquático e semiaquático (Panizzi; Grazia, 2015). Neste grupo estão inseridos os hemípteros

zoofitófagos, ou seja, insetos que se alimentam como complemento ou suplemento nutricional sugando pólen, néctar, sementes, seiva ou até mesmo o sangue de outros animais e hemolinfa de outros insetos.

A infraordem Cimicomorpha é a mais numerosa entre os heterópteros, com dezesseis famílias, grupo este bem estudado, não apenas pela importância agroflorestral, mas também em especial pela importância médico-veterinária. Prova disso, é a família Cimicidae (Hemiptera: Cimicomorpha) que possuem duas espécies do gênero *Cimex*, *Cimex lectularius* (Linnaeus 1758) e *Cimex hemipterus* (Linnaeus 1803) classificadas como antropofílicas, ou seja, se alimentam exclusivamente de sangue humano (Balvín *et al.*, 2012). Outra família que tem alta relevância é Reduviidae, com ênfase nos triatomíneos que são potenciais vetores de *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) causador de doença de Chagas (Jurberg *et al.*, 2015).

Os menores percevejos estão inseridos na infraordem Dipsocoromorpha, reunindo 320 espécies descritas, embora seja cosmopolita, o grupo em si é pouco estudado, e o seu número pode está subestimado devido à escassez de estudos concentrado na taxonomia do grupo (Carvalho-Filho; Albuquerque, 2021). Já a infraordem Enicocephalomorpha, é dividida em apenas duas pequenas famílias e ainda pouco estudadas, que ocorrem em todo o mundo, porém a maioria dos gêneros estão distribuídas no velho mundo (Panizzi; Grazia, 2015).

Nas infraordens Gerromorpha, Leptodomorpha e Nepomorpha são reunidas cerca de 4.800 espécies, e estão associados a ambientes de água doce, com exceção de alguns indivíduos que são restritos ou tolerantes a água salgada e eventualmente ocupam lugares terrestres, mas sempre próximo a áreas úmidas (Panizzi; Garzia, 2015). Os gerromorfos incluem os insetos predadores semiaquáticos, considerados potenciais bioindicadores ambiental e uma opção para controle biológico de mosquitos e outras pragas, já os insetos da infraordem Leptopodomrpha são considerados costeiros, no Brasil só é relatada uma família Saldidae. E por fim Nepomorpha, em que os indivíduos apresentam polimorfismo nas asas e podem habitar margens dos cursos d'água e por vezes são confundidos com pequenos coleópteros (Grazia; Fernandes, 2012; Barbosa; Rodrigues, 2015).

Considerado um dos maiores grupos de Heteroptera, a infraordem Pentamomorpha, é classificada com cinco superfamílias, se destacando Pentatomoidea, reconhecidos popularmente como percevejos verdadeiros e são descritos como a quarta maior família de Heteroptera. O grupo é formado por insetos fitófagos e estão amplamente distribuídos em todas as regiões, diversos em formatos, cores e sua interação com alguns cultivares/plantas transgênicas pode ser considerado problema para os setores agrícolas e florestais, devido a seu hábito generalistas, ou seja, que possuem uma gama de hospedeiros (Grazia; Fernandes, 2012; Grazia *et al.*, 2015; Schaefer, 2015).

Modelagem de nicho ecológico ou predição de ocorrência para os heterópteros envolvem as espécies de interesse agroflorestal e médico-veterinária, para tanto foram selecionados três estudos. O primeiro estudo relata as mudanças fenológicas dos percevejos *Stenotus rubrovittatus* (Hemiptera: Miridae) e *Trigonotylus caelestialium* (Hemiptera: Miridae) mostra que o desenvolvimento biológico de ambos será mais rápido, em cenários de alteração de climáticas e que existe evidências que essa alteração nas espécies já ocorra na próxima década (2030) (Tamura *et al.*, 2022).

O segundo estudo foi realizado para prever a distribuição de *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae), conhecido popularmente como percevejo verde pequeno da soja, uma das principais pragas que ataca as vagens da planta e está distribuído no cenário atual nos seis continentes, e os resultados do estudo mostram que a área de ocorrência dessa espécie vai ser potencializada com as mudanças climáticas, com expansão (Chen *et al.*, 2023).

Para espécies de interesse médico-veterinário, Ceccarelli e Rabinovich (2015) analisaram cinco espécies de triatomíneos que são vetores de *T. cruzi*, sendo eles: *Eratyrus micronatus* (Stal, 1859), *Panstrongylus geniculatus* (Latreille, 1811), *Rhodnius prolixus* (Stal, 1859), *Rhodnius robustus* (Larrousse, 1927), e *Triatoma maculata* (Erichson, 1848), com o objetivo de analisar a vulnerabilidade da Venezuela à doença de chagas. Os autores mencionam que existe um decrescente risco de proliferação desses insetos, vista que as condições preditivas de temperatura e umidade não serão adequadas para a distribuição das espécies.

Na subordem Sternorrhyncha são descritas aproximadamente 16.000 espécies distribuídas em quatro subfamílias: Aleyrodoidea, Aphidoidea, Coccoidea e Psylloidea. Assim como as demais subordens, estes indivíduos são fitófagos e se alimentam de tecidos vegetais (floema e xilema) e para algumas espécies já é descrito o comportamento alimentar através de monitoramento eletrônico (Civolani *et al.*, 2014; Person *et al.*, 2014; Cervantes; Backus, 2018), em que é possível compreender como ocorre o processo de inserção do estilete no tecido folhear. Devido ao seu comportamento, todas as subfamílias de são de importância econômica, pois são muitos os danos que podem ocasionar.

A subfamília Aleyrodoidea é reconhecida popularmente como moscas-brancas e é considerada praga a nível global, são generalistas/polífagas, ataca desde hortaliças até árvores de grande porte. Alimentam-se através de sucção de seiva e ao mesmo tempo transmitindo doenças para as plantas hospedeiras, vale ressaltar que esses indivíduos estão associados a pelo menos 128 tipos de vírus, dentre eles o mosaico (Hogehout *et al.*, 2008; Wolff, 2012).

Os pulgões, como são comumente conhecidos os hemípteros da subfamília Aphidoidea são insetos com hábito gregário, a reprodução desse grupo é realizada por partenogênese e também sexuada. Grande parte das espécies passam todas as fases do seu desenvolvimento em apenas uma

planta hospedeira, todavia, aproximadamente 10% podem ter alternância de hospedeira e podem transmitir até 110 tipos do vírus *Potyvirus* (Hogenhout *et al.*, 2008; Gullan; Martins, 2009).

Dentre as famílias a que mais causa prejuízos é a Aphididae, estando associada a todos os setores: agricultura com as espécies *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856), sendo a principal praga da cultura de milho (Duarte *et al.*, 2021), *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Monell, 1879), no arroz e *Schizaphis graminum* (Rondani, 1870) no trigo (Rebonatto; Salvadori; Lau, 2015); na silvicultura o gênero *Cinara* está associada aos plantios de *Pinus* spp. (Penteado *et al.*, 2021); na horticultura o pulgão *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758), atacando principalmente as crucíferas.

Coccoidea apresenta apenas duas famílias: Archeococcoidea e Neococcoidea. As cochonilhas ocorrem em todo o mundo e estima-se que existam aproximadamente oito mil espécies descritas e muitas delas são consideradas pragas-chave, enquanto outras espécies são utilizadas como fonte de cera de vela, lacas (goma-laca) ou para a produção de corantes, como o carmim (Gullan; Martin, 2009; Wolff, 2012).

Por fim, não menos importante temos a superfamília Psylloidea, muitas vezes confundidos com pequenas cigarrinhas, são insetos extremamente específico quanto ao seu hospedeiro, ou seja, em todas as fases do seu desenvolvimento, esses indivíduos terão apenas um hospedeiro e as espécies podem colonizar uma variedade de espécies florestais e os danos ocasionados devido a sucção de fluídos floemáticas pode afetar o crescimento de algumas espécies vegetais e ainda a morte de plantas já em estágio de desenvolvimento avançado agrícolas (Künast *et al.*, 2021).

Como resultado do levantamento, três artigos foram selecionados para ilustra o impacto das mudanças climáticas na subordem Sternorrhyncha, o primeiro artigo retrata a modelagem *Triozoida limbata* (Hemiptera: Psylloidea) em cenário mundial, em que dar ênfase na restrita distribuição atual nas Américas, em que as condições climáticas simuladas poderá expandir significativamente a ocorrência nas regiões da África subsaariana, o sul da Índia, Sri Lanka e em grande parte do Sudeste Asiático, representando um risco para os plantios de goiaba (Queiróz *et al.*, 2018).

Outro estudo foi realizado para outra espécie de psílideo, *Blastopsylla occidentalis* (Hemiptera: Aphalaridae), conhecida como psílideo-das-ponteiras do eucalipto, em que indica que o aumento de temperatura e a alterações na precipitação criarão áreas a nível nacional áreas mais adequadas para a ocorrência do inseto, o que poderá resultar em elevação de *status* da espécie para praga-chave do eucalipto no Brasil (Künast, 2020).

O último trabalho resultante desse levantamento foi realizado para a espécie *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Hemiptera: Aleyrodidae), conhecida como a mosca-negra dos citros, onde foi correlacionada as áreas de ocorrência da espécie com as áreas onde a prática de irrigação é utilizada

Akrivou *et al.*, 2021). Os autores citam que os cenários mostraram que para o cenário brasileiro, com ênfase na região da bacia amazônica, onde haverá redução de áreas adequadas para a ocorrência da espécie, tendo vista que as projeções climáticas para a perspectiva de que a região passará por substituição gradual da floresta em savana, o que poderá acarretar ondas de calor e secas, que afetará diretamente as hospedeiras da espécie, o que contribuirá para o deslocamento das espécie para regiões onde não se há uma incidência atual elevada e ocorrência do inseto.

4 CONCLUSÃO

É inegável que o nosso planeta está aquecendo e os sinais são cada vez mais claros, e compreender o quanto antes como as mudanças climáticas irão influenciar na biodiversidade é imprescindível para que sejam realizadas mitigações para tentar frear os cenários mais pessimistas que nos aguarda. Sendo assim, chega-se à conclusão de que Hemiptera será impactada diretamente e indiretamente pelas mudanças climáticas, e esse impacto em duas frentes, na distribuição desses indivíduos em que mais áreas de adequabilidade climáticas estarão disponíveis, e nos processos biológicos, ciclo de vida mais curto e polivoltinismo mais acentuado.

REFERÊNCIAS

- AIDOO, O. F. *et al.* Modeling climate change impacts on potential global distribution of *Tamarixia radiata* Waterston (Hymenoptera: Eulophidae). **Science of The Total Environment**, v. 864, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160962>.
- AKRIVOU, A. *et al.* Potential global distribution of *Aleurocanthus woglumi* considering climate change and irrigation. **PLoS ONE**, v. 16, n. 12, p. 1-18, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261626>
- AUAD, A. M.; FONSECA, M, G. A entomologia nos cenários das mudanças climáticas. *In*: BETTIOL, W. *et al* (Org.). **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. Brasília: EMBRAPA, 2017.
- AVTAEVA, T. A.; SUKHODOLSKAYA, R. A.; BRYGADYRENKO, V. V. Modeling the bioclimatic range of *Pterostichus melanarius* (Coleoptera, Carabidae) in conditions of global climate change. **Biosystems Diversity**, v. 29, n. 2. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15421/012119>
- AZEVEDO FILHO, W. S. *et al.* Ocorrência de Clastoptera sp. (Hemiptera: Clastopteridae) danificando a cultura da videira em Pernambuco. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n.2, p.291-295, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202838/1/azevedo-1.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BALVÍN, O. *et al.* Mitochondrial DNA and morphology show independent evolutionary histories of bedbug *Cimex lectularius* (Heteroptera: Cimicidae) on bats and humans. **Parasitology Research**, v. 111, p. 457-469. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2862-5>

BAPTISTA, M. D. S.; SERRÃO, J. E.; DA-SILVA, E. R. *Pukuakanga saligna*, gênero novo e espécie nova de Dictyopharidae (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoromorpha) do Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n.4. p.95-100. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400013>.

BARBOSA, D. B. *et al.* As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n.4, p. 694-703. 2017. DOI: <http://orcid.org/0000-0002-5837-3884>.

BARBOSA, J. F.; RODRIGUES, H. D. D. The True Water Bugs (Nepomorpha). *In*: PANIZZU, A. R.; GRAZIA, J. (Org.). **True bugs (Heteroptera) of the neotropics**. Springer. 2ª ed, 2015.

BERTELSMEIER, C.; BLIGHT, O.; COURCHAMP, F. Invasions of ants (Hymenoptera: Formicidae) in light of global climate change. **Myrmecological News**, v. 22, p. 25-42. 2016.

BIZAWU, K.; LEMGRUBER, V. Aspectos jurídicos da desordem de colapso das colônias: o desaparecimento de abelhas. **Revista Direito Mackenzie**, v. 12, n. 1, p. 108-128. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5935/2317-2622/direitomackenzie.v12n111855>

BURCKHARDT, D.; OUVREARD, D.; PERCY, D. M. An updated classification of the jumping plant-lice (Hemiptera: Psylloidea) integrating molecular and morphological evidence. **European Journal of Taxonomy**, v. 736, p. 137-182. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5852/ejt.2021.736.1257>.

CANNING, A. D.; WALTHAM, N. J. Ecological impact assessment of climate change and habitat loss on wetland vertebrate assemblages of the Great Barrier Reef catchment and the influence of survey bias. **Ecology and evolution**, v. 11, n. 10, p. 5244-5254. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.7412>.

CARVALHO, B. M. *et al.* Ecological niche modelling predicts southward expansion of *Lutzomyia* (Nyssomyia) *flaviscutellata* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae), vector of *Leishmania* (Leishmania) *amazonensis* in South America, under climate change. **PLoS One**, v. 10, n. 11, p.1-21. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143282>.

CARVALHO-FILHO, F. D. S.; ALBUQUERQUE, F. Description of a new species of Corixidea from Brazil (Heteroptera: Dipsocoromorpha: Schizopteridae). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 111, p. 01-06. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2021010>.

CAVICHOLI, R. R.; TAKIYA, D. M. Subordem Auchenorrhyncha Duméril, 1806. *In*: Rafael, J. A. *et al.* (Orgs.). **Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia.**, Ribeirão Preto: Holos, 2012.

CECCARELLI, S.; RABINOVICH, J. E. Global climate change effects on Venezuela's vulnerability to chagas disease is linked to the geographic distribution of five triatomine species. **Journal of Medical Entomology**, v. 52, n.6, p. 1333-1343. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjv119>.

CERVANTES, F. A.; BACKUS, E. A. EPG waveform library for *Graphocephala atropunctata* (Hemiptera: Cicadellidae): effect of adhesive, input resistor, and voltage levels on waveform appearance and stylet probing behaviors. **Journal of insect physiology**, v. 109, p. 21-40. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2018.05.008>.

CHAPMAN, R.F. **The insects: structure and function**. 5. ed. New York: Cambridge University Press. 2013.

CHEN, J. *et al.* Climate change impacts on the potential worldwide distribution of the soybean pest, *Piezodorus guildinii* (Hemiptera: Pentatomidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 116, n.3, p. 761-770. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/toad058>.

CIVOLANI, S. *et al.* An EPG study of the probing behavior of adult *Bemisia tabaci* biotype Q (Hemiptera: Aleyrodidae) following exposure to cyantraniliprole. **Journal of economic entomology**, v. 107, n. 3, p. 910-919. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1603/ec13511>.

EVANGELISTA, O. *et al.* **Aetalionidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. 2023.** Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2053>. Acesso em: 08 set. 2023.

FONSECA, M. G. *et al.* How will *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) respond to global warming? **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 1-6. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew005>.

GARCIA, A. G. *et al.* A computational model to predict the population dynamics of *Spodoptera frugiperda*. **J Pest Sci**, v. 92, n. 2, p. 429–441. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10340-018-1051-4>.

GIANNINI, T.C. *et al.* Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management. **Apidologie**, v. 51, p. 406-421. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00727-3>.

GOLDANI, A.; CARVALHO, G. S. Análise de parcimônia de endemismo de cercopídeos neotropicais (Hemiptera, Cercopidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 437-442. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262003000300013>.

GONZÁLEZ, C. R.; REYES C.; VALDERRAMA L. *Mepraia spinolai* (Porter) (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae): morfología e índice de infección en su área de distribución. **Parasitología Latinoamericana**, v. 65, n. 3, p. 56 – 61. 2016.

GRAZIA, J.; FERNANDES, J. A. M. Subordem Heteroptera Linnaeus, 1758. In: Rafael, J. A. *et al.* (Orgs.). **Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia.**, Ribeirão Preto: Holos, 2012.

GRAZIA, J. *et al.* Hemiptera Linnaeus, 1758. In: Rafael, J. A. *et al.* (Orgs.). **Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia.**, Ribeirão Preto: Holos, 2012.

GRAZIA, J. *et al.* Hemiptera Linnaeus, 1758. In: Rafael, J. A. *et al.* (Orgs.). **Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia. 2ª ed.**, Ribeirão Preto: Holos, 2023.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Insetos: fundamentos da entomologia.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

GULLAN, P. J.; MARTIN, J. H. Sternorrhyncha (jumping plant–lice, whiteflies, aphids, and scale insects). *In*: RESH, V.; CARDÉ, R. T. (Org.). **Encyclopedia of insects**. 2ª ed. Amsterdam: Academic Press, 2009.

HOGENHOUT, S. A. *et al.* 2008. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. **Annu. Rev. Phytopathol**, v. 46, p. 327-359. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.022508.092135>

HUFNAGEL, L.; KOCSIS, M. 2011. Impacts of climate change on Lepidoptera species and communities. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 9, n. 1, p. 43-72. Disponível em: https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/1475/1/0901_043072rg.pdf. Acesso em: 17 jun. 2023.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 1990. **Climate Change: Scientific Assessment of Climate Change**. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_I_full_report.pdf. Acesso em: out de 2023.

JURBERG, J. *et al.* Hematophagous Bugs (Reduviidae, Triatominae) *In*: PANIZZI, A. R.; GRAZIA, J. (Orgs). **True bugs (Heteroptera) of the neotropics**. Springer. 2ª ed, 2015.

KÜNAST, T. B. S. **Bioecologia e predição de ocorrência do psilídeo-das-ponteiras do eucalipto, *Blastopsylla occidentalis* (Hemiptera: Aphalaridae)**. 2020. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências ambientais). Programa de Pós-Graduação em Ciências ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2020.

KÜNAST, T. B. S. *et al.* Efeito da temperatura no desenvolvimento e na reprodução de *Blastopsylla occidentalis* (Hemiptera: Aphalaridae) em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 440-455. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509843846>.

LAWS, A. N.; BELOVSKY, G. E. How will species respond to climate change? Examining the effects of temperature and population density on an herbivorous insect. **Environmental Entomology**, v. 39, n. 2, p. 312-319. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1603/en09294>.

LEITE, J. C. Do mistério das eras do gelo às mudanças climáticas abruptas. **Scientiae studia**, v. 13, p. 811-839. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662015000400005>.

MAINWARING, M. C. *et al.* Climate change and nesting behaviour in vertebrates: a review of the ecological threats and potential for adaptive responses. **Biological Reviews**, v. 92, n. 4, p. 1991-2002. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12317>.

MARTIN, A. H. *et al.* Integral functions of marine vertebrates in the ocean carbon cycle and climate change mitigation. **One Earth**, v. 4, n. 5, p. 680-693. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.019>.

PALADINI, A. *et al.* Reports of new wing color polymorphism and taxonomic information to cercopids (Auchenorrhyncha: Cercopidae) from upland rice crop, Pará State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 78, p. 728-735. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.175519>.

PANIZZI, A. R.; GRAZIA, J. (Org.). **True bugs (Heteroptera) of the neotropics**. 2ª ed. Springer, 2015.

PAZMIÑO-PALOMINO, A.; REYES-PUIG, C.; DEL HIERRO, A. G. How could climate change influence the distribution of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera, Stratiomyidae)? **Biodiversity Data Journal**, v. 10, 1-21. DOI: <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e90146>.

PEACOCK, L.; WORNER, S. Using analogous climates and global insect distribution data to identify potential sources of new invasive insect pests in New Zealand. **New Zealand Journal of Zoology**, vol. 33, 141-145. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014223.2006.9518438>.

PENTEADO, S. R. C. *et al.* *Cinara atlântica e Cinara pinivora*. In: LEMES, P. G.; ZANUNCIO, J. C. (Org.). **Novo manual de pragas florestais brasileiras**. Montes Claros: Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, 2021.

QUEIROZ, D. *et al.* Potential distribution of the guava psyllid *Triozyda limbata* (Hemiptera, Psylloidea), today and in global climate change scenarios. **Turkish Journal of Zoology**, vol. 42(3), 330-336. 2018; DOI: <https://doi.org/10.3906/zoo-1709-21>.

REBONATTO, A.; SALVADORI, J. R.; LAU, D. Temporal changes in cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) populations in northern Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 7, n. 10, p. 71-78. 2015. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v7n10p71>.

SANTANA JR, P. A. *et al.* Assessing the impact of climate change on the worldwide distribution of *Dalbulus maidis* (DeLong) using MaxEnt. **Pest management science**, v. 75, n. 10, p. 2706-2715. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.5379>.

SCHAEFER, C. W. 2015. Cotton stainers (pyrrhocoridae) and bordered. In: PANIZZU, A. R.; GRAZIA, J. (Org.). **True bugs (Heteroptera) of the neotropics**. Springer. 2ª ed, 2015.

SKENDŽIĆ, S. *et al.* The impact of climate change on agricultural insect pests. **Insects**, v. 12, n. 5, p. 1-31. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12050440>.

TAMURA, Y. *et al.* Estimating plant–insect interactions under climate change with limited data. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1-11. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14625-9>.

TEIXEIRA, B. S., MOLLETA, D. G. S.; LUEDEMANN, G. 2016. Brasil: esforços nacionais sobre as mudanças climáticas. In: MOURA, A. M. M. 2016. Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. Brasília, IPEA.

TOUGERON, K. *et al.* How climate change affects the seasonal ecology of insect parasitoids. **Ecological Entomology**, v. 45, n. 2, p. 167-181. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/een.12792>.

TREBICKI, P.; FINLAY, K. **Pests and diseases under climate change; its threat to food security**. Chichester: John Wiley; Sons Ltd, 2019.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos Insetos**. In: Tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 2ª ed. Brasil: Cengage Learning, 2016.

VASCONCELOS, D. C. *et al.* How can global climate change influence the geographic distribution of the eucalyptus yellow beetle? Modeling and prediction for Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, 1-7. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.265046>.

WALSH, B. S. *et al.* The impact of climate change on fertility. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 34, n. 3, p. 249-259. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2018.12.002>.

WEI, X.; XU, D.; ZHUO, Z. Predicting the impact of climate change on the geographical distribution of leafhopper, *Cicadella viridis* in China through the MaxEnt model. *Insects*, v. 14, n. 7, p. 1-14. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects14070586>

WOLFF, V. R. S. Subordem Sternorrhyncha Amyot & Serville, 1843. *In: Rafael, J. A. et al. (Org.). Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia.*, Ribeirão Preto: Holos, 2012.

YAMAMOTO, P. T.; ALVES, G. R.; BELOTI, V. H. Manejo e controle do huanglongbing (HLB) dos cítricos. **Investigación Agraria**, v. 16, n. 2, p. 69-82. 2014. Disponível em: <http://scielo.iics.una.py/pdf/ia/v16n2/v16n2a01.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2013.

ZACARIAS, D. A. Global bioclimatic suitability for the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), and potential co-occurrence with major host crops under climate change scenarios. **Climatic Change**, v. 161, n. 4, p. 555-566. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02722-5>

Junielson Soares da Silva
Cinara Wanderléa Felix Bezerra
Talita Benedcta Santos Künast
Karine de Matos Costa
Organizadores

PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: ASPECTOS GERAIS

VOLUME III

Wissen Editora

Home page: www.editorawissen.com.br

E-mail: wisseneditora@gmail.com

Instagram: [@wisseneditora](https://www.instagram.com/wisseneditora)

Teresina - PI



 Wissen
editora
2024