

PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: aspectos gerais

2ª edição

Junielson Soares da Silva
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Gisele Holanda de Sá
Organizadores



PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: aspectos gerais

2ª edição

Junielson Soares da Silva
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Gisele Holanda de Sá
Organizadores



PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: aspectos gerais

Junielson Soares da Silva
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Gisele Holanda de Sá
Organizadores

Pesquisas em entomologia: aspectos gerais

2ª edição

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2023

©2023 by Wissen Editora
Copyright © Wissen Editora
Copyright do texto © 2023 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

Projeto Gráfico e Diagramação: Emilli Juliane de Azevedo Neves
Isaquiél de Moura Ribeiro

Imagem da Capa: Pedro Henrique
Quiones Oliveira Praxedes
Paulo Marcelo de Sousa Queiroz
Valmiria Moura Leoncio de Albuquerque Gomes
Matheus Fernandes de Freitas

Edição de Arte: Isaquiél de Moura Ribeiro

Revisão: Os autores

Informações sobre a Editora


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

Siga nossas redes sociais:



@wisseneditora

PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: ASPECTOS GERAIS
2ª edição

 DOI: 10.52832/wed.43

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

Pesquisas em entomologia [livro eletrônico]: aspectos gerais: volume 2 / organizadores Junielson Soares da Silva, Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira, Gisele Holanda de Sá. -- 2. ed. -- Teresina, PI: Wissen Editora: Isaquiel de Moura Ribeiro, 2023. -- (Entomologia) PDF.

Bibliografia.

ISBN 978-65-999410-8-5

DOI: 10.52832/wed.43

1. Biologia 2. Entomologia - Pesquisa 3. Insetos

I. Silva, Junielson Soares da. II. Oliveira, Neyla Cristiane Rodrigues de. III. Sá, Gisele Holanda de. IV. Série.

23-168192

CDD-595.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Entomologia 595.7

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253



2023

EQUIPE EDITORIAL

Editores-chefes

Me. Junielson Soares da Silva
Dra. Adriana de Sousa Lima
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

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. José Carlos Guimarães Júnior - 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 Ângelo - 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. Mauricio 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 (UFPI)
Me. Francisco de Paula S. de Araújo 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, Pólo Coxim/MS
Me. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ
Me. Luiz Otavio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Me. Milton Carvalho de Sousa Junior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
Me. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)
Me. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Regional do Cariri (URCA)
Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: aspectos gerais

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

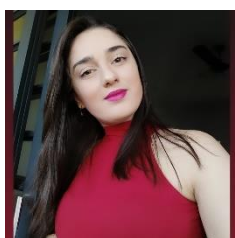
SOBRE OS ORGANIZADORES

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. Desenvolve pesquisas sobre o efeito de substâncias derivadas de plantas em *Aedes aegypti* e *A. albopictus*, analisando a toxicidade, citotoxicidade, genotoxicidade e mutagenicidade. Tem experiência em Ensino de Ciências da Natureza (Ciências e Biologia), Formação de Professores e BNCC. Organizador de eventos acadêmicos on-line (CONAENT, CONECIBIO, CONACIMES etc.). 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.

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira


























Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente-Prodema/UFPI (2021). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas Ambientais do Maranhão, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão-GEPAM/IFMA. Especialista em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí/IFPI-Teresina Central (2023). Especialista em Ensino de Genética pela Universidade Estadual do Maranhão-UEMA (2016). Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí-UFPI (2014). Estagiária bolsista-CNPq na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte-Teresina, PI, adquirindo experiências na área de Ciência do Solo (coleta, manejo, propriedades químicas, biológicas e fauna edáfica), (2013). Bolsista CAPES/UFPI (2019/2021) adquirindo experiências em Meio Ambiente, Ensino, Educação Ambiental e Mudanças Climáticas. Docente na Educação Básica e Ensino Superior, nas instituições: Escola Municipal Nossa Senhora da Conceição - EMNSC, Ensino Fundamental-Ciências (2015); Professora substituta EBTT de Biologia no IFMA/Campus Alcântara (2015-2017); Professora Substituta EBTT no IFPI/ Campus São João do Piauí (2021-2023). Editora-chefe das revistas científicas (Journal of Education, Science and Health – JESH, Revista Ensinar - RENSIN) e da Wissen Editora.



























Gisele Holanda de Sá































Doutoranda em Agronomia (Genética e Melhoramento) pela Universidade Federal do Piauí (2020), mestre em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal do Piauí (2018) e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (2015). Possui experiência na área de Pré Melhoramento Genético de Plantas, com ênfase em Biologia Molecular, Estudos de Diversidade Genética em Plantas, Marcadores Moleculares e Caracterização Morfológica de Plantas. No Ensino de Biologia, com experiência em Biologia Geral e Ciências, com afinidade na elaboração e uso de jogos lúdicos e recursos didáticos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	17
A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA COMPROVA QUE A FLUORESCÊNCIA EMITIDA POR FLORES DE <i>Tropaeolum majus</i> ATRAEM ABELHAS VISITANTES..	17
Claudemir Antonio Garcia Fioratti 	17
Rosicleia Matias da Silva 	17
Silvana Aparecida de Souza 	17
Evaristo Alexandre Falcão 	17
Rosilda Mara Mussury 	17
 DOI: 10.52832/wed.43.301	17
CAPÍTULO 2	27
ABELHAS-DAS-ORQUÍDEAS (Apidae, Euglossini) EM ÁREAS DE CAATINGA DO NORDESTE BRASILEIRO.....	27
Eduardo Alves de Souza 	27
Lucas Carvalho Soares 	27
Airton Torres Carvalho 	27
 DOI: 10.52832/wed.43.302	27
CAPÍTULO 3	34
DECLÍNIO DE ABELHAS (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) NO BRASIL: REVISÃO	34
Matheus Silva Racca Fernandes 	34
Zeneida Teixeira Pinto 	34
 DOI: 10.52832/wed.43.303	34
CAPÍTULO 4	42
DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM FITOFISIONOMIA DE VEREDA, EM ALDEIAS ALTAS, MARANHÃO, BRASIL	42
Claiane da Silva Pereira 	42
Naira de Oliveira Damasceno 	42
Carlos Evangelista Pereira Lima 	42
Luiza Carla Barbosa Martins 	42
 DOI: 10.52832/wed.43.304	42
CAPÍTULO 5	51
EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE <i>Vatairea macrocarpa</i> (FABACEAE) SOBRE O COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE <i>Plutella xylostella</i> (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)	51
Alana Martini Ferreira 	51
Thais Silva de Souza 	51
Silvana Aparecida de Souza 	51
Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial 	51
Rosilda Mara Mussury 	51

 DOI: 10.52832/wed.43.305	51
CAPÍTULO 6	61
ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O QUE CRIANÇAS DE UMA COMUNIDADE RURAL SABEM SOBRE OS INSETOS?.....	61
Tiago Lemos Silva 	61
Kamanda Raylana Marques dos Reis 	61
Isabel Maria Rocha Araújo 	61
Letícia Sousa dos Santos 	61
Patrícia Maria Martins Nápolis 	61
 DOI: 10.52832/wed.43.306	61
CAPÍTULO 7	70
EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE <i>Acosmium subelegans</i> (FABACEAE) AFETA A ALIMENTAÇÃO DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS	70
Thais Silva de Souza 	70
Silvana Aparecida de Souza 	70
Alana Martini Ferreira 	70
Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial 	70
Rosilda Mara Mussury 	70
 DOI: 10.52832/wed.43.307	70
CAPÍTULO 8	80
EXTRATO ETANÓLICO DE <i>Campomanesia adamantium</i> (MYRTACEAE) AFETA A ECLOSÃO DOS OVOS DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS.....	80
Silvana Aparecida de Souza 	80
Thais Silva de Souza 	80
Alana Martini Ferreira 	80
Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial 	80
Claudemir Antonio Garcia Fioratti 	80
Rosilda Mara Mussury 	80
 DOI: 10.52832/wed.43.308	80
CAPÍTULO 9	90
TOXICIDADE POR CONTATO DO ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO SICILIANO SOBRE <i>Sitophilus zeamais</i> (Mots.,1855) (Coleoptera: Curculionidae) EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADO	90
Matheus Rodrigues Frota 	90
Lúcia da Silva Fontes 	90
Rodrigo de Carvalho Brito 	90
Douglas Rafael e Silva Barbosa 	90
Alyne Freire de Melo 	90
 DOI: 10.52832/wed.43.314	90
CAPÍTULO 10.....	98

AVALIAÇÃO DA AÇÃO FUMIGANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO SICILIANO SOBRE <i>Sitophilus zeamais</i> (MOTS.,1855) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADO.....	98
Matheus Rodrigues Frota 	98
Lúcia da Silva Fontes 	98
Rodrigo de Carvalho Brito 	98
Douglas Rafael e Silva Barbosa 	98
Francisco Hugo Cavalcante Neto 	98
Leonardo Prado Leal 	98
Bruno Rodrigues Oliveira 	98
 DOI: 10.52832/wed.43.315	98
CAPÍTULO 11	106
IMPACTO DA PISCICULTURA EM IGARAPÉ: ANÁLISE DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS EM UM GRADIENTE LONGITUDINAL.....	106
Camila Pinto Leão 	106
Maria Eduarda Cabral Liberal 	106
Jaqueline Silva de Oliveira 	106
Trycia Ciellen Lima de Sousa 	106
Bruno Spacek Godoy 	106
 DOI: 10.52832/wed.43.309	106
CAPÍTULO 12.....	114
LEVANTAMENTO DE NINHOS DE MELIPONÍNEOS EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA PARAIBA.....	114
Matheus de Brito Cavalcante 	114
Rozileudo da Silva Guedes 	114
 DOI: 10.52832/wed.43.310	114
CAPÍTULO 13.....	122
PROCESSO DE ESQUELITIZAÇÃO REALIZADO POR COLEOPTERAS DA FAMÍLIA DERMESTIDAE	122
Natália Lopes de Alcântara 	122
Luiz Raimundo Cunha 	122
Silvestre Santos Carvalho 	122
Sammuel Victor Feitosa da Conceição 	122
Anna Julia Aires Nobre 	122
Maria Josinete Araújo Costa 	122
 DOI: 10.52832/wed.43.311	122
CAPÍTULO 14.....	130
TOXICIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE <i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Duckee SOBRE OS OVOS DE <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)....	130
Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial 	130
Silvana Aparecida de Souza 	130

Alana Martini Ferreira 	130
Thaís Silva de Souza 	130
Rosilda Mara Mussury 	130
 DOI: 10.52832/wed.43.312	130
CAPÍTULO 15	138
UTILIZAÇÃO DE UM BLEND DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Piper marginatum</i> E <i>Piper tuberculatum</i> (PIPERACEAE) CONTRA LARVA DE <i>Culex quinquefasciatus</i> (DIPTERA)	138
Karen Danielle Pinheiro 	138
Nayani Luiza Pinheiro 	138
Diones Krinski 	138
 DOI: 10.52832/wed.43.313	138

APRESENTAÇÃO

A Entomologia (do grego, *entomon*, inseto, e *logos*, estudo), sendo responsável pelo estudo das características físicas, comportamentais e reprodutivas dos insetos. A Entomologia está relacionada a diferentes áreas de conhecimento como a ecologia, a fisiologia, a genética, a taxonomia e também toxicologia, entre outras. Diante disso, a obra intitulada **“PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: ASPECTOS GERAIS”** contempla 15 capítulos com conhecimentos científicos gerais sobre a área de entomologia.

O capítulo 1 – “A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA COMPROVA QUE A FLUORESCÊNCIA EMITIDA POR FLORES DE *Tropaeolum majus* ATRAEM ABELHAS VISITANTES” verifica se a abundância de abelhas está associada com a coloração da corola de *T. majus*. Por meio do teste de FluorCam conduzido no Laboratório de Ótica Aplicada da UFGD, onde utilizaram três flores (laranja, amarela e vermelha), armazenadas por 20 minutos em câmera escura para determinar a emissão de fluorescência.

O capítulo 2 – “ABELHAS-DAS-ORQUÍDEAS (Apidae, Euglossini) EM ÁREAS DE CAATINGA DO NORDESTE BRASILEIRO” trabalha com as abelhas Euglossini, que são amplamente distribuídas nos neotrópicos, mas pouco conhecidas nas áreas de florestas secas de Caatinga no Semiárido brasileiro. Assim, identifica as abelhas-das-orquídeas em duas áreas de Caatinga em Mossoró/RN.

O capítulo 3 – “DECLÍNIO DE ABELHAS (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) NO BRASIL: REVISÃO” apresenta uma revisão de literatura sobre o declínio de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) para determinar os principais efeitos para a biodiversidade de espécies nativas e para a agroeconomia entre 2000 e 2022 no Brasil. Tendo em vista que a polinização é um serviço que promove benefícios para os setores econômicos, sociais e ambientais.

O capítulo 4 – “DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM FITOFISIONOMIA DE VEREDA, EM ALDEIAS ALTAS, MARANHÃO, BRASIL” traz um estudo que avalia a diversidade de formigas em área de vereda no município de Aldeias Altas – MA, uma vez que as formigas são insetos com uma grande diversidade e distribuição geográfica, elas habitam os mais variados ambientes e são facilmente amostradas. Devido à perda constante de biodiversidade que o bioma Cerrado vem sofrendo, diante das inúmeras ações provocadas pelo homem, é extremamente necessário a realização de levantamentos que propiciem a construção de conhecimento sobre a diversidade de formigas nesses locais.

O capítulo 5 – “EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE *Vatairea macrocarpa* (FABACEAE) SOBRE O COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *Plutella xylostella*

(LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)” tem por objetivo avaliar o efeito do extrato aquoso de *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Fabaceae) sobre a preferência alimentar de *Plutella xylostella*.

O Capítulo 6 – “ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O QUE CRIANÇAS DE UMA COMUNIDADE RURAL SABEM SOBRE OS INSETOS?” apresenta as concepções de crianças e adolescentes de uma comunidade rural sobre a importância ambiental e conservação dos insetos do subfilo Hexapoda.

No Capítulo 7 – “EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE *Acosmium subelegans* (FABACEAE) AFETA A ALIMENTAÇÃO DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS” é avaliado o efeito do extrato aquoso de *Acosmium subelegans* (Mohlenbr.) Yakovlev (Fabaceae) sobre a preferência alimentar de *P. xylostella*.

Por outro lado, no Capítulo 8 – “EXTRATO ETANÓLICO DE *Campomanesia adamantium* (MYRTACEAE) AFETA A ECLOSÃO DOS OVOS DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS” é avaliado a toxicidade do extrato etanólico de *Campomanesia adamantium* na concentração de 0,6% sobre o desenvolvimento embrionário de *Plutella xylostella*.

O Capítulo 9 – “TOXICIDADE POR CONTATO DO ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO SICILIANO SOBRE *Sitophilus zeamais* (Mots.,1855) (Coleoptera: Curculionidae) EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADO” traz uma avaliação da toxicidade por contato do óleo de limão siciliano sobre *S. zeamais* em grãos de milho. O teste foi realizado com quatro repetições, visando definir as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₅) do óleo.

O Capítulo 10 – “AVALIAÇÃO DA AÇÃO FUMIGANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO SICILIANO SOBRE *Sitophilus zeamais* (MOTS.,1855) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADO” apresenta uma avaliação da toxicidade por fumigação do óleo de limão siciliano sobre *S. zeamais* em grãos de milho. O teste foi realizado visando definir as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₅) do óleo.

O Capítulo 11 – “IMPACTO DA PISCICULTURA EM IGARAPÉ: ANÁLISE DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS EM UM GRADIENTE LONGITUDINAL” aborda os impactos da piscicultura sobre a diversidade local e riqueza de macroinvertebrados aquáticos ao longo de um gradiente longitudinal no Igarapé Praquiara. Tendo em vista que os macroinvertebrados respondem de forma sensível e previsível a mudanças ambientais a partir de alterações na estrutura da comunidade e composição das espécies.

O Capítulo 12 – “LEVANTAMENTO DE NINHOS DE MELIPONÍNEOS EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA PARAIBA” apresenta um levantamento das espécies de meliponíneos e seus substratos de nidificação em fragmento de Caatinga na zona rural do município de Cacimbas, Paraíba. Considerando que as abelhas sem ferrão desempenham serviços

ecossistêmicos de vital importância para a Caatinga, auxiliando na perpetuação das espécies. No entanto, há um déficit de informações sobre esses polinizadores para o estado da Paraíba, em especial, na região da Caatinga.

O Capítulo 13 – “PROCESSO DE ESQUELITIZAÇÃO REALIZADO POR COLEOPTERAS DA FAMÍLIA DERMESTIDAE” aborda um estudo sobre o processo de esqueletização realizados por esses insetos, de forma que através deles seja obtido material osteológico que serão utilizados como material didático dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus* Araguatins, nos cursos de graduação (Ciências Biológicas e Engenharia Agrônômica) e do curso técnico em Agropecuária.

O Capítulo 14 – “TOXICIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Duckee SOBRE OS OVOS DE *Plutella xylostella* (Linnaeus., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)” aborda os efeitos dos extratos aquosos de *V. macrocarpa* (10%) sobre o período de incubação e fertilidade dos ovos de *Plutella xylostella*, uma praga agrícola de importância mundial.

No Capítulo 15 – “UTILIZAÇÃO DE UM BLEND DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Piper marginatum* E *Piper tuberculatum* (PIPERACEAE) CONTRA LARVA DE *Culex quinquefasciatus* (DIPTERA)” demonstra os resultados do teste do *blend* das duas *Piper* contra larvas de mosquito *C. quinquefasciatus*. Dado que, os óleos essenciais têm propriedades que os tornam alternativas na bioprospecção, podendo ser usado de maneira individual ou em conjunto, formando *blends* ou sinergias.

Diante desses aspectos, esta obra é indicada para alunos, professores e pesquisadores das áreas de Ciências Biológicas, Agronomia e áreas afins, e a todos que tenham interesse por entomologia. Boa leitura e aprendizagem!

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Junielson Soares da Silva

CAPÍTULO 1

A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA COMPROVA QUE A FLUORESCÊNCIA EMITIDA POR FLORES DE *Tropaeolum majus* ATRAEM ABELHAS VISITANTES

THE SPECTROSCOPY TECHNIQUE PROVES THAT THE FLUORESCENCE EMITTED BY FLOWERS OF *Tropaeolum majus* ATTRACTS VISITING BEES

Claudemir Antonio Garcia Fioratti 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil
*Autor correspondente: claufioratti.ento@gmail.com

Rosicleia Matias da Silva 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Silvana Aparecida de Souza 

Grupo de Óptica Aplicada, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Evaristo Alexandre Falcão 

Grupo de Óptica Aplicada, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Rosilda Mara Mussury 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

 DOI: 10.52832/wed.43.301

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi verificar se a abundância de abelhas está associada com a coloração da corola de *T. majus*. O teste de FluorCam foi conduzido no Laboratório de Ótica Aplicada da UFGD, onde foi utilizada três flores (laranja, amarela e vermelha), que foram armazenadas por 20 minutos em câmara escura para determinar a emissão de fluorescência. Para avaliar a visitação das abelhas, o experimento foi conduzido no Horto de Plantas Medicinais da FCA/UFGD. A área experimental foi composta de 12 canteiros. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3x3 (espécies de abelhas x diferentes cores da flor x horários de visitação). Os resultados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Observamos interação significativa entre os fatores e também nos fatores isolados. Contabilizamos 897 abelhas visitantes (*Trigona spinipes*, *Apis mellifera* e *Paratrigona lineata*). *T. spinipes* apareceram em maior número. *T. spinipes* e *A. mellifera* visitaram mais flores de cor laranja e amarela do que flores vermelhas. O teste de FluorCam mostrou que as flores emitem fluorescência de cor amarela, verde e azul, entretanto as flores de cor vermelha apresentaram emissão de fluorescência verde se contrastando ao verde da vegetação ao fundo. Desse modo, deixa-se em evidência as flores laranja e amarela, o que explica a preferência das abelhas para visitar essas flores.

Palavras-chave: Capuchinha. Fluorescência. Modelo tricromático. *Trigona spinipes*. *Apis mellifera*. *Paratrigona lineata*.

ABSTRACT

The objective of the present work was to verify if the abundance of bees is associated with the corolla coloration of *T. majus*. The FluorCam test was conducted at the UFGD Applied Optics Laboratory, where three flowers (orange, yellow and red) were used, which were stored for 20 minutes in a darkroom to determine the fluorescence emission. To evaluate the visitation of bees, the experiment was carried out in the Horto de Plantas Medicinais at FCA/UFGD. The experimental area was composed of 12 beds. The experimental design was completely randomized in a 3x3x3 factorial scheme (bee species x different flower colors x visiting hours). The results were submitted to ANOVA and the averages compared by Tukey's test. We observed a significant interaction between the factors and also in isolated factors. We counted 897 visiting bees (*Trigona spinipes*, *Apis mellifera* and *Paratrigona lineata*). *T. spinipes* appeared in greater numbers. *T. spinipes* and *A. mellifera* visited more orange and yellow flowers than red flowers. The FluorCam test showed that the flowers emit yellow, green and blue fluorescence, however the red flowers emitted green fluorescence contrasting with the green of the vegetation in the background. In this way, the orange and yellow flowers are highlighted, which explains the preference of bees to visit these flowers.

Keywords: Capuchina. Fluorescence. Trichromatic model. *Trigona spinipes*. *Apis mellifera*. *Paratrigona lineata*.

1 Introdução

A flor é a interface de comunicação entre plantas e polinizadores, caracterizando a interação em que a morfologia da flor influencia e é influenciada pelos visitantes florais (MORÉ *et al.*, 2012; BRITO *et al.*, 2014; BARÔNIO *et al.*, 2016). Além das peças florais com funções reprodutivas, as flores possuem estruturas com função de atrair os visitantes, especialmente os polinizadores, que são mediados através de sinais específicos dos caracteres florais como, cores, guias de néctar, glândulas de odor, formatos e simetria das flores, que sinalizam a presença de um recurso floral, como o néctar, pólen, óleos e partes florais que fazem parte da alimentação de muitos visitantes (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; DEPRÁ; GAGLIANONE, 2018).

As cores mais atraentes para maioria das abelhas são aquelas percebidas por humanos como branco, amarelo e violeta-azulado, pois a visão de cores das abelhas é tricromática e influenciada pela radiação UV (350 nm) e faixa de luz azul (440 nm) e verde (540 nm). Enquanto os comprimentos de onda maiores (laranjas e avermelhados) são percebidos com menos frequência por abelhas (CHITTKA; RAINE, 2006; SRINIVASAN, 2010; IBARRA *et al.*, 2014).

O sistema visual das abelhas analisa as cores através dos diferentes fotorreceptores, onde a sensibilidade aos raios UV permite que as abelhas possam detectar e diferenciar as flores que possuem essa reflectância. Para sinalizar a direção do néctar, algumas flores emitem radiação UV através dos guias de néctar, funcionando como um guia para as abelhas (SRINIVASAN, 2010; IBARRA *et al.*, 2014).

Algumas plantas produzem flores com diferentes colorações e reflectância, como o *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae: Brassicales) (capuchinha). A coloração das flores de *T. majus* varia entre amarelo e vermelho, e conseqüentemente atraem grupos de polinizadores diferentes. Foi observado em *T. majus* a presença de várias ordens de insetos, como coleópteros (Melyridae), dípteros (Chloropidae), hemípteros (Aphididae e Cicadellidae) e himenópteros (Apidae e Megachilidae) (SILVA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012).

Plantas que são capazes de atrair diversos polinizadores são recomendadas como companheiras para outras espécies de plantas, por isso, torna-se importante compreender as interações que ocorrem entre *T. majus* e seus visitantes florais (BRASIL, 2010). Nesse sentido, o presente trabalho tem por objetivo, verificar se a abundância de abelhas está associada com a coloração da corola de *Tropaeolum majus*.

2 Material e Métodos

2.1 Procedimentos experimentais

O experimento foi conduzido no Horto de Plantas Medicinais da Faculdade de Ciências Agrárias, situado na Universidade Federal da Grande Dourados (S 22° 11' 43.7" e W 054° 56' 08.5"), no Período de agosto a setembro de 2019, sendo utilizado três transectos com 12 parcelas enumeradas.

As abelhas visitantes foram observadas durante as atividades de forrageamento ao longo do período de florescimento de *T. majus*, entre agosto e outubro de 2019. As observações das mesmas foram realizadas uma vez por semana nos períodos da manhã (das 9h às 10h) e da tarde (das 12h às 13h e das 14h às 15h) totalizando 21h, divididas em 3h de observações por dia, correspondendo 1 hora por período observado. Em cada semana, quatro transectos foram sorteados para observação, sendo destinados 15 minutos para cada transecto.

Foram avaliadas as seguintes características: coloração da corola e as espécies de abelhas que visitavam as flores. As colorações das flores *T. majus* visitadas por abelhas foram anotadas em um diário de campo, juntamente com as espécies de abelhas visitantes, para determinar a abundância dos visitantes.

2.2 Determinação da Fluorescência

Para o teste foi utilizado uma flor de *T. majus* de cada coloração (laranja, amarela e vermelha), totalizando três flores que foram armazenadas por 20 minutos em câmara escura. Posteriormente, essas flores foram avaliadas separadamente no FlourCam, para determinar a fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m) e fluorescência variável (F_v), a partir da clorofila-a (FChlo-a).

2.3 Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 x 3 (número de visitantes x coloração da corola x horários de observação). A normalidade dos dados foi testada por Shapiro-Wilk (W) e transformados em $\sqrt{(x+0.5)}$. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

3 Resultados e Discussão

Não foi observada interação tripla entre os fatores analisados, abundância de visitantes x coloração da corola x horários de observação ($F= 0.81$; $GL=16$; $p > 0.05$). Entretanto, ocorreu interação entre os fatores abundância de visitantes e a coloração da corola ($F= 9.09$; $GL=8$; $p <$

0.01) e os fatores abundância de visitantes e horários de observação ($F= 3.13$; $GL=4$; $p < 0.05$), também foram observados significância nos fatores isolados abundância de visitantes ($F=107.5$; $GL=2$; $p < 0.01$) e coloração da corola ($F= 46.9$; $GL=4$; $p < 0.01$).

Foram contabilizadas 897 abelhas das espécies *Trigona spinipes* (FABRICIUS, 1793) (Hymenoptera: Apidae), *Apis mellifera* (LINNAEUS, 1758) (Hymenoptera: Apidae) e *Paratrigona lineata* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae). As *T. spinipes* foram mais abundantes nos canteiros de capuchinha ($2.40 \pm 0.14a$), seguido da *A. mellifera* ($1.25 \pm 0.08b$) e *P. lineata* ($0.91 \pm 0.04c$) ($F= 107.5$; $p= < .01$; $GL= 2$; $CV= 50.57$). Essas espécies estão presentes em comunidades de abelhas eussociais destacando-se pela dominância, principalmente as espécies *T. spinipes* e *A. mellifera*, devido ao seu hábito de visitas generalistas das mesmas em espécies vegetais (ROUBIK, 1989; MOURA *et al.*, 2018).

As flores de cor laranja ($2.60 \pm 1.33 a$) e amarela ($1.72 \pm 0.71b$) receberam mais visitantes do que as flores de cor vermelha (1.15 ± 0.31) ($F= 46,9$; $p= < 0.01$; $GL= 2$; $CV= 50.57$) sendo as flores laranja e amarela as mais visitadas por *T. spinipes* e *A. mellifera* (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados por Melo *et al.* (2018) onde, abelhas de grande e pequeno porte tiveram uma maior preferência por flores da espécie *Byrsonima variabilis* (Malpighiaceae) de coloração laranja e amarela durante a coleta de recursos florais como pólen e néctar.

Tabela 1 - Abundância de abelhas que visitaram as flores de *Tropaeolum majus*, em diferentes colorações.

	Laranja	Amarela	Vermelha
<i>Trigona spinipes</i>	4.26 ± 2.46 aA n= 406	3.04 ± 1.31 aB n= 205	1.54 ± 0.70 aC n= 55
<i>Apis mellifera</i>	2.12 ± 1.33 bA n= 119	1.29 ± 0.52 bB n= 36	1.06 ± 0.48 abB n= 23
<i>Paratrigona lineata</i>	1.43 ± 0.54 cA n= 42	0.83 ± 0.10 bAB n= 5	0.84 ± 0.12 bAB n= 6
F value	F= 9.08* p= < 0.01 GL= 6		
CV(%)	50.57		

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, em nível de significância de 5% quando comparadas pelo teste de Tukey; n= número indivíduos.

Fonte: Autores (2023).

As *T. spinipes* e as *P. lineata* não diferiram significativamente entre os três horários observados, enquanto *A. mellifera* foram ativas durante o período das 9 às 10h (Tabela 2). Este horário de atividade está dentro da faixa de horário observado para *T. majus*, entre o período das 9:00 às 13:00h, sendo influenciado pelas maiores concentrações de açúcares presente no néctar floral (SILVA *et al.* 2012). Os horários de visitação de *A. mellifera* é relatado na literatura, sendo que as coletas de pólen e néctar preferencialmente ocorre entre os horários das 8:00 às 10:00h e 9:30 às

10:30h, respectivamente (MALERBO-SOUZA; TASINAFO, 2012; BARBOSA *et al.*, 2016). Para maioria das espécies de plantas a concentração e a produção de pólen ocorre no período da manhã e néctar no período diurno (MALERBO-SOUZA *et al.*, 1998; PIERROT *et al.*, 2003).

Tabela 2 – Abundância de abelhas que visitaram as flores de *Tropaelum majus*, em diferentes colorações.

	9-10h	12-13h	14-15h
<i>Trigona spinipes</i>	2.22 ± 2.44 aA n= 246	2.56 ± 1.74 aA n= 279	2.43 ± 1.65 aA n= 257
<i>Apis mellifera</i>	1.59 ± 0.98 bA n= 109	1.09 ± 0.74 bB n= 47	1.08 ± 0.62 bB n= 42
<i>Paratrigona lineata</i>	0.90 ± 0.14 cA n= 14	0.96 ± 0.32 bA n= 23	0.88 ± 0.39 bA n= 60
F value	F= 3.13* p=< 0.05 GL= 4		
CV (%)	50.57		

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, em nível de significância de 5% quando comparadas pelo teste de Tukey; n= número indivíduos.

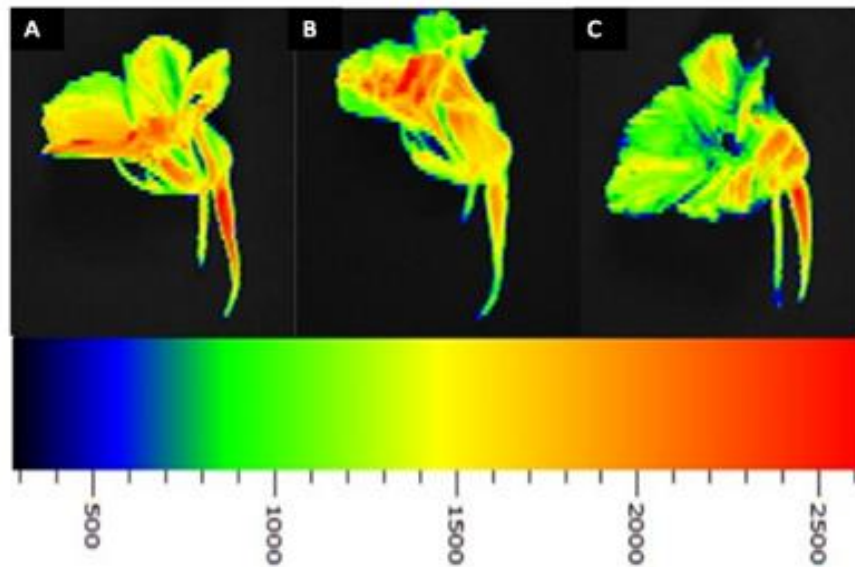
Fonte: Autores (2023).

Assim, verificamos que a intensa visitação no período da manhã, está relacionada, com a maior disponibilidade de substâncias atrativas nas estruturas florais, tendo em vista que a visitação dos polinizadores apresenta uma relação positiva com a produção de néctar (REAL; RATHCKE, 1991; BARBOSA *et al.*, 2016). Portanto, a disponibilidade de recursos declina durante o dia, entretanto as abelhas mantêm o forrageio nas flores, mas de forma menos intensa (LORENZON *et al.*, 2003).

As abelhas visitantes utilizam principalmente a radiação UV para a sua visão na identificação das flores, orientação em relação ao sol e controle da sua posição durante o voo (BLACQUIÈRE *et al.*, 2006; REIS, 2019). Além de serem capazes de adaptarem a sua visão à alteração da proporção da emissão de UV no espectro de luz (DYER; CHITTKA, 2004).

As flores emitem fluorescência em um espectro de cor que os insetos visualizam como amarelo, verde, azul e as combinações destas pelo modelo (RGB) (CHITTKA *et al.*, 1994; SRINIVASAN, 2010; IBARRA *et al.*, 2014). O mesmo foi observado em nossos testes de fluorescência pelo FluorCam, em que as flores de *T. majus* de cor laranja e amarela emitiram uma fluorescência de cor laranja e azul em diversas partes das flores, enquanto que nas flores de cor vermelha apresentou essas emissões a sua predominância era de fluorescência de cor verde (Figura 1).

Figura 1 - Teste de Fluorescência utilizando o fluorímetro de imagens (FluorCam), quanto a fluorescência da clorofila-a em diferentes colorações da corola de *Tropaeolum majus*. A) Laranja; B) Amarela; C) Vermelha.



Fonte: Autores (2023).

Tendo em vista que independente do papel como polinizador ou pilhador, as abelhas visitam preferencialmente flores de coloração amarela e laranja, sendo que essa preferência é devida as suas habilidades sensoriais, que de acordo com o modelo tricromático de Hymenoptera proposto por Chittka *et al.* (1994), superfícies amarelas e laranja são mais visíveis e contrastam com o verde da vegetação ao fundo, portanto as flores de coloração vermelha se encontram na periferia do espectro visual das abelhas. As flores de coloração vermelha são menos percebidas no espaço óptico das abelhas, por se assemelharem mais ao verde da folhagem como fundo. Entretanto, como as flores de coloração vermelha se assemelham as folhagens verdes, permitem que as flores de coloração amarela e laranja se destaquem e sejam melhores percebidas pelos fotorreceptores das abelhas (MELO *et al.*, 2018).

Os compostos bioativos presentes em plantas com flores, como os carotenoides, podem ser influenciados por diversos fatores abióticos, porém, a temperatura e a luminosidade são primordiais para essa influência (QIAN *et al.*, 2016), que pode interferir na abundância de visitas, visto que a alta luminosidade e temperatura favorecem a visita de abelhas (BURRIL; DIETZ, 1981; BARBOSA *et al.* 2016).

Deste modo os carotenoides atuam como antenas auxiliares, absorvendo luz em regiões do espectro visível onde a clorofila não absorve eficientemente, bem como os carotenoides transferem com eficiência a energia absorvida para outros pigmentos (CARDOSO, 1997), estando

relacionados com o processo de defesa das plantas, polinização e na camuflagem contra a prática de herbivoria (ACAMOVIC; BROOKER, 2005; VELDERAIN-RODRIGUEZ *et al.*, 2014).

É importante salientar que novos estudos deverão ser realizados, com o objetivo de analisar quais os metabolitos secundários presentes nas flores de capuchinha e quais comprimentos de ondas são emitidos em função das diferentes colorações, além de verificar se a quantidade desses metabolitos está relacionada com as espécies e a quantidade de abelhas visitantes.

4 Conclusão

Os experimentos comprovaram que a coloração da corola influencia na presença de abelhas visitantes.

O teste de FluorCam comprova que as flores de cor laranja e amarela receberam maior número de visita, pois emitem uma fluorescência que está dentro do campo de visão dos hymenopteros.

A emissão de fluorescência das flores de *T. majus*, explica a alta preferência das abelhas, principalmente as flores de cor laranja e amarela. As flores de cor vermelha foram menos preferidas pelas abelhas ao realizarem suas visitas, pois as flores emitiram uma fluorescência verde, ficando assim em contraste com o verde da vegetação ao fundo, deixando em evidência as flores laranja e amarela.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo ao primeiro autor, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso (FUNDECT) pelo apoio financeiro em estruturas laboratoriais.

Referências

- ACAMOVIC, T.; BROOKER, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, n. 3, p. 403-412, 2005.
- BARBOSA, B. C.; PASCHOALINI, M.; MACIEL, T. T.; PREZOTO, F. Visitantes florais e seus padrões temporais de atividade em flores de *Dombeya wallichii* (Lindl.) K. Schum (Malvaceae). **Entomotópica**, v. 31, n. 16, p. 131-136, 2016.
- BARÔNIO, G. J.; MACIEL, A. A.; OLIVEIRA, A. C.; KOBAL, R. O.; MEIRELES, D. A.; BRITO, V. L. Plantas, polinizadores e algumas articulações da biologia da polinização com a teoria ecológica. **Rodriguésia**, v. 67, n. 2, p. 275-293, 2016.

- BLACQUIÈRE, T.; VAN DER, A. A.; FURNÉE, J.; CORNELISSEN, B.; DONDERS, J. N. L. C. Behaviour of honey bees and bumble bees beneath three different greenhouse claddings. **Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting**, v. 17, p. 93-102, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília, 2010.
- BRITO, V. L. G.; TELLES, F.; LUNAU, K. Ecologia cognitiva da polinização. In: Rech, A. R, Agostini, K, Oliveira, P. E. A. M, Machado, I. C. **Biologia da Polinização**. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural; p. 417-438, 2014.
- BURRILL, R. M.; DIETZ, A. The response of honey bees to variations in solar radiation and temperature. **Apidologie**, v. 12, n. 4, p. 319-328, 1981.
- CARDOSO, S. L. Fotofísica de carotenóides e o papel antioxidante de b-caroteno. **Química Nova**, v. 20, n. 5, p. 535-540, 1997.
- CHITTKA, L.; RAINE, N. E. Recognition of flowers by pollinators. **Current opinion in plant biology**, v. 9, n. 4, p. 428-435, 2006.
- CHITTKA, L.; SHMIDA, A.; TROJE, N.; MENZEL, R. Ultraviolet as a component of flower reflections, and the colour perception of Hymenoptera. **Vision research**, v. 34, n. 11, p. 1489-1508, 1994.
- DEPRÁ, M. S.; GAGLIANONE, M. C. Interações entre plantas e polinizadores sob uma perspectiva temporal. **Oecologia Australis**, v. 22, n. 1, 2018.
- DYER, A. G.; CHITTKA, L. Bumblebee search time without ultraviolet Light. **The Journal of Experimental Biology**, v. 207, n. 10, p. 1683-1688, 2004.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3rd ed. Oxford, ENG: Pergamon Press; 256p. 1979.
- IBARRA, N. H.; VOROBYEV, M.; MENZEL, R. Mechanisms, functions and ecology of colour vision in the honeybee. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 200, n. 6, p. 411-433, 2014.
- LORENZON, M. C. A.; MATRANGOLO, C. A. R.; SCHOEREDER, J. H. Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em Caatinga do Sul do Piauí. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 1, p. 27-36, 2003.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; DE TOLEDO, V. D. A. A.; COUTO, L. A.; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Uso da tela excludora de rainha no alvado e seus efeitos na atividade de coleta e no desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 20, p. 383-386, 1998.
- MALERBO-SOUZA, D, T.; TASINAFO, R. H. Sazonalidade das abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. **Ciência e Cultura**, v. 8, n. 2, p. 49-54, 2012.
- MELO, B. T.; MOTA, T.; SCHLINDWEIN, C.; ANTONINI, Y.; OLIVEIRA, R. Floral colour change in *Byrsonima variabilis* (Malpighiaceae) as a visual cue for pollen but not oil foraging by oil-collecting bees. **The Science of Nature**, v. 105, n. 7-8, p. 46, 2018.

- MOURA, D. C.; PEREIRA, T. M. S.; FARIAS, G. C.; LEITE, J. E. M. Abelhas e espécies melitófilas da mata ciliar do riacho Salgadeira, município de Alcantil, Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 3, p. 392-398, 2018.
- MORÉ, M.; AMORIM, F. W.; BENITEZ-VIEYRA, S.; MEDINA, A. M.; SAZIMA, M.; COCUCCI, A. A. Armament imbalances: match and mismatch in plant-pollinator traits of highly specialized long-spurred orchids. **PLoS One**, v. 7, n. 7, 2012.
- PIERROT, L. M.; SCHLINDWEIN, C. Variation in daily flight activity and foraging patterns in colonies of urucu - *Melipona scutellaris* Latreille (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Zoologia**, 2002: v. 20, n.4, p. 565-571, 2003.
- QIAN, H.; LIU, T.; DENG, M.; MIAO, H.; CAI, C.; SHEN, W. Effects of light quality on main health-promoting compounds and antioxidant capacity of Chinese kale sprouts. **Food chemistry**, v. 196, p. 1232-1238, 2016.
- REAL, L. A.; RATHCKE, B. J. Individual variation in nectar production and its effect on fitness in *Kalmia latifolia*. **Ecology**, v. 72, n. 1, p. 149-155, 1991.
- REIS, M. Podem as abelhas resolver o problema causado pelo excesso de néctar na framboesa? **Revista técnica-científica agrícola**, p. 5-7, 2019.
- ROUBIK, D. W. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press; 514p. 1989.
- SILVA, M. E. P. F.; MUSSURY, R. M.; VIEIRA, M. D. C.; ALVES JUNIOR, V. V.; PEREIRA, Z. V.; SCALON, S. P. Floral biology of *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae) and its relation with *Astylus variegatus* activity (Germar 1824) (Coleoptera: Melyridae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 4, p. 1251-1258, 2011.
- SILVA, M. E. P. F.; MUSSURY, R. M.; SILVESTRE, R.; SCALON, S. P. Q.; BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P. Fauna visiting cultivated populations of *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae). **International Journal of Science**, v. 3, n. 3, 2012.
- SRINIVASAN, M. V. Honey bees as a model for vision, perception, and cognition. **Annual review of entomology**, v. 55, p. 267-284, 2010.
- VELDERRAIN-RODRÍGUEZ, G. R.; PALAFOX-CARLOS, H.; WALL-MEDRANO, A.; AYALA-ZAVALA, J. F.; CHEN, C. O.; ROBLES-SÁNCHEZ, M. Phenolic compounds: their journey after intake. **Food & function**, v. 5, n. 2, p. 189-197, 2014.


CAPÍTULO 2

ABELHAS-DAS-ORQUÍDEAS (Apidae, Euglossini) EM ÁREAS DE CAATINGA DO NORDESTE BRASILEIRO


ORCHID BEES (Apidae, Euglossini) IN CAATINGA AREAS OF NORTHEAST BRAZIL.

Eduardo Alves de Souza 


Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica/RJ, Brasil
*Autor correspondente: eduardo-braz97@hotmail.com

Lucas Carvalho Soares 

Departamento de Agronomia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alegre/ES, Brasil

Airton Torres Carvalho 

Departamento de Biociências da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró/RN, Brasil

 DOI: 10.52832/wed.43.302



RESUMO

As abelhas Euglossini são amplamente distribuídas nos neotrópicos, mas pouco conhecidas nas áreas de florestas secas de Caatinga no Semiárido brasileiro. Assim, objetivou-se identificar as abelhas-das-orquídeas em duas áreas de Caatinga em Mossoró/RN. Os machos foram amostrados mensalmente entre junho/2018 a maio/2020 em área seminatural na estação experimental da UFERSA e no Espaço ASA, área de restauração ambiental na zona urbana de Mossoró/RN. As coletas aconteceram de 7h às 11h, utilizando armadilhas tipo PET. Eucaliptol, eugenol e vanilina foram as fragrâncias utilizadas. Os machos capturados foram aprisionados, sacrificados e depositados na Coleção ASA da UFERSA, onde foram identificadas as espécies. Foram amostrados 596 machos de Euglossini nas duas áreas, distribuídos em três gêneros e quatro espécies. Na trilha natural, registrou-se 327 indivíduos e 4 espécies. No Espaço ASA foram amostrados 269 machos de 3 espécies. Os resultados deste estudo contribuíram com novos registros de ocorrência de espécies de Euglossini em áreas de Caatinga.

Palavras-chave: Riqueza. Iscas-odoríferas. Florestas secas. Semiárido.

ABSTRACT

The Euglossini bees are widely distributed in Neotropics but poorly known in the areas of Brazilian dry forest, Caatinga, semiarid region. The aim of this study was to identify orchid bees in two Caatinga areas in Mossoró/RN. The males were sampled monthly from June 2018 to May 2020 in a seminatural area at the experimental station of UFERSA and in Espaço ASA, an area of restoration in the urban zone of Mossoró/RN. Collections were conducted from 7 a.m. to 11 a.m. using bottle PET traps baited with eucalyptol, eugenol, and vanillin as attractants. The captured males were immobilized, sacrificed, and deposited in the ASA Collection of UFERSA, where species were identified. A total of 596 Euglossini males were sampled in the two areas, belonging to three genera and four species. In the natural trail, 327 individuals and four species were recorded. In Espaço ASA, 269 males of three species were sampled. The results of this study provided new occurrence records of Euglossini species in Caatinga areas.

Keywords: Richness. Scented baits. Dry forests. Semiarid.

1 Introdução

Euglossini (Hymenoptera, Apidae) é uma tribo de abelhas composta por cerca de 240 espécies, dividida em cinco gêneros, sendo estes: *Aglae* Lepelletier & Serville, 1825 e *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817, cleptoparasitas; *Eulaema* Lepelletier, 1841, *Eufrisea* Cockerel, 1908 e *Euglossa* Latreille, 1802, que são gêneros de vida livre (MOURE, 1967; SILVEIRA *et al.*, 2002; FARIA; MELO, 2020).

O grupo é predominantemente neotropical, sendo encontradas desde o sul dos Estados Unidos ao Norte da Argentina, distribuído em diversos ecossistemas, principalmente em florestas tropicais úmidas (NEMÉSIO, 2009), mas presente também em florestas sazonalmente secas (LOPES *et al.*, 2007). Os países com maior número de espécies conhecidas são Brasil, com aproximadamente 113 espécies, seguido da Colômbia, com 110 espécies (RAMÍREZ *et al.*, 2002).

Os machos de Euglossini coletam fragrâncias de fontes florais e não florais, armazenam no órgão tibial, que fica localizado nas tíbias posteriores. As fragrâncias são utilizadas nas atividades de acasalamento. O nome “abelhas-das-orquídeas” surgiu a partir das descrições do mutualismo

com plantas da família Orchidaceae. Estima-se que cerca de 700 espécies de orquídeas desenvolveram um conjunto de características (e.g. produção de odores voláteis) que atraem machos de Euglossini e possibilitam a transferência dos polinários entre flores (RAMÍREZ, 2019).

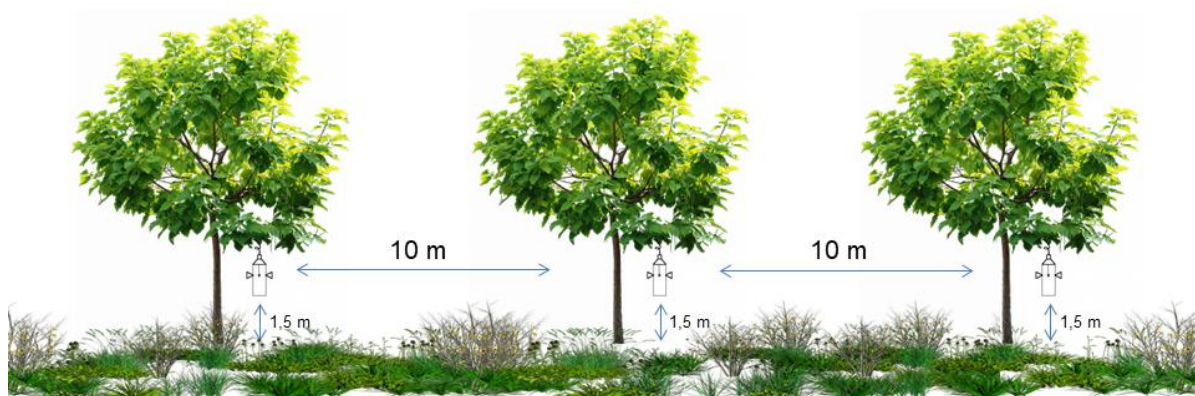
O uso de standards sintéticos de fragrâncias voláteis produzidas por flores tornou-se uma forma simples de amostrar esse grupo de abelhas (DODSON *et al.*, 1969). O presente trabalho teve como objetivo descrever a fauna de abelhas-das-orquídeas (Apidae, Euglossini) em fragmento natural de Caatinga e uma área na zona urbana, em Mossoró/RN quanto à sua composição, riqueza e abundância de espécies, comparando-as.

2 Material e Métodos

Os machos das abelhas-das-orquídeas foram amostrados mensalmente, no período de junho de 2018 a maio de 2020 em duas áreas do município de Mossoró/RN, a saber: i) fragmento de Caatinga preservado na Estação Experimental Rafael Fernandes, localizada no sítio Alagoinha; e ii) em área de restauração ambiental de Caatinga na zona urbana, denominado de Espaço ASA (Abelhas Semiárido), situado no *campus* Oeste da UFERSA. As coletas aconteceram entre às 7h e 11h, por caracterizar o período do dia com maior atividade dos machos na coleta de fragrâncias (ARMBRUSTER; McCORMICK, 1990).

Foram utilizadas trinta armadilhas confeccionadas de garrafas plásticas instaladas a 1,5 m do solo e espaçamento de 10 m entre armadilhas (Figura 1), conforme método descrito por Guimarães-Brasil *et al.* (2017). Foram utilizadas dez armadilhas para cada fragrância utilizada no estudo. Eucaliptol, eugenol e vanilina foram as três fragrâncias selecionadas como iscas-odores, visto que são amplamente utilizadas em levantamentos e conseguem ser atrativas para a maioria dos machos de Euglossini (NEVES; VIANA, 1999; BEZERRA; MARTINS, 2001; BRITO; RÊGO, 2001; SOFIA; SUZUKI, 2004; GUIMARÃES-BRASIL *et al.*, 2017). Mensalmente, na trilha natural e no Espaço ASA, foram instaladas as trinta armadilhas para coleta dos machos de Euglossini. As trinta armadilhas foram previamente abastecidas antes de serem conduzidas ao campo, para tornar a coleta mais eficiente e as vistorias nas armadilhas para coleta das abelhas e guardar as fragrâncias artificiais acontecerão a cada duas horas (entre 7h às 11h).

Figura 1 - Disposição das armadilhas tipo PET para amostragem dos machos de abelhas-das-orquídeas (Hymenoptera, Euglossini) em áreas de Caatinga de Mossoró/RN.



Fonte: adaptada de: <<https://www.lacremania.com.br/2014/04/png-jardim-e-arvores.html>>. Acesso em: 15 de fev. de 2023.

Os machos capturados foram aprisionados em câmara mortífera contendo acetato de etila, transferidos para coletores identificados e conduzidos ao Laboratório de Ecologia Comportamental (BeeLab/UFERSA) para montagem em alfinetes entomológicos para identificação. A licença de coleta para realização desse estudo está registrada sob nº 66382-2 SISBIO – ICMBIO. Os machos que estiverem sobrevoando as armadilhas no momento da vistoria foram capturados com rede entomológica. O material coletado está depositado na Coleção ASA do Espaço ASA, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró/RN. Utilizou-se o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') para estimar a diversidade de espécies de abelhas-das-orquídeas no levantamento com isca odorífera (MAGURRAN, 2011). Esse índice expressa a proporção de indivíduos em relação ao total da amostra e a riqueza de espécies.

3 Resultados e Discussão

Foram amostrados 596 machos de Euglossini nas duas áreas, distribuídos em três gêneros e quatro espécies. Na trilha natural, registrou-se a ocorrência de 327 indivíduos e quatro espécies. No Espaço ASA foram amostrados 269 machos de três espécies (Tabela 1). O índice Shannon-Wiener (H') apontou maior diversidade para a trilha natural, que foi equivalente a 1,0. O índice de dominância (D), por sua vez, apresentou comportamento oposto ao da diversidade: maior no Espaço ASA (0,914) e menor na área trilha natural (0,4144). O valor alto no índice de dominância para a fauna do Espaço ASA muito provavelmente foi causado pela grande predominância da espécie *Euglossa cordata*.

Tabela 1 - Composição, riqueza e abundância de espécies de abelhas-das-orquídeas (Apidae, Euglossini) na Trilha Natural e no Espaço ASA, em Mossoró/RN.

Espécies	Trilha Natural	Espaço ASA	Total
<i>Eufriesea nordestina</i> (Moure, 1999)	177	3	180
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus, 1758)	107	257	364
<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Moure, 1968	4	0	4
<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepelletier, 1841	39	9	48
Total de indivíduos	327	269	596

Fonte: Autores (2023).

Eufriesea nordestina (MOURE, 1999) foi a espécie mais abundante no fragmento de Caatinga, enquanto que *Euglossa (Euglossa) cordata* (LINNAEUS, 1758) apresentou maior número de indivíduos na área urbana. *Euglossa (Euglossa) fimbriata* Moure, 1968 foi reportada pela primeira vez nesse estudo para áreas de mata aberta na Caatinga, ocorrendo apenas na trilha. *Eulaema (Apeulaema) nigrita* Lepelletier, 1841 ocorreu nas duas áreas.

O número de espécies de Euglossini para as duas áreas está dentro do que é esperado para áreas de Caatinga, entre duas e cinco espécies (CARNEIRO *et al.*, 2018). A compreensão da diversidade e distribuição das espécies de abelhas na da Caatinga ainda é pouco conhecida (ZANELLA, 2000), muito devido as limitações de amostragens padronizadas de melissofauna em habitats específicos, remanescentes naturais de tipos diferentes de vegetação e áreas de endemismo de plantas na Caatinga (PINHEIRO-MACHADO *et al.*, 2006).

4 Conclusão

Os resultados deste estudo foram característicos de fauna de Euglossini em áreas de Caatinga quanto à baixa riqueza de espécies. Contudo, é importante destacar a abundância alta dos machos de abelhas-das-orquídeas nos dois anos de coleta. O presente estudo contribui com novos registros de ocorrência de espécies de Euglossini em novas áreas de Caatinga, um ecossistema com informações limitadas quanto à sua riqueza e distribuição geográfica das espécies. Esse é o primeiro registro de *Euglossa fimbriata* em áreas de Caatinga.

Referências

- ARMBRUSTER, W. S.; MCCORMICK, K. D. Diel foraging patterns of male euglossine bees: ecological causes and evolutionary responses by plants. **Biotropica**, p. 160-171, 1990.
- BEZERRA, C. P.; MARTINS, C. F. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 823-835, 2001.

- BRITO, C. M. S.; RÊGO, M. M. C. Community of male Euglossini bee (Hymenoptera: Apidae) in a secondary forest. Alcântara, MA, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 61, n. 4, p. 631-638, 2001.
- CARNEIRO, L. S. *et al.* Orchid bees (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in seasonally dry tropical forest (Caatinga) in Brazil. **Sociobiology**, v. 65, n. 2, p. 253-258, 2018.
- DODSON, C. H.; DRESSLER, R. L.; HILLS, H. G.; ADAMS, R. M.; WILLIAMS, N. H. Biologically Active Compounds in Orchid Fragrances: Function of natural plant products in orchid flower odors and the attraction of specific pollinators are described. *Science*, v. 164, n. 3885, p. 1243-1249, 1969.
- FARIA, L. R. R.; MELO, G. A. R. **Orchid Bees (Euglossini)**. In: STARR, C. K. *Encyclopedia of Social Insects*. Berlin: Springer, p. 1-6, 2020.
- GUIMARÃES-BRASIL, M. O.; BRASIL, D. F.; MAHLMANN, T.; SOUZA, E. A. Fauna de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) de um fragmento de Mata Atlântica do Alto Oeste Potiguar, Rio Grande do Norte. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, p. 596-601, 2017.
- LOPES, A. V.; MACHADO, I. C.; AGUIAR, A. V.; REBÊLO, J. M. M. A scientific note on the occurrence of Euglossini bees in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Apidologie**, v. 38, p. 472-473, 2007.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, v. 261, 2011.
- MOURE, J. S. A check-list of the known euglossine bees (Hymenoptera, Apidae). **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**, v. 5, p. 395-415, 1967.
- NEMESIO, A. Orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of the Brazilian Atlantic Forest. **Zootaxa**, v. 2041, n. 1, p. 1-242-1-242, 2009.
- NEVES, E. L.; VIANA, B. F. Comunidade de machos de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) das matas ciliares da margem esquerda do médio rio São Francisco, Bahia. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, p. 201-210, 1999.
- PINHEIRO-MACHADO, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; KLEINERT, A. M. P.; SILVEIRA, F. A. Brazilian bee surveys: state of knowledge, conservation and sustainable use. In: KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**. 2. ed. Brasília: MMA, 2006.
- RAMÍREZ, S.; DRESSLER, R. L.; OSPINA, M. Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de espécies con notassobre su biología. **Biota colombiana**, v. 3, n. 1, p. 7-118, 2002.
- RAMÍREZ, S. Pollinator specificity and seasonal patterns in the euglossine bee-orchid mutualism at La Gamba Biological Station. **Acta ZooBot Austria**, v. 156, p. 171-181, 2019.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Editora Composição e Arte. 253 p., 2002.

SOFIA, S. H.; SUZUKI, K. M. Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 6 p. 693-702, 2004.

ZANELLA, F. C. V. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. **Apidologie**, v. 31, n. 5, p.579-592, 2000.

CAPÍTULO 3

DECLÍNIO DE ABELHAS (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) NO BRASIL: REVISÃO


DECLINE OF BEES (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) IN BRAZIL: REVIEW

Matheus Silva Racca Fernandes 

Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde (LEAS)/Instituto Oswaldo Cruz
*matheusraccafernandes@gmail.com

Zeneida Teixeira Pinto 

Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde (LEAS)/Instituto Oswaldo Cruz

 DOI: 10.52832/wed.43.303



RESUMO

A polinização é um serviço de grande valor que promove benefícios para os setores econômicos, sociais e ambientais. As abelhas são os principais agentes envolvidos neste processo. No entanto, a densidade populacional de abelhas vem sendo ameaçada nas últimas décadas, frente a diversos agentes estressores. Para a coleta de dados sobre o tema foi realizado um levantamento bibliográfico prévio, entre janeiro de 2023 a junho de 2023, com o intuito de recolher informações preliminares, delimitar o tema e auxiliar na fundamentação teórica. Para tal, foram usados livros e artigos acadêmicos disponíveis online em sites e revistas de divulgação científica. Foram encontradas um total de 40 publicações referentes ao assunto, utilizando um total de 33 revistas diferentes como referência para a montagem do estudo. Diante das análises e revisões feitas com 40 estudos publicados entre o período de 2000 a 2022, concluiu-se que a queda populacional de abelhas é um fenômeno notável em todas as regiões do país. Contudo, em relação aos efeitos ambientais e econômicos, de modo geral, grande parte dos estudos demonstraram-se limitados com relação as consequências de médio a longo prazo nos demais setores, principalmente no âmbito ambiental que depende fortemente do serviço polinizador.

Palavras-chave: Artrópode. Biodiversidade. Conservação Ambiental. Polinização.

ABSTRACT

Pollination is a service of great value that promotes benefits for the economic, social and environmental sectors. Bees are the main agents involved in this process. However, the population density of bees has been threatened in recent decades, due to several stressors. For the collection of data on the subject, a previous bibliographical survey was carried out, between January 2023 and June 2023, in order to collect preliminary information, delimit the subject and assist in the theoretical foundation. To this end, academic books and articles available online on websites and scientific journals were used. A total of 40 publications related to the subject were found, using a total of 33 different journals as reference for the study assembly. In view of the analyzes and reviews carried out with 40 studies published between the period 2000 to 2022, it was concluded that the population decline of bees is a notable phenomenon in all regions of the country. However, in relation to the environmental and economic effects, in general, most of the studies proved to be limited in relation to the medium to long-term consequences in other sectors, mainly in the environmental scope, which strongly depends on the pollinator service.

Keywords: Arthropod. Biodiversity. Environmental Conservation. Pollination.

1 Introdução

A polinização é um serviço de valor inestimável que promove benefícios para os setores econômicos, alimentícios, farmacêuticos, bem como para o próprio meio ambiente, garantindo a variabilidade genética, sobrevivência de espécies e equilíbrio ecossistêmico em escala global (SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019). O principal administrador do processo de polinização é a abelha que pertence à ordem Hymenoptera, subgrupo Anthophila, e que corresponde a um grupo bem diversificado de polinizadores economicamente e ecologicamente relevantes (MAGGI *et al.*, 2016).

Contudo, o declínio de abelhas apresenta-se de maneira mais frequente em diversos países do mundo, fato esse que acontece há mais de uma década. Após 1950, todos os continentes relataram um declínio acentuado na riqueza de espécies de abelhas (ZATTARA; AIZEN, 2021). Nos últimos 60 anos, a expansão agrícola correlacionada com o uso de fertilizantes químicos e

pesticidas, remoção de habitats naturais e de sistemas naturais de drenagens e as mudanças climáticas são julgados como principais agentes envolvidos no declínio populacional de abelhas e de insetos de modo geral (DÖHLER; PINA, 2017; CHAGAS *et al.*, 2019; NUNES *et al.*, 2021; LEWINSOHN *et al.*, 2022).

Diante disso, estudos que consistem na avaliação dos impactos e consequências em frente a este fenômeno negativo no meio ambiente e na economia são altamente relevantes para ressaltar a importância que os insetos possuem na manutenção de um ecossistema saudável. Portanto, o presente estudo teve como objetivo principal determinar os principais efeitos para a biodiversidade de espécies nativas e para a agroeconomia entre 2000 e 2022 no Brasil.

2 Material e Métodos

Para a coleta de dados sobre o tema foi realizado um levantamento bibliográfico prévio, entre janeiro de 2023 a junho de 2023, com o intuito de recolher informações preliminares, delimitar o tema e auxiliar na fundamentação teórica. Para tal, foram usados livros e artigos acadêmicos disponíveis online em sites e revistas de divulgação científica, reunindo e comparando os diferentes dados obtidos nas fontes que foram consultadas.

Como critérios para avaliação, seleção e inclusão de artigos, livros, teses e monografias publicadas, foram utilizados: publicações indexadas no Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO); publicações correlacionadas com o assunto; estudos nacionais e internacionais publicados em periódicos dentro do período definido de 2000 a 2022. Foram utilizados descritores em idioma português e inglês com o intuito de ampliar os resultados da pesquisa bibliográfica, dentre eles: declínio de abelhas no Brasil, *bee decline Brazil*, *bee decline*, *beekeeper economy Brazil*, *Anthophila population*, *Anthophila diversity*, consequências, *consequences of bee decline*.

Com relação aos critérios de seleção de artigos, foram adotados dois aspectos principais: I) Fatores impulsionadores do declínio populacional de abelhas nativas; II) Os efeitos ambientais e econômicos causados pelo declínio populacional.

3 Resultados e Discussão

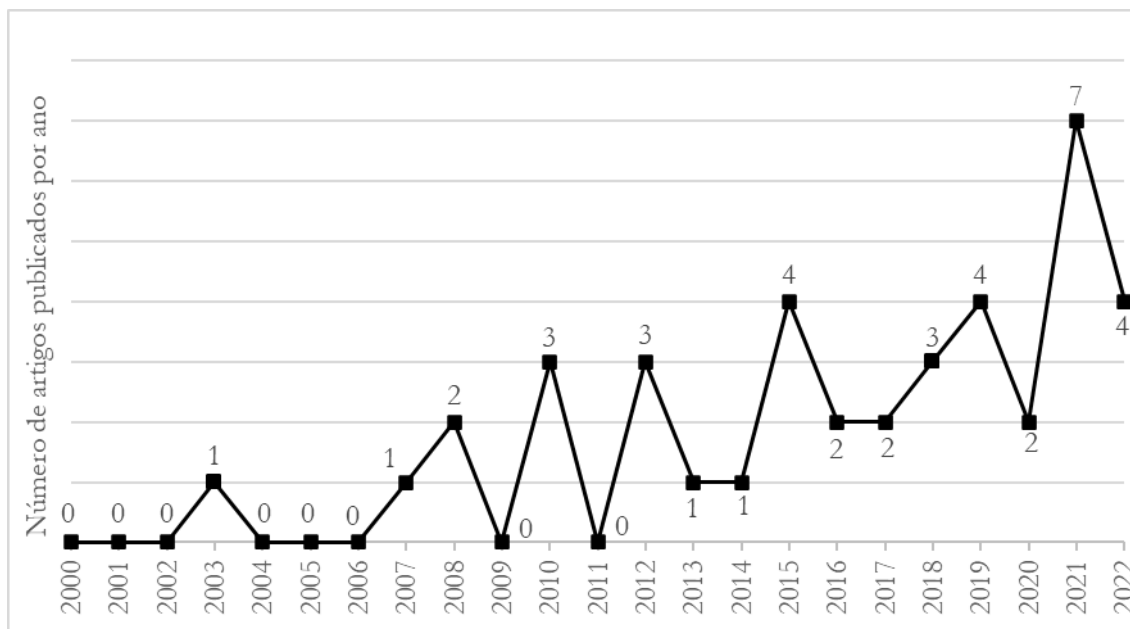
Foram encontrados um total de 40 publicações, sendo 39 de artigos científicos e 1 de livro. Foram utilizados um total de 33 revistas diferentes como referência para a montagem do estudo (Tabela 1). Durante o período de 2000 a 2022, o número de publicações se tornou mais frequentes apenas a partir de 2012 (Figura 1), mantendo a média de um estudo publicado anualmente. Os anos de 2015, 2019, 2021 e 2022 se destacaram como os anos mais produtivos.

O Brasil foi o país sul-americano que mais declinou quantitativamente com relação a populações de abelhas silvestres e domésticas, apresentando redução em todas as regiões do país. Por conta da alta demanda mundial de exportação de alimentos e outros nutrientes que necessitam da polinização, o uso de agrotóxicos aumentou principalmente no último século para suprir as necessidades humanas, e este, é determinado como o principal agente causador do declínio de abelhas (ELIAS *et al.*, 2017; CARDOSO; GONÇALVES, 2018; CASTILHOS *et al.*, 2019).

Tabela 1 - Número de artigos por revista disponíveis online sobre o declínio populacional de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) no Brasil e seus efeitos ambientais e econômicos, no período de 2000 a 2022.

Revistas	Nº de artigos por revista
<i>Apidologie</i>	4
Scientia Plena	3
<i>Urban Ecosystems</i>	2
<i>Journal of Invertebrate Pathology</i>	2
Pesquisas, Botânica	1
Revista Eletrônica Científica Da UERGS	1
<i>Brazilian Journal of Animal and Environmental Research</i>	1
<i>Brazilian Journal of Biology</i>	1
Ciência Rural	1
Caderno Intersaberes	1
<i>Insects</i>	1
<i>Agriculture, Ecosystems & Environment</i>	1
<i>Science</i>	1
<i>Journal of Agriculture Science</i>	1
<i>PLOS Pathogens</i>	1
<i>Ecotoxicology</i>	1
<i>Landscape Ecology</i>	1
<i>Ecological Modelling</i>	1
<i>International Union for the Study of Social Insects</i>	1
<i>Biology Letters</i>	1
<i>Regional Environmental Change</i>	1
Zoologia (Curitiba)	1
<i>Ecosystems & Environment</i>	1
JHU press	1
<i>Research, Society and Development</i>	1
Embrapa, São Paulo	1
<i>Biological conservation</i>	1
<i>Journal of Toxicology and Environmental Health</i>	1
Biota Neotropica	1
Revista Brasileira de Entomologia	1
PLOS ONE	1
<i>One Earth</i>	1
Caderno Setorial ETENE	1

Figura 1- Número de artigos publicados por ano sobre o declínio populacional de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) no Brasil e seus efeitos ambientais e econômicos, no período de 2000 a 2022.



Fonte: Autores (2023).

3.1 Efeitos ambientais

Durante as últimas duas décadas, as angiospermas foram um dos principais grupos vegetais mais atingidos pela redução dos serviços prestados pelas abelhas devido à alta dependência do serviço polinizador que este grupo possui (BERINGER *et al.*, 2019). De acordo com outros estudos, a fauna de diferentes grupos vegetais, com destaque para as gimnospermas, também declinou em outras regiões do país, porém, não se concluiu que esta queda esteja relacionada com a queda de abelhas silvestres (FERREIRA *et al.*, 2015).

O bioma Mata Atlântica foi o que mais sofreu redução com relação a biodiversidade de angiospermas por conta da queda de abelhas no ambiente natural, além do próprio impacto antrópico que já vem ocorrendo com este bioma (FERREIRA *et al.*, 2015). Em contrapartida, outros estudos sugerem que os impactos na vegetação floral do bioma Cerrado foi o mais proeminente, sugerindo um acentuado declínio de abelhas selvagens nesta região (DE SOUSA *et al.*, 2022; ALMEIDA *et al.*, 2022).

Contudo, a urbanização aparentou ser o agente principal em termos de perda de habitats naturais para as abelhas. A riqueza de espécies diminuiu acima de 40% nos últimos anos por conta do aumento de áreas pavimentadas e destruição de áreas consideradas ideais para a sobrevivência de abelhas (CARDOSO; GONÇALVES, 2018). Outros estudos sugerem que a baixa disponibilidade de locais para nidificação também é agravante diante do crescimento urbano.

Porém, vale apontar que os mesmos estudos identificaram uma alta frequência de abelhas em estados altamente antropizados (como no Rio de Janeiro e Espírito Santo), sugerindo uma razoável adaptabilidade de alguns grupos em ambientes urbanizados (DE ARAUJO; WITT, 2020; PEREIRA *et al.*, 2021; LIMA DOS SANTOS *et al.*, 2021).

3.2 Efeitos econômicos

No período entre 2013 e 2019, foi detectada a perda acima de 50% de colônias em todo território nacional (CASTILHOS *et al.*, 2021). A região Sul foi a que apresentou o maior número de perdas (67,6%) durante esse período, seguida pela região Sudeste (63,5%), Centro Oeste (57,5%) e Norte/Nordeste (54,5%). O estado de São Paulo, uma das principais referências na atividade apícola e onde concentra-se um dos maiores números de colônias, foi o estado no qual apresentou o maior número de ocorrências de declínio de colônias (CASTILHOS *et al.*, 2019).

Para 47% dos apicultores, a intensificação da agricultura, em conjunto com o uso de pesticidas, foi considerada uma das principais causas no declínio de colônias pelas demais regiões do país (CASTILHOS *et al.*, 2021). Ademais, há de se ressaltar que o cenário exacerbado de perdas pode aumentar nos próximos anos por conta das novas medidas adotadas pela legislação brasileira, possibilitando utilizar um maior número de agrotóxicos nas culturas cultivadas (NUNES *et al.*, 2021). Por conseguinte, é de suma importância que em estudos futuros abordem uma nova avaliação do número de colônias por regiões com o intuito de analisar os efeitos econômicos e produtivos causados mediante ao maior número de agrotóxicos presentes em culturas.

Apesar da clara evidência de declínio de colônias em todo o Brasil, a produção de mel em escala nacional aumentou entre o período de 2011 a 2019. De acordo com os dados, a região Sul continua respondendo pelo maior volume de mel produzido no país, a região Nordeste encontra-se em segundo lugar e em seguida as regiões Sudeste, Centro oeste e Norte nesta ordem (VIDAL, 2021).

Como a região Nordeste demonstrou o menor percentual de queda de colônias, sendo a menos atingida pelos efeitos dos agrotóxicos, o crescimento da produtividade de mel nesta região indicou estar alinhada com os fatores relatados por Castilhos *et al.* (2019), entretanto, o fato das regiões Sul e Sudeste não apresentarem um declínio no setor produtivo de mel durante o mesmo período de perdas de mais da metade das colônias não corroboraram com os dados apresentados por Vidal (2021). Podendo ser considerado como um indicativo de sucesso nas medidas econômicas adotadas durante o período de quedas de colônias na região.

4 Considerações finais

Diante das análises feitas, conclui-se que a queda populacional de abelhas é claramente notável em todas as regiões do país por conta de diversos obstáculos antrópicos presentes no Brasil, reforçando ainda mais a necessidade da realização de análises mais profundas no tocante a biodiversidade de abelhas em estudos posteriores.

A partir de uma clara evidência de declínio das abelhas, o cenário econômico brasileiro não se impactou de maneira tão acentuada durante as duas últimas décadas, demonstrando que as estratégias produtivas adotadas se sobrepuseram diante do cenário negativo de perda de colônias em culturas cultivadas. Entretanto, é importante salientar, que as perdas de colônias se demonstraram mais evidentes durante a última década, podendo ser um potencial ameaça para a economia brasileira nos próximos anos.

Contudo, em relação aos efeitos ambientais e econômicos de modo geral, grande parte dos estudos demonstraram-se limitados com relação as consequências de médio a longo prazo nos demais setores, principalmente no âmbito ambiental que depende fortemente do serviço polinizador. Há de ressaltar que seria de grande interesse que novos estudos abordassem análises mais profundas também sobre a dinâmica das comunidades de abelhas existentes em frente aos obstáculos antrópicos e ecológicos, assim como, quais serão seus impactos para a humanidade e para o meio ambiente.

Referências

- ALMEIDA, A. G. S. *et al.*; Temporal distribution of floral resources for bees in an urban environment in northeastern Brazil. **Pesquisas, Botânica**. 2022.
- BERINGER, J. *et al.*; O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras. **Revista Eletrônica Científica Da UERGS**, v. 5, n. 1, p. 18-27, 2019. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.51.18-27>
- CARDOSO, M.C.; GONÇALVES, R.B.; Reduction by half: the impact on bees of 34 years of urbanization. **Urban Ecosystems** 21, 943–949. 2018. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0773-7>
- CASTILHOS, D. *et al.*; Bee colony losses in Brazil: a 5-year online survey. **Apidologie** 50, 263–272. 2019. <https://doi.org/10.1007/s13592-019-00642-7>
- CASTILHOS, D. *et al.*; Honey bee colony losses in Brazil in 2018-2019. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 4, p. 5017-5041, 2021.
- CHAGAS, D. B. *et al.*; Viruses that affect *Apis mellifera* and their occurrence in Brazil. **Ciência Rural**, 49. 2019.

DE ARAUJO, S.; WITT, N. G. D. P. M.; Abelhas nativas e a sua adaptabilidade ao ambiente urbano. **Caderno Intersaberes**, 9(20). 2020.

DE SOUSA, F. G. *et al.*; A cobertura e a fragmentação do habitat natural per se influenciam a riqueza de espécies de abelhas-das-orquídeas em paisagens agrícolas no Cerrado brasileiro. **Apidologie**, v. 53, n. 2, p. 20. 2022.

DÖHLER, T. L.; PINA, W. D. A. C.; Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes florais do sabiá (*Mimosa Caesalpiniiifolia* Benth.) em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. **Scientia Plena**, 13(8). 2017. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.088001>

ELIAS, M. A. *et al.*; Climate change threatens pollination services in tomato crops in Brazil. **Agriculture, ecosystems & environment**, 239, 257-264. 2017.

FERREIRA, P. A. *et al.*; Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. **Landscape Ecology** 30, 2067–2078. 2015. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0231-3>

LEWINSOHN, T. M. *et al.*; Insect decline in Brazil: an appraisal of current evidence. **Biology Letters**. 18: 20220219. 2022. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2022.0219>

LIMA DOS SANTOS, S. J. *et al.*; A fauna de abelhas sem ferrão em áreas urbanas: 50 anos de estudos e prioridades de pesquisa no Brasil. **Scientia Plena**, 16(12). 2021. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.128001>

MAGGI, M. *et al.*; Honeybee health in South America. **Apidologie**, 47(6), 835–854. 2016. doi: <https://doi.org/10.1007/s13592-016-0445-7>

NUNES, A. *et al.*; The influence of recent Brazilian policy and legislation on increasing bee mortality. **Research, Society and Development**, 10(4), e36910414157-e36910414157. 2021.

PEREIRA, F. W. *et al.*; Bee surveys in Brazil in the last six decades: a review and scientometrics. **Apidologie**, 52(6), 1152-1168. 2021.

SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A.; Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological conservation**, 232, 8-27. 2019.

VIDAL, M. D. F.; Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial ETENE**. 2021.

ZATTARA, E. E.; AIZEN, M. A.; Worldwide occurrence records suggest a global decline in bee species richness. **One Earth**, 4(1), 114-123. 2021.

CAPÍTULO 4

DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EM FITOFISIONOMIA DE VEREDA, EM ALDEIAS ALTAS, MARANHÃO, BRASIL

DIVERSITY OF ANTS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) IN PHYTOPHYSIOGNOMY OF VEREDA, IN ALDEIAS ALTAS, MARANHÃO, BRAZIL

Claiane da Silva Pereira 

Instituição/Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

*Autor correspondente: claianesilva22@gmail.com

Naira de Oliveira Damasceno 

Instituição/Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Carlos Evangelista Pereira Lima 

Instituição/Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Luiza Carla Barbosa Martins 

Instituição/Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

 DOI: 10.52832/wed.43.304

RESUMO

As formigas são insetos com uma grande diversidade e distribuição geográfica, elas habitam os mais variados ambientes e são facilmente amostradas. Devido à perda constante de biodiversidade que o bioma Cerrado vem sofrendo, diante das inúmeras ações provocadas pelo homem, é extremamente necessário a realização de levantamentos que propiciem a construção de conhecimento sobre a diversidade de formigas em áreas de vereda. Diante disso, o estudo teve por objetivo avaliar a diversidade de formigas em área de vereda no município de Aldeias Altas-MA. A área foi dividida em três parcelas amostrais (borda, 250m e 500m). Os espécimes foram coletados utilizando-se armadilhas *pitfall* e arbórea. Com isso, o trabalho obteve um total de 3.590 espécimes, sendo estes distribuídos em 51 espécies, 24 gêneros, 10 tribos e 8 subfamílias. As subfamílias mais amostradas foram: Myrmicinae, Formicinae e Ponerinae, e os gêneros mais amostrados foram *Pheidole* e *Camponotus*. Diante dos dados obtidos, concluiu-se que a fitofisionomia de vereda possui uma grande diversidade de formigas, e que estudos como esse contribuem para o aumento do conhecimento sobre a biodiversidade maranhense e brasileira.

Palavras-chave: Cerrado. Insetos. Mirmecofauna.

ABSTRACT

Ants are insects with a great diversity and geographical distribution, they inhabit the most varied environments and are easily sampled. Due to the constant loss of biodiversity that the Cerrado biome has been suffering, in the face of the numerous actions caused by man, it is extremely necessary to carry out surveys that provide the construction of knowledge about the diversity of ants in areas of path. Therefore, the study aimed to evaluate the diversity of ants in a path area in the municipality of Aldeias Altas-MA. The area was divided into three sample plots (edge, 250m and 500m). Specimens were collected using pitfall and tree traps. Thus, the work obtained a total of 3,590 specimens, which were distributed in 51 species, 24 genera, 10 tribes and 8 subfamilies. The most sampled subfamilies were: Myrmicinae, Formicinae and Ponerinae, and the most sampled genera were *Pheidole* and *Camponotus*. In view of the data obtained, it was concluded that the phytophysionomy of vereda has a great diversity of ants, and that studies such as this contribute to the increase of knowledge about the biodiversity of Maranhao and Brazil.

Keywords: Cerrado. Insects. Myrmecofauna.

1 Introdução

As formigas pertencem a ordem Hymenoptera e formam a família Formicidae (SUGUITURU *et al.*, 2015) que é composta por 22 subfamílias, englobando cerca de 16.623 espécies descritas, distribuídas em 503 gêneros (BOLTON, 2023). A região neotropical contém 13 subfamílias, 158 gêneros e 6.583 espécies (ANTWEB, 2023); já o Brasil possui 12 subfamílias, 124 gêneros e 1.656 espécies (ANTWEB, 2023); e o Maranhão registra um total de 279 espécies de formigas, pertencentes a 71 gêneros e 10 subfamílias (PRADO *et al.*, 2019).

As formigas são insetos que estão distribuídos por todo o mundo (BACCARO *et al.*, 2015; FERNÁNDEZ; GUERRERO; DELSINNE, 2019) e no Brasil elas são encontradas em todos os biomas (BACCARO *et al.*, 2015). Além disso, existem várias formas de coleta de formigas que permitem a realização de inúmeros estudos (ANTONIAZZI *et al.*, 2020).

Dentre os biomas brasileiros, o Cerrado é o segundo maior, ocupando boa parte do território, onde sua posição geográfica permite o contato direto com a Amazônia, Caatinga, Pantanal e Mata

Atlântica, além disso, este bioma é formado por várias fisionomias vegetais com ambientes variados, todos esses aspectos são importantes para a manutenção de uma imensa diversidade faunística e florística no bioma (MALHEIROS, 2016).

A fitofisionomia de vereda, uma das formações vegetais do Cerrado, caracteriza-se por serem áreas geralmente úmidas, marcadas pela presença de palmeiras, principalmente o buriti (*Mauritia flexuosa* Mart, 1824) (ANTUNES; CAMINHAS, 2020; MALHEIROS, 2016).

Devido à perda constante de biodiversidade que o bioma Cerrado vem sofrendo, diante das inúmeras ações provocadas pelo homem, é extremamente necessário a realização de levantamentos que propiciem a construção de conhecimento sobre a diversidade de formigas em áreas de vereda. Para tanto, esta pesquisa teve por objetivo avaliar a diversidade de formigas em área de vereda no município de Aldeias Altas-MA.

2 Material e Métodos

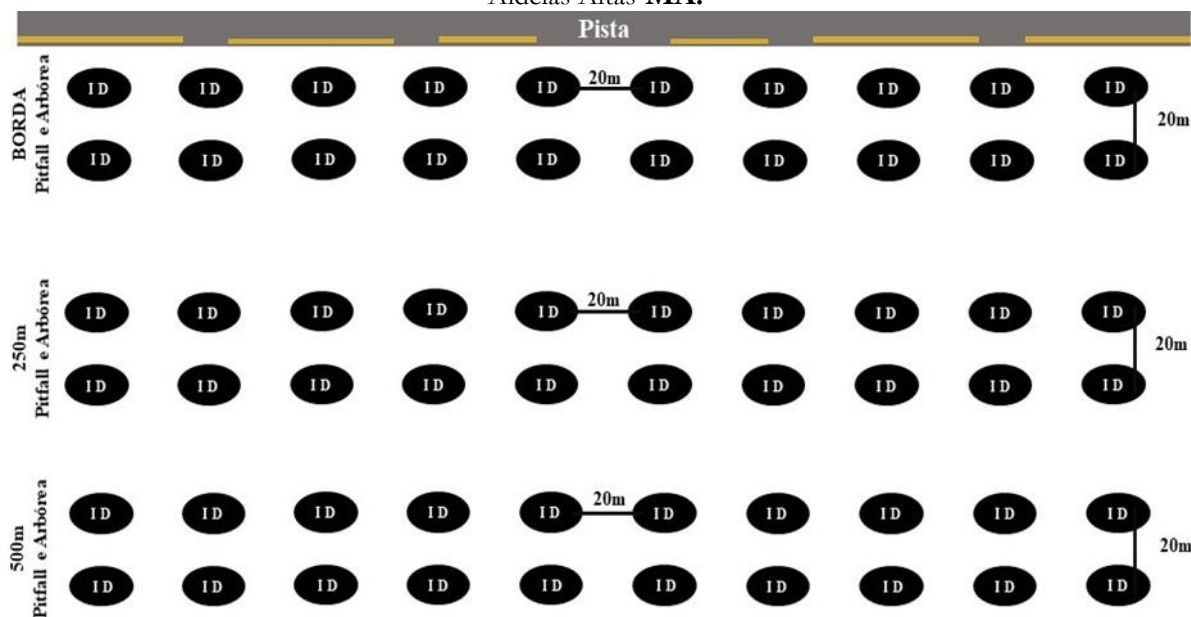
2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado no povoado Tiririca, no município de Aldeias Altas-MA, com coordenadas geográficas 4°42'59.7" S e 43°14'56.0" W. A vegetação florestal é do tipo fitofisionomia de vereda e o clima é tropical.

2.2 Métodos de coleta

A coleta foi realizada sob autorização do SISBio – N° 65044/1. Para a coleta dos espécimes foram utilizadas armadilhas do tipo *pitfall* e arbórea. As armadilhas permaneceram durante 24 horas no campo. A área foi delimitada em três parcelas de amostragem (borda, 250 metros e 500 metros) observadas na figura 1.

Figura 1 - Disposição dos métodos de coletas e distribuição das armadilhas tipo pitfall e armadilhas arbórea, com iscas de mel com sardinha (I) e água com detergente (D) na área do povoado Tiririca, - Aldeias Altas-MA.



Fonte: Autores (2022).

Na primeira parcela as armadilhas foram fixadas paralelamente a borda. Na segunda e na terceira parcela as armadilhas foram dispostas a 250 e 500 metros no sentido borda-interior, respectivamente. Em cada parcela amostral foram colocadas 20 armadilhas do tipo *pitfall* e 20 armadilhas arbóreas, primeiramente foram colocadas sem atrativos (apenas com água e detergente), 24 horas depois foram retiradas e substituídas por armadilhas com atrativos (mel e sardinha), que permaneceram por mais 24 horas na área. Cada parcela foi dividida em dois transectos, com uma distância de 20 metros de um para o outro, totalizando 40 armadilhas por parcela, à distância entre uma armadilha e outra era de 20 metros. A forma como as armadilhas foram dispostas está representada na figura 1.

2.3 Triagem, contagem, montagem e identificação

Após a coleta, as formigas foram conservadas em sacos plásticos contendo álcool 70%, etiquetadas e transportadas ao Laboratório de Mirmecologia (LAMIR) do Centro de Estudos Superiores de Caxias (CESC) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). No laboratório o material foi triado, com o auxílio de lupas estereoscópica e pinças, posteriormente, as formigas foram contadas e montadas em alfinetes entomológicos, pelo método de dupla montagem utilizando-se triângulos de papel cartão e cola branca para a fixação dos espécimes. Os espécimes coletados foram morfotipados e identificados em nível específico com o auxílio da chave taxonômica de Baccaro *et al.* (2015) e por comparação direta com o material de referência da coleção mirmecológica do LAMIR – CESC/UEMA.

2.4 Análise dos dados

Foi construída uma matriz de dados no Software Microsoft Excel, com as informações de identificação dos espécimes coletados. Foi aplicada a análise de diversidade de Shannon-Wiener e similaridade utilizando-se o índice de Jaccard, estas análises foram realizadas no programa PAST (*Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*) versão 3.10 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

3 Resultados e Discussão

O trabalho obteve um total de 3.590 espécimes, sendo estes distribuídos em 51 espécies, 24 gêneros, 10 tribos e 8 subfamílias. A parcela de 500 m se mostrou com a maior quantidade de espécimes coletados, com 1.706 indivíduos; seguida pela parcela borda com 1.435 espécimes; finalizando com a parcela de 250 m contendo 449 espécimes.

Com relação a quantidade de espécies, a parcela de 500 m foi superior, com um total de 35 espécies (epigéicas e arbóreas); seguida pela parcela borda com 32 espécies (epigéicas e arbóreas); por último, a parcela de 250 m com 28 espécies (epigéicas e arbóreas). A parcela de 500 m obteve a maior quantidade de espécies exclusivas, sendo elas: *Azteca* sp1, *Neivamyrmex* sp1, *Camponotus cingulatus* Mayr, 1862, *Camponotus crassus* Mayr, 1862, *Camponotus novogranadensis* Mayr, 1870, *Camponotus sexguttatus* (Fabricius, 1793), *Cephalotes pusillus* (Klug, 1824), *Pheidole* sp5, *Pheidole* sp7, *Pheidole* sp9 e *Anochetus* sp1; na parcela borda as espécies exclusivas foram: *Labidus coecus* (Latreille, 1802), *Gnamptogenys* sp1, *Nylanderia* sp2, *Apterostigma pilosum* Mayr, 1865, *Cyphomyrmex peltatus* Kempf, 1966, *Myrmicocrypta* sp1, *Pheidole* sp8, *Solenopsis saevissima* (Smith, F., 1855), *Pachycondyla harpax* (Fabricius, 1804) e *Pseudomyrmex oculatus* (Smith, F., 1855); e as espécies exclusivas em 250 m foram: *Forelius maranhaoensis* Cuzzo, 2000, *Pheidole* sp6 e *Crematogaster* sp2.

As subfamílias mais amostradas foram: Myrmicinae, com sete gêneros e 21 espécies; Formicinae, com dois gêneros e 11 espécies; e Ponerinae, com cinco gêneros e seis espécies. As outras subfamílias coletadas, em ordem decrescente de amostragem foram: Dolichoderinae, com quatro gêneros e quatro espécies; Ectatomminae, com dois gêneros e quatro espécies; Dorylinae, com dois gêneros e duas espécies; Pseudomyrmecinae, com um gênero e duas espécies; e Paraponerinae, com um gênero e uma espécie.

Fernández e Serna (2019) apontam que as subfamílias Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae e Ponerinae são as maiores subfamílias de Formicidae do mundo, onde Myrmicinae é a mais numerosa, tendo assim maior sucesso na diversidade taxonômica, na distribuição geográfica e na amplitude ecológica. Segundo Borowiec, Moreau e Rabeling (2020) a subfamília

Myrmicinae está distribuída em todo o mundo, sendo encontrada em todos os locais em que as formigas habitam.

A amostragem elevada da subfamília Formicinae justifica-se por esta ser a segunda maior subfamília de Formicidae, sendo distribuída mundialmente (BOROWIEC; MOREAU; RABELING, 2020). Esta subfamília é cosmopolita e seus indivíduos possuem as mais variadas formas de vida, vivendo no solo, na serapilheira, nas árvores, dentre outras estratégias, além disso, são formigas que possuem hábito oportunista, generalista e especialista (FERNÁNDEZ; ORTIZ-SEPÚLVEDA, 2019).

Entre os gêneros amostrados, *Pheidole* foi o que mais abrangeu as espécies coletadas (12 espécies), em sequência estão os gêneros *Camponotus* (8 espécies), *Ectatomma*, *Nylanderia* e *Solenopsis* (3 espécies), *Crematogaster*, *Pachycondyla* e *Pseudomyrmex* (2 espécies), *Dolichoderus*, *Azteca*, *Dorymyrmex*, *Forelius*, *Labidus*, *Neivamyrmex*, *Gnamptogenys*, *Apterostigma*, *Cephalotes*, *Cyphomyrmex*, *Myrmicocrypta*, *Paraponera*, *Anochetus*, *Hypoponera*, *Mayaponera* e *Odontomachus* (1 espécie).

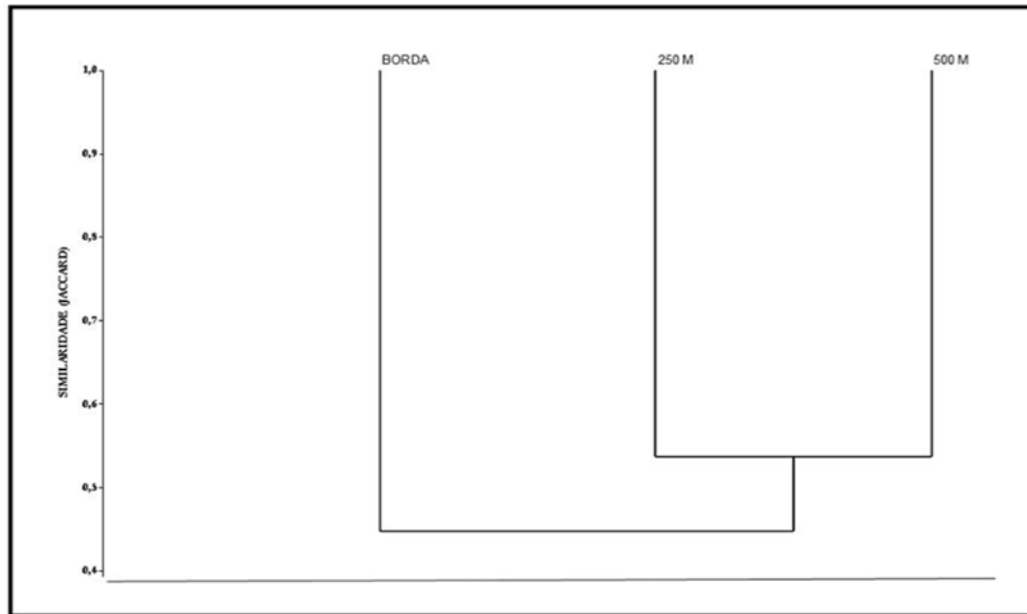
O gênero *Pheidole* é facilmente catalogado por ser um gênero megadiverso e comum dentro da família, sendo constituído por formigas cosmopolitas que se distribuem em todos os continentes, exceto na Antártida (SERNA; SUÁREZ; PÉREZ, 2019). Estas formigas habitam os mais variados locais e possuem diversos hábitos de nidificação (BACCARO *et al.*, 2015).

Assim como o gênero *Pheidole*, *Camponotus* contém uma alta amostragem, pois as espécies deste gênero nidificam em vários locais, desde o solo até a copa das árvores (BACCARO *et al.*, 2015; MACKAY; MACKAY, 2019), a maioria das espécies são onívoras e as operárias forrageiam durante o dia e noite (BACCARO *et al.*, 2015).

A análise de similaridade entre as parcelas de amostragem, indicou um nível maior de semelhança entre as formigas das parcelas de 250 m e 500 m, sendo estas menos similares se comparadas a borda (Figura 2).

As áreas de borda podem interferir na composição ou riqueza de espécies de formigas em determinada área, podendo aumentar a abundância e/ou diminuir ou elevar a riqueza de espécies nestas regiões (SANTOS; FIGUEIREDO, 2019). A existência da macrofauna edáfica em determinada área, está intrinsecamente ligada à vários fatores, como clima, vegetação, topografia dentre outros, além disso, o efeito de borda também pode provocar mudanças significativas, propiciando o aumento de espécies generalistas e invasoras (COMPARSI *et al.*, 2021).

Figura 2 – Dendrograma apresentando a similaridade entre as três parcelas de amostragem.



Fonte: Autores (2023).

O índice de diversidade de Shannon-Wiener indicou a parcela de 250m como a mais diversa se comparadas as demais ($H' = 2,399$), seguida pela parcela de 500m ($H' = 2,263$) e borda ($H' = 1,183$) (Tabela 1).

Tabela 1 – Índice de diversidade de Shannon (H') das três parcelas de amostragem.

PARCELAS DE AMOSTRAGEM			
	Borda	250m	500m
Espécies (S)			
Taxa S	32	28	35
Indivíduos	1435	449	1706
Shannon (H')	1,183	2,399	2,263

Fonte: Autores (2023).

4 Conclusão

A partir dos resultados obtidos, infere-se que a fitofisionomia de vereda contém uma grande diversidade de formigas, onde a similaridade é maior entre as espécies das parcelas localizadas no interior da mata.

Diante disso, é notável que estudos faunísticos sobre a diversidade de formigas no estado do Maranhão são cada vez mais necessários, visto que o estado possui uma variedade de ecossistemas que recobrem áreas ainda não estudadas, podendo contribuir para a construção do conhecimento sobre a biodiversidade maranhense e brasileira.

Agradecimentos e financiamento

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e ao Laboratório de Mirmecologia (LAMIR).

Referências

ANTONIAZZI, R.; AHUATZIN, D.; PELAYO-MARTÍNEZ, J.; ORTIZ-LOZADA, L.; LEPONCE, M.; DÁTILLO, W. On the effectiveness of hand collection to complement baits when studying ant vertical stratification in tropical rainforests. **Sociobiology**, 67 (2), p. 213-222, 2020.

ANTUNES, S. S. F.; CAMINHAS, F. G. Análise da paisagem do ambiente de vereda em Ermidinha, Montes Claros (MG). **Humboldt**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.1-16, 2020.

ANTWEB. 2023. Disponível em: <https://www.antweb.org/statsPage.do>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNÁNDEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J.; SOUZA, J. L. P.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: Editora INPA, 2015.

BOLTON, B. Na online catalog of the ants of the world. ANTWEB, 2023. Disponível em: <https://www.antweb.org/project.do?name=worldants>. Acesso em: 25 mai. 2023.

BOROWIEC, M. L.; MOREAU, C. S.; RABELING, C. Ants: Phylogeny and Classification. In STARR, C. (Ed.), **Encyclopedia of Social Insects**, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-90306-4_155-1

COMPARSI, D. M.; FELTRIN, B. C.; SANTOS, M. S. B.; SAPATEIRO, M. F.; RAGONHA, F. H. Alterações na composição, diversidade e abundância da fauna edáfica ocasionadas pelo efeito de borda em um fragmento urbano de Mata Atlântica. **Arquivos do Mudi**, v. 25, n. 2, p. 71-90, 2021.

FERNÁNDEZ, F.; GUERRERO, R. J.; DELSINNE, T. Hormigas de Colombia. In FERNÁNDEZ, F.; GUERRERO, R. J.; DELSINNE, T. (Ed.). **Hormigas de Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2019.

FERNÁNDEZ, F.; SERNA, F. J. Subfamilia Myrmicinae. In FERNÁNDEZ, F.; GUERRERO, R. J.; DELSINNE, T. (Ed.). **Hormigas de Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2019.

FERNÁNDEZ, F.; ORTIZ-SEPÚLVEDA, C. M. Subfamilia Formicinae. *In* FERNÁNDEZ, F.; GUERRERO, R. J.; DELSINNE, T. (Ed.). **Hormigas de Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2019.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, p. 9, 2001.

MACKAY, W. P.; MACKAY, E. Género Camponotus. *In* FERNÁNDEZ, F.; GUERRERO, R. J.; DELSINNE, T. (Ed.). **Hormigas de Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2019.

MALHEIROS, R. A influência da sazonalidade na dinâmica da vida no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, p. 113-128, 2016.

SANTOS, M. R. A.; FIGUEIREDO, P. M. F. G. Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de bordas e no interior de mata fragmentada de ecossistema de transição em Simão Dias (SE). **Agroforestalis News**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2019.

SERNA, F. J.; SUÁREZ, D.; PÉREZ, A. L. Género Pheidole. *In*: FERNÁNDEZ, F.; GUERRERO, R. J.; DELSINNE, T. (Ed.). **Hormigas de Colombia**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2019.

SUGUITURU, S. S.; MORINI, M. S. C.; FEITOSA, R. M.; SILVA, R. R. **Formigas do Alto Tietê**. Bauru, SP: Canal 6, 2015.


CAPÍTULO 5

EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE *Vatairea macrocarpa* (FABACEAE) SOBRE O COMPORTAMENTO ALIMENTAR DE *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

EFFECT OF AQUEOUS EXTRACT OF *Vatairea macrocarpa* (FABACEAE) ON THE FEEDING BEHAVIOR OF *Plutella xylostella* (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Alana Martini Ferreira 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil
*Autor correspondente: alanamartini155@gmail.com

Thais Silva de Souza 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Silvana Aparecida de Souza 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Rosilda Mara Mussury 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

 DOI: 10.52832/wed.43.305

RESUMO

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), conhecida popularmente como traça-das-crucíferas, é o principal inseto-praga das hortaliças pertencentes a família Brassicaceae. O controle dessa praga é um desafio global, devido à sua dificuldade de controle e aos altos custos financeiros envolvidos em seu manejo anual. O uso incorreto e indiscriminado de pesticidas ocasionou a resistência a mais de 101 princípios ativos registrados e a resistência cruzada entre pesticidas. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do extrato aquoso de *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Fabaceae) sobre a preferência alimentar de *Plutella xylostella*. Para isso, foram colocados quatro discos de couve com 4 cm de diâmetro em placas de Petri, dispostos de forma cruzada e equidistante, sendo dois discos do tratamento controle (água destilada) e os outros dois tratados com o extrato. Em seguida, uma larva de *P. xylostella* no terceiro instar foi colocada no centro da placa de Petri. Após 24 horas, os discos foram removidos, escaneados e a área foliar consumida foi analisada com o programa ImageJ. Embora a diferença de consumo de área foliar não tenha sido significativa entre os tratamentos, de acordo com o índice de preferência alimentar, o extrato aquoso de *Vatairea macrocarpa* apresentou efeito fagodeterrente. Sendo assim, se faz necessário novos estudos com a espécie vegetal sobre a biologia de *P. xylostella* e testes com extratos de diferentes partes da planta e outros solventes.

Palavras-chave: Preferência alimentar. Antixenose. Compostos bioativos. Inseticida botânico.

ABSTRACT

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), popularly known as Diamondback moth, is the main insect pest of vegetables belonging to the Brassicaceae family. The control of this pest is a global challenge, due to its difficulty of control and the high financial costs involved in its annual management. The incorrect and indiscriminate use of pesticides has caused resistance to more than 101 registered active principles and cross-resistance between pesticides. In this sense, the objective of the present work was to evaluate the effect of the aqueous extract of *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Fabaceae) on the food preference of *Plutella xylostella*. For this, four 4 cm diameter cabbage disks were placed in Petri dishes, arranged in a crossed and equidistant way, two disks of the control treatment (distilled water) and the other two treated with the extract. Then, a third instar *P. xylostella* larva was placed in the center of the Petri dish. After 24 hours, the discs were removed, scanned and the consumed leaf area was analyzed with the ImageJ program. Although the difference in leaf area consumption was not significant between treatments, according to the index of food preference, the aqueous extract of *Vatairea macrocarpa* showed a phage-deterrent effect. Therefore, further studies with the plant species on the biology of *P. xylostella* and tests with extracts from different parts of the plant and other solvents are necessary.

Keywords: Feeding preference. Antixenosis. Bioactive compounds. Botanical insecticide.

1 Introdução

A couve, *Brassica oleracea* L., destaca-se, entre as hortaliças, como um alimento de extrema importância na nutrição humana, sendo rica em minerais e vitaminas (FILGUEIRA, 2000). Dentre os problemas fitossanitários que comprometem a produção de hortaliças pertencentes a família Brassicaceae, os insetos-praga se destacam por ocasionar danos e prejuízos a produtores agrícolas em todo o mundo. Segundo Cardoso, Pamplona e Michereff Filho (2010), dentre as pragas que assolam esta família destacam-se lepidópteras, como o curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera, Pieridae), a broca-da-couve, *Hellula phidylealis* (Walker, 1859)

(Lepidoptera: Pyralidae), a falsa-medideira, *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802) (Lepidoptera: Noctuidae) e a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae).

P. xylostella é uma das mais importantes pragas da família Brassicaceae (FURLONG *et al.*, 2013). Nos últimos 50 anos, *P. xylostella* tornou-se um dos insetos mais difíceis de se manejar, principalmente devido à evolução de sua resistência em todas as classes de inseticidas amplamente utilizados contra esta praga (DHUMALE *et al.*, 2009; LIN *et al.*, 2013). Fatores como: seu ciclo de vida curto, múltiplas gerações por ano e plasticidade genética (CAPINERA, 2008), favorecem a evolução da resistência nessa praga, tornando-se resistente a 101 princípios ativos registrados (APRD, 2022). Os danos por ela causados implicam em atrasos no crescimento da planta, desvalorizando o produto e impedindo sua comercialização (CAPINERA, 2012).

Os prejuízos à cultura chegam a atingir até 100% de perdas na produção, atacando até mesmo as plantas cultivadas em casas de vegetação (REDDY *et al.*, 2004; POONSRI *et al.*, 2015). Os custos de manejo chegam a somar entre 4-5 bilhões de dólares em todo o mundo anualmente (ZALUCKI *et al.*, 2012; FURLONG *et al.*, 2013).

Com o intuito de minimizar os danos gerados por *P. xylostella*, produtores utilizam produtos sintéticos (SARFRAZ; KEDDIE, 2005). No entanto, a utilização desses produtos de forma indiscriminada, tem causado danos ao ecossistema devido a sua toxicidade, além de provocar o surgimento de insetos mais resistentes, e afetar espécies benéficas (TORRES *et al.*, 2001; PASHTE; PATIL 2017). Com o objetivo de diminuir o uso desses pesticidas sintéticos, os extratos vegetais surgem como uma possibilidade no controle de pragas, por apresentar vantagens como rápida degradação, baixa a moderada toxicidade ao homem e baixo custo (COSTA *et al.*, 2004; DUBEY *et al.*, 2010); além de atuarem inibindo a alimentação e a oviposição de insetos, retardando seu desenvolvimento, afetando a sua reprodução e causando mortalidade (FERREIRA *et al.*, 2022; PADIAL *et al.*, 2023; SOUZA *et al.*, 2023).

As plantas são ricas em substâncias bioativas, que são, frequentemente, ativas contra inúmeras espécies, como por exemplo, alcaloides, heterosídeos cianogênicos, glucosinolatos, compostos fenólicos (flavonoides, fenilpropanoides e taninos) e terpenóides (mono, sesqui, di e triterpenos) (CROTEAU *et al.*, 2000). Assim, estudos que avaliam o potencial inseticidas de plantas podem acarretar na descoberta de moléculas para a obtenção de produtos à base de plantas para o controle de pragas (KIM *et al.*, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2023). Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do extrato aquoso de *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Fabaceae) sobre a preferência alimentar de *Plutella xylostella*.

2 Material e Métodos

2.1 Coleta e obtenção do extrato aquoso de *Vatairea macrocarpa*

As folhas de *Vatairea macrocarpa* foram coletadas na fazenda Coqueiro localizada no município de Dourados-MS (22°14' S, longitude de 54° 9' W e 452m de altitude), Mato Grosso do Sul, Brasil. A coleta do material botânico foi autorizada pelo Conselho Nacional do Brasil Conselho de Pesquisa (CNPq) / Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN / MMA), no sob o número AF5E2AA. A exsicata foi depositada no Herbário da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados sob a numeração DDMS 5359.

As folhas de *V. macrocarpa* foram higienizadas e logo em seguida foram transferidas para uma estufa de circulação forçada de ar para serem secas à 45°C durante três dias. Após a secagem completa, as folhas foram trituradas em moinho de facas industrial até a obtenção de um pó fino. Utilizou-se a técnica de maceração para a obtenção do extrato botânico utilizado no experimento de preferência alimentar. Para isso, em um Becker de 100 mL foi adicionado 5 g da matéria vegetal em 50mL de água destilada em temperatura ambiente. A solução foi agitada com o auxílio de um bastão de vidro, para garantir a completa homogeneização da solução. Em seguida, a solução permaneceu em ambiente refrigerado (10 °C) durante 24 horas para a extração dos solventes hidrossolúveis. Após as 24 horas, a solução foi filtrada com o auxílio do papel filtro para a obtenção do extrato aquoso na concentração de 10%.

2.2 Insetos

A criação-estoque de *P. xylostella* foi estabelecida a partir de indivíduos coletados em hortas orgânicas de *Brassica oleracea* var. *acephala* localizadas no município de Itaporã, Mato Grosso do Sul, Brasil e foi mantida no Laboratório de Interação Inseto-planta (LIIP) pertencente a Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, sob condições constantes de temperatura (25 ± 2 °C), umidade relativa ($70\% \pm 5\%$) e fotoperíodo de 12h.

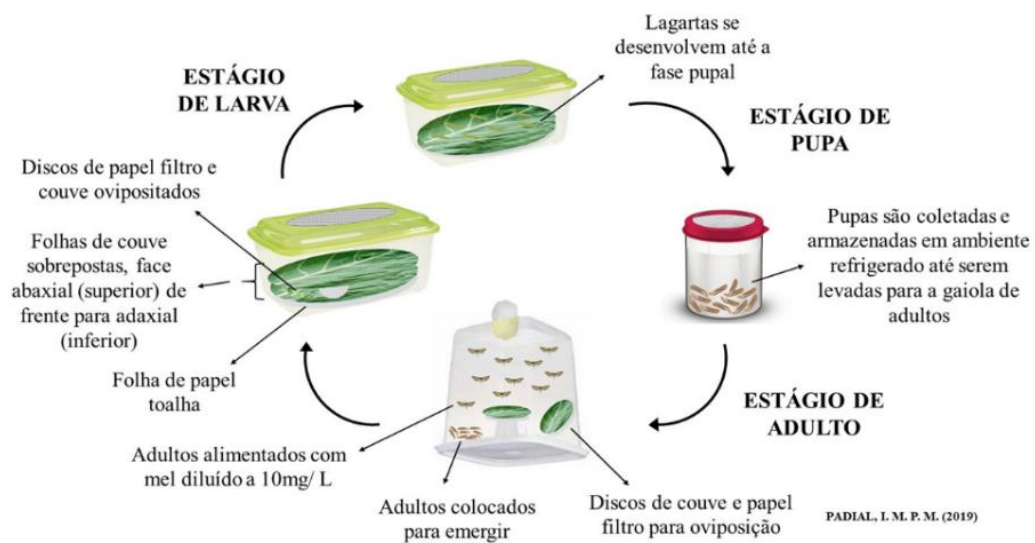
As pupas foram transferidas para uma gaiola plástica transparente até que os adultos emergissem. Os adultos foram alimentados com algodão embebido de mel diluído a 10% e discos de couve com 8 cm de diâmetro foram inseridos na gaiola como substrato de oviposição. Os discos e o algodão com o alimento foram trocados diariamente.

Os discos ovipositados foram transferidos para um recipiente de plástico transparente esterilizada até a eclosão dos ovos. As larvas foram alimentadas com folhas de couve orgânica (*B.*

oleracea var. *acephala*) previamente higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 5% e enxaguadas em água corrente.

As folhas de couve foram dispostas no recipiente plástico com a face adaxial voltada para cima, e a face abaxial livre foi utilizada para a colocação das larvas. Em seguida, outra folha de couve foi adicionada com a face abaxial voltada para as larvas. Esse processo (Figura 1) foi repetido diariamente ou sempre que as folhas apresentassem murchas, mantendo-se sempre as folhas superiores. Esse procedimento foi repetido até a formação das pupas.

Figura 1 – Representação esquemática da metodologia utilizada para a manutenção da criação-estoque de *P. xylostella*.



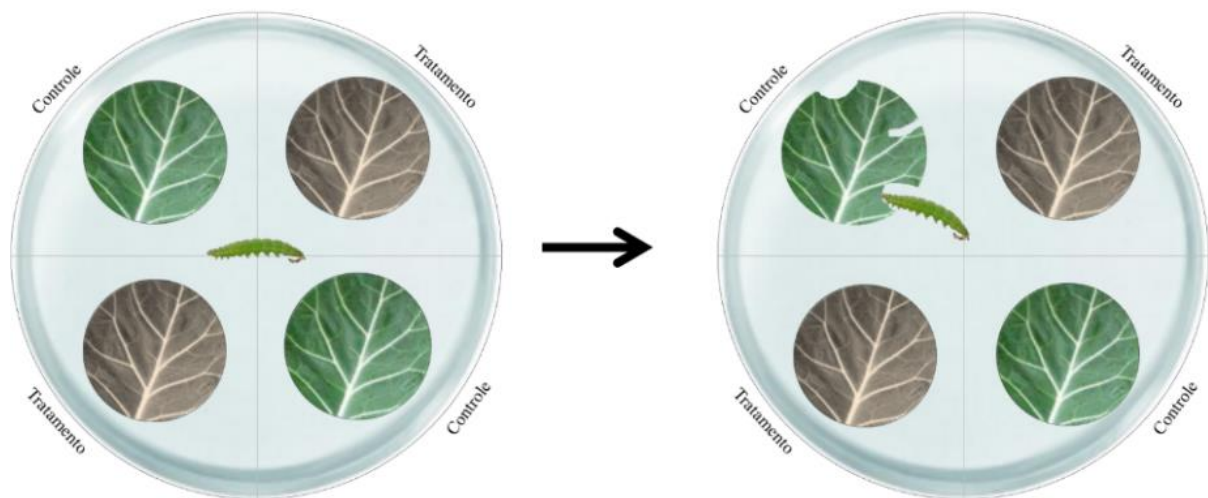
Fonte: Padial (2019).

2.3 Experimento de preferência alimentar com livre escolha

Os discos de couve orgânica (*Brassica oleracea* var. *acephala*) com 4cm de diâmetro foram submersos no extrato aquoso de *V. macrocarpa* na concentração de 10%. O tratamento controle foi constituído por discos imersos em água destilada. Em seguida, os discos foram dispostos sobre papel filtro em temperatura ambiente durante 40 minutos para remover o excesso de umidade.

Em uma placa de Petri (9 cm de diâmetro) foi adicionado quatro discos de couve (4 cm de diâmetro), de forma intercalada e equidistantes, sendo dois discos de couve imersos no extrato aquoso e dois discos de couve imersos na água destilada (controle). Em seguida, uma larva de terceiro instar de *P. xylostella*, proveniente da criação-estoque, foi adicionada no centro da placa de Petri. A larva permaneceu na placa de Petri durante 24 horas com possibilidade de escolha de alimentação entre os discos do extrato e do controle. Após esse processo, os discos de couve foram retirados, escaneados e a área foliar consumida foi medida através do programa ImageJ (Figura 2).

Figura 2 – Representação esquemática da metodologia utilizada para avaliar o efeito do EE-S sobre a fase embrionária de *P. xylostella*.



Fonte: Souza (2023).

2.4 Análise estatística

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando dois tratamentos, com cinco repetições por tratamento. O parâmetro analisado foi a área de consumo foliar. Os dados foram classificados como não-paramétricos através do teste de Shapiro-Wilk e então, os tratamentos foram comparados através do teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

O efeito produzido pelo extrato vegetal foi avaliado utilizando o Índice de Preferência Alimentar (KOGAN; GOEDEN, 1970), sendo classificado como fagoestimulante se o índice for maior do que 1, neutro se igual a 1 e fagodeterrente se menor do que 1, através da fórmula: $IP = 2A/(M+A)$, onde: A = área consumida dos discos tratados; M = áreas consumidas dos discos não tratados.

3 Resultados e Discussão

O Índice de Preferência Alimentar calculado foi de 0,92, indicando ação fagodeterrente da planta *V. macrocarpa* sobre a alimentação de *P. xylostella*. Contudo, o consumo da área média foliar não diferiu significativamente, quando comparadas as áreas do extrato e do controle ($p=0,615$) (Tabela 1) (Figura 1a).

Tabela 1 - Área foliar consumida e Índice de Preferência Alimentar de *Plutella xylostella* por discos tratados com extrato aquoso de *V. macrocarpa* ($25 \pm 3^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de UR e fotoperíodo de 12h).

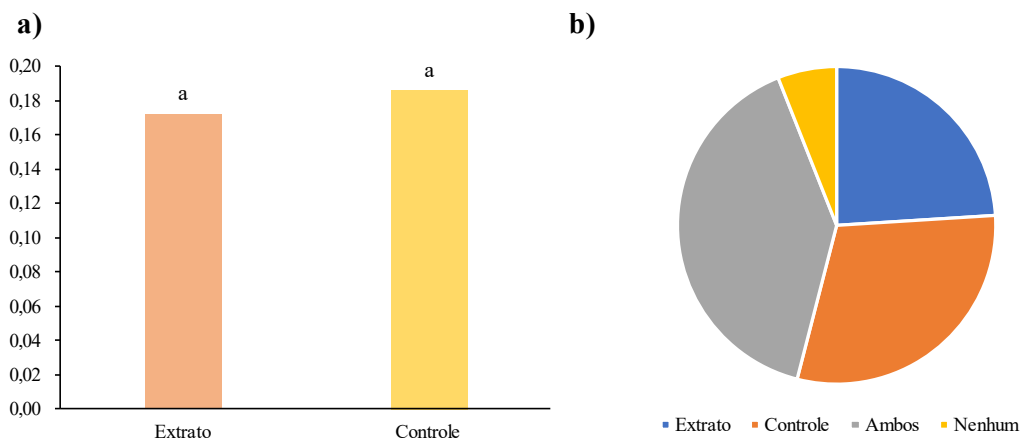
Tratamento	Área Foliar Consumida (cm ²)		Índice de Preferência (IP)	Classificação
	Extrato	Controle		
<i>V. macrocarpa</i>	0,172 ± 0,287 a	0,186 ± 0,290 a	0,92	Fagoderretente

Para os valores de IP, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Mann-Whitney 5% de probabilidade ($p = 0,615$).

Fonte: Autores (2023).

Quatro tipos de comportamentos diferentes foram identificados durante o experimento: consumo de discos com extrato, consumo de discos com controle, consumo de ambos os tratamentos, ou de nenhum dos tratamentos (Figura 3b). Majoritariamente, as larvas consumiram ambos os discos tratados, sendo que, a quantidade de indivíduos que optou por apenas um dos tratamentos foi semelhante e, apenas 3 não consumiram nenhuma das fontes de alimento oferecidas.

Figura 3 - A- Diferença entre a média da área foliar consumida por *P. xylostella* em experimentos de preferência alimentar com chance de escolha, onde o tratamento usado foi o extrato aquoso de *V. macrocarpa*; B – Comportamento do consumo larval de *P. xylostella* em experimentos de preferência alimentar com chance de escolha, onde o tratamento usado foi o extrato aquoso de *V. macrocarpa*.



Fonte: Ferreira (2023).

A indução de efeitos subletais, ou seja, efeitos não letais, podem afetar outras características de um organismo. Um exemplo desses efeitos é sua capacidade de desestimular ou estimular a alimentação de insetos, o que pode, posteriormente, afetar seu comportamento ou fisiologia (McGARRY, 1988).

Nesse sentido, *V. macrocarpa* é uma planta já utilizada de forma medicinal para o tratamento de doenças comumente inflamatórias e outras comuns, como o reumatismo, por exemplo.

Contudo, estudos fitoquímicos anteriores mostraram que os extratos metanólicos da planta apresentam presença de flavonoides, terpenos, esteroides, cumarinas e saponinas (VALADARES, 2017). Sendo que, todas essas são substâncias já relatadas na literatura apresentando potencial inseticida. Os flavonoides, por exemplo, já foram citados como provocando ação anti-alimentar, e afetando outros aspectos da biologia de insetos, como comportamento, desenvolvimento e reprodução (REYES-CHILPA *et al.*, 1995; MUSAYIMANA *et al.*, 2001; SIMMONDS, 2001).

Assim, pesquisas mais recentes foram conduzidas afim de verificar o potencial inseticida de *V. macrocarpa* (OSTERNE *et al.*, 2023). Testes utilizando lectinas purificadas das sementes de *V. macrocarpa* foram conduzidos, utilizando-se tecidos celulares do intestino de *Choristoneura fumiferana* (Clemens, 1865) (Lepidoptera: Tortricidae) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae) e células embrionárias de *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). Os ensaios reduziram o crescimento das células e induziram a sua aglutinação, demonstrando o potencial inseticida da espécie para o controle de pragas.

No presente trabalho, embora a diferença de consumo de área foliar não tenha sido significativa entre os tratamentos, o Índice de Preferência Alimentar indicou ação fagodeterrente para *P. xylostella*, além disso, trabalhos anteriores, como o citado acima, vêm demonstrando que a planta pode apresentar potencial para causar ambos, efeitos letais e subletais em pragas agrícolas, utilizando-se de extratos com substâncias extraídas de diferentes partes da planta, a partir de múltiplos solventes.

4 Conclusão

O extrato aquoso de *V. macrocarpa* na concentração de 10% não afetou a alimentação das larvas de *P. xylostella*. Embora a diferença de consumo de área foliar não tenha sido significativa entre os tratamentos, de acordo com o índice de preferência alimentar, o extrato aquoso de *V. macrocarpa* apresentou efeito fagodeterrente. Sendo assim, se faz necessário novos estudos com a espécie vegetal sobre a biologia de *P. xylostella* e testes com diferentes solventes e com outras partes da planta.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo financiamento previsto no edital nº 71/700.130/2018.

Referências

- APRD, Arthropod Pesticide Resistance Database. *Plutella xylostella*. 2022.
- CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of Entomology**. Springer. Gainesville, ed. 2, vol. 4, 2008.
- CAPINERA, J. L. **Featured Creatures: Diamondback moth**. University of Florida. Latest revision: September 2012.
- CARDOSO, M. O.; PAMPLONA, A. M. S. R.; MICHEREFF FILHO, M. **Recomendações técnicas para o controle de lepidópteros-praga em couve e repolho no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 15p., 2010.
- COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. S.; FIUZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 24, n.º2, p. 173-185, 2004.
- SOUZA, S. A.; PADIAL, I. M. P. M.; DOMINGUES, A.; MAUAD, J. R. C.; FORMAGIO, A. S. N.; CAMPOS, J. F.; MALAQUIAS, J. B.; MUSSURY, R. M. An Interesting Relationship between the Insecticidal Potential of *Simarouba* sp. in the Biology of Diamondback Moth. **Sustainability**, v. 15, 7759, 2023.
- DHUMALE, U. M.; MOHARIL, M. P.; GHODKI, B. S. Geographical variations and genetics of pyrethroid resistance in diamondback moth *Plutella xylostella* L. **International Journal of Integrative Biology**, v. 7, n. 3, p. 175-180, 2009.
- DUBEY, N. K.; SHUKLA, R.; KUMAR, A.; SINGH, P.; PRAKASH, B. Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture, **Current Science**, VOL.98, p. 479–480, 2010.
- FERREIRA, E. A.; FACA, E. C.; de SOUZA, S. A.; FIORATTI, C. A. G.; MAUAD, J. R. C.; CARDOSO, C. A. L.; MAUAD, M.; MUSSURY, R. M. Antifeeding and Oviposition Deterrent Effect of *Ludwigia* spp. (Onagraceae) against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Plants**, v. 11, 2656, 2022.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.
- FURLONG, M. J.; WRIGHT, D. J.; DOSDALL, L. M. Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress, and Prospects. **Annual Review of Entomology**, v. 58, p. 517-541, 2013.
- KIM, S.; ROH, J.; KIM, D.; LEE, H.; AHN, Y. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v. 39, p. 293-303, 2003.
- LIN, Q.; JIN, F.; HU, Z.; CHEN, H.; YIN, F.; LI, Z.; DONG, X.; ZHANG, D.; REN, S.; FENG, X. Transcriptome analysis of chlorantraniliprole resistance development in the diamondback moth *Plutella xylostella*. **PLoS ONE**, v.8, n.8, p.e72314, 2013.
- MCGARRY, J. W. Effects of Low Doses of Ivermectin and Fenthion on Egg Laying by *Lucilia sericata* (Meigen) (Diptera: Calliphoridae). **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 9, p. 421–425, 1988.

- MUSAYIMANA, T.; SAXENA, R. C.; KAIRU, E. W.; OGOL, C. P. K. O.; KHAN, Z. R. Effects of neem seed derivatives on behavioral and physiological responses of the *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 94, p. 449-454, 2001.
- OSTERNE, V. J.; OLIVEIRA, M. V.; DE SCHUTTER, K.; SERNA, S.; REICHARDT, N.; SMAGGHE, G.; CAVADA, B. S.; VAN DAMME, E. J. M.; NASCIMENTO, K. S. A galactoside-specific Dalbergiaceae legume lectin from seeds of *Vataireopsis araroba* (Aguiar) Ducke. **Glycoconjugate Journal**, 40, p. 85–95 (2023).
- PADIAL, I. M. P. M.; de SOUZA, S. A.; MALAQUIAS, J. B.; CARDOSO, C. A. L.; PACHÚ, J. K. d. S.; FIORATTI, C. A. G.; MUSSURY, R. M. Leaf Extracts of *Miconia albicans* (Sw.) Triana (Melastomataceae) Prevent the Feeding and Oviposition of *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae). **Agronomy**, v. 13, p. 1-16, 2023.
- PASHTE, V. V.; PATIL, C. S. Impact of different insecticides on the activity of bees on sunflower. **Reserch on Crops**, vol. 18, p. 153-156, 2017.
- POONSRI, W.; PLUEMPANUPAT, W.; CHITCHIRACHAN, P.; BULLANGPOTI, W.; KOUL, O. Insecticidal alkanes from *Bauhinia scandens* var. *horsfieldii* against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Industrial Crops and Products**, vol. 65, p. 170-174, 2015.
- REDDY, G. V. P.; TABONE, E.; SMITH, M. T. Mediation of the host selection and oviposition behavior in the diamondback moth *Plutella xylostella* and its predator *Chrysoperla carnea* by chemical cues from cole crops. **Biological Controls**, vol. 29, p. 270-277, 2004.
- REYES-CHILPA, R.; VIVEROS-RODRIGUEZ, N.; GOMEZ-GARIBAY, F.; ALAVEZSOLANO, D. Antitermitic activity of *Lonchocarpus castilloi* flavonoids and heartwood extracts. **Journal of Chemical Ecology**, v. 21, p. 455-463, 1995.
- SARFRAZ, M.; KEDDIE, B.A. Conserving the efficacy of insecticides against *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Plutellidae). **Journal of Applied Entomology**, vol. 129, p. 149-157, 2005.
- SIMMONDS, M. S. J. Importance of flavonoids in insect–plant interactions: feeding and oviposition. **Phytochemistry**, v. 56, p. 245-252, 2001.
- TORRES, A. L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. D. Efeito de extratos aquosos de plantas do desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, vol. 30, p. 151-156, 2001.
- VALADARES, S. N. S. **Composição química, toxicidade e atividade biológica de *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Leguminosae)**. Orientador: Lucchese, Angélica Maria. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia.
- ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHENG, L.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world’s major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, vol. 105, p. 1115-1129, 2012.

CAPÍTULO 6

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O QUE CRIANÇAS DE UMA COMUNIDADE RURAL SABEM SOBRE OS INSETOS?

TEACHING STRATEGIES IN SCIENCE TEACHING: WHAT DO CHILDREN IN A RURAL COMMUNITY KNOW ABOUT INSECTS?

Tiago Lemos Silva 

Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Autor correspondente: tiago1882@gmail.com

Kamanda Raylana Marques dos Reis 

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Isabel Maria Rocha Araújo 


Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Leticia Sousa dos Santos 

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Patrícia Maria Martins Nápolis 

Universidade de Brasília (UnB)

 DOI: 10.52832/wed.43.306

RESUMO

Os insetos desempenham importantes funções ecológicas, atuando como bioindicadores ambientais, constituindo a maior riqueza de espécies animais do mundo. Na educação básica, são comumente estudados nas disciplinas de Ciências e Biologia. Nesse contexto, essa pesquisa objetivou analisar as concepções de crianças e adolescentes de uma comunidade rural sobre a importância ambiental e conservação dos insetos do subfilo Hexapoda. Foi realizada uma pesquisa ação-participante onde as estratégias didáticas ocorreram por meio de oficina dividida em cinco momentos: 1- Sondagem dos conhecimentos dos participantes sobre insetos; 2- Exposição de exemplares de insetos; 3- Jogo Circule os insetos; 4- Conteúdo audiovisual; e 5- Jogo da memória. Com os exemplares expostos, as crianças demonstraram curiosidade e interagiram de forma livre. Os conteúdos audiovisuais abordaram a morfologia observando-se mudanças nos conhecimentos dos participantes sobre artrópodes e um novo olhar acerca dos benefícios e malefícios dos insetos para a sociedade e o meio ambiente. Ressaltamos a importância desse estudo na sensibilização ambiental, visto que as crianças mencionaram que muitos insetos têm “aparência desagradável”, o que pode contribuir para que sejam mortos. Além disso, foi possível auxiliar na construção de conceitos científicos, visando complementar conhecimentos prévios obtidos por vivências cotidianas a fim de desenvolver uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Hexapoda. Morfologia dos Insetos. Educação Ambiental. Meio Ambiente.

ABSTRACT

Insects play important ecological roles, acting as environmental bioindicators, constituting the greatest wealth of animal species in the world. In basic education, they are commonly studied in Science and Biology subjects. In this context, this research aimed to analyze the conceptions of children and adolescents from a rural community about the environmental importance and conservation of insects of the subphylum Hexapoda. An action-participant research was carried out where the didactic strategies occurred through a workshop divided into five moments: 1- Survey of participants' knowledge about insects; 2- Exhibition of insect specimens; 3- Game Circle the insects; 4- Audiovisual content; and 5- Memory game. With the specimens on display, the children showed curiosity and interacted freely. The audiovisual contents addressed the morphology, observing changes in the participants' knowledge about arthropods and a new look at the benefits and harms of insects for society and the environment. We emphasize the importance of this study in raising environmental awareness, as the children mentioned that many insects have an “unpleasant appearance”, which can contribute to their being killed. In addition, it was possible to assist in the construction of scientific concepts, aiming to complement prior knowledge obtained through everyday experiences in order to develop meaningful learning.

Keywords: Hexapoda. Insect morphology. Environmental education. Environment.

1 Introdução

A forma como nossa sociedade vem utilizando e degradando os diferentes ecossistemas proporciona a redução da biodiversidade e com isso a perda de importantes funções ecológicas desempenhadas por fungos, plantas, animais e outros seres vivos (SILVA *et al.*, 2020). Dentre essa biodiversidade pode-se destacar os insetos, representantes do Filo Arthropoda e pertencentes a Classe Insecta. Os insetos constituem cerca de 60% das espécies animais descritas, somando cerca de 900 mil de espécies classificadas em 27 ordens (TIHELKA *et al.*, 2021).

Os insetos são excelentes bioindicadores ambientais, além de atuarem na ciclagem de nutrientes, decomposição, produtividade secundária, polinização, fluxo de energia, predação,

dispersão de sementes, regulação de populações e outras (COSTA, 2017; BRUSCA; MOORE; SHUSTER, 2018). Cerca de 10% de todas as espécies de insetos descritas podem oferecer problemas, como vetores de doenças ou pragas nas lavouras agrícolas (BORGES, 2022).

No ambiente escolar, o estudo dos insetos ocorre comumente nas disciplinas de Ciências e Biologia (BRASIL, 2018). De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), crianças e jovens devem experienciar práticas de ensino em variados ambientes a fim de que tenham condições adequadas para aprendizagem de conceitos. Desse modo, o tema Insetos pode ser discutido por meio de aulas práticas, de campo ou outras atividades que estimulem a observação do mundo a sua volta, resolução de problemas cotidianos, além de ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental (como pontua a BNCC nas competências a serem desenvolvidas, BRASIL, 2018).

As atividades extraclasse podem contribuir com o ensino e a aprendizagem, principalmente porque favorecem para que as crianças e jovens externalizem mais facilmente suas experiências, vivências passadas e conhecimentos prévios. Apesar das recomendações dos órgãos responsáveis pela educação no Brasil, em muitos casos o ensino ainda ocorre de modo tradicional e conceitos científicos importantes são pouco trabalhados no ambiente escolar. Para Freire (1994), esse modelo de ensino limita o entendimento do estudante sobre determinado assunto, assim como da sua realidade local. Nesse contexto, essa pesquisa objetivou analisar as concepções de crianças e adolescentes de uma comunidade rural sobre a importância ambiental e conservação dos insetos do subfilo Hexapoda.

2 Procedimentos Metodológicos

Trata-se de uma pesquisa ação-participante pautada nos pressupostos de Thiollent (2022), além de uma abordagem qualitativa conforme Ludke e André (2013). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal do Piauí, com nº parecer 3.724.055. Foi realizada a partir de oficinas com crianças residentes na comunidade Assentamento Olho D'água e adjacência. A Associação Comunitária dos Agricultores Familiares do Assentamento Olho D'água está localizada na zona rural do município de Altos, no estado do Piauí, na região Nordeste do Brasil. Com uma área total de 292 hectares, o Assentamento foi criado por meio de assembleia comunitária geral no dia 13 de dezembro de 2005 e possui 21 sócios fundadores (ASSOCIAÇÃO COMUNITÁRIA DOS AGRICULTORES FAMILIARES DO ASSENTAMENTO OLHO D'ÁGUA, 2005).

A oficina intitulada “A utilização de insetos (Subfilo Hexapoda) como bioindicadores da qualidade ambiental” ocorreu em maio de 2022. Contou com a participação de 21 crianças e

adolescentes, com faixa etária de 5 a 18 anos. Consistiu em cinco momentos, a saber: 1- Sondagem dos conhecimentos dos participantes sobre insetos; 2- Exposição de exemplares de insetos; 3- Jogo Circule os insetos; 4- Conteúdo audiovisual; e 5- Jogo da memória. A oficina teve uma duração média de 180 minutos.

O primeiro momento foi a exposição de exemplares de insetos. Os modelos eram miniaturas construídas de borracha: abelhas, baratas, louva-a-deus, borboleta, mosquito, gafanhoto e joaninha, visando uma melhor interação entre professor-aluno-conhecimento e assim auxiliar os participantes a desenvolverem o seu saber a respeito dos conteúdos estudados. Em sequência ocorreu a dinâmica de circular os insetos adaptada de Amaral *et al.* (2016). A sua utilização apresentou-se como um instrumento de coleta de dados para o levantamento do conhecimento prévio dos participantes. Consistiu em uma folha com imagens de diversos animais (centopeia, abelha, joaninha, barata, grilo, borboleta, louva-a-deus, aranha e tatuzinho-de-jardim). O objetivo dessa atividade foi analisar como crianças e jovens definiam todos os animais pequenos como insetos. Após isso, foram discutidas questões como: por que a borboleta é um inseto para algumas pessoas e para outros, não é?

Ao final da discussão inicial foi apresentado um vídeo educativo e slides. Em ambos debatemos os motivos pelos quais nem todos os animais pequenos são insetos. O vídeo destacava a diferença dos indivíduos pertencentes a Classe Arthropoda (Subfilos Myriapoda, Chelicerata, Crustacea e Hexapoda). Nos slides, o foco foi a importância dos insetos polinizadores, decompositores, benefícios econômicos para os humanos e alguns exemplos de morfologia do corpo dos insetos. Ao final, houve um resumo das principais causas e ameaças para os insetos (como desmatamento, poluição ambiental, utilização extensiva de defensivos agrícolas – agrotóxicos – e as mudanças climáticas).

Após a exibição do vídeo e slides, foi aplicado um jogo da memória. A dinâmica foi semelhante a um jogo da memória convencional, porém quando encontrado o par do inseto correspondente, houve a discussão baseada em três perguntas norteadoras: qual o nome deste animal? Quais são os benefícios desempenhados por esse animal que contribuem para o equilíbrio do meio ambiente? Quais são os malefícios que esse animal pode causar para o ser humano?

3 Resultados e Discussão

Durante a exposição dos exemplares (Figura 1), as crianças demonstraram curiosidade sobre os modelos. Muitas delas interagiram com os insetos expostos, de forma livre (brincaram espontaneamente). Segundo Souza, Donadel e Kunz (2017), o brincar é a maneira da criança se relacionar, questionar, explorar e conhecer o mundo, fomentando a própria curiosidade. Essa

estratégia foi pensada para “soltar” a imaginação e memória das crianças sobre os insetos e prepará-las para as demais atividades.

Figura 1 – Exemplos de artrópodes pertencentes a diferentes classes, com destaque para a classe Insecta.



Fonte: Autoria própria (2022).

A abordagem tradicional do ensino, centrada no professor e fazendo do estudante um sujeito passivo, prejudica o interesse. Assim, as exposições são instrumentos importantes para a educação não formal no ensino de Ciências, constituindo um canal de comunicação entre a exposição e o aluno, possibilitando interação, reflexão, momentos de lazer e apropriação do conhecimento que a cultura material exposta oferece (CASAES; BARROS; CERQUEIRA, 2020). Assim como Lopes *et al.* (2013), a utilização de animais não vivos nesse estudo foi uma opção devido a possíveis medos, fobias ou empatia por parte das crianças em relação ao aprisionamento de animais. Dito isto, a falta de utilização não impactou na aprendizagem das crianças e sim foi uma metodologia diferente da zoológica.

No jogo “Circule os Insetos”, os participantes escolherem os únicos três animais que não são insetos: a centopeia pertence ao Subfilo Myriapoda - Classe Chilopoda; a aranha pertence ao Subfilo Chelicerata - Classe Arachnida; e o tatuzinho-de-jardim, que pertence a Subfilo Crustacea - Classe Malacostraca, apresentando dificuldades em distinguir ambas as classes. Essa perspectiva, corrobora com os achados de Costa-Neto e Pacheco (2004), ao destacarem que a classificação etimológica dos animais, principalmente os pequenos, está diretamente relacionada a fatores externos como questões voltadas a aparência, desconforto (medo, nojo) e doenças, esquecendo os benefícios que estes animais trazem à população e ao meio ambiente.

Quando foi perguntado se os participantes consideravam os insetos como “pragas” (prejudiciais ao ser humano e meio ambiente), cerca de 80% afirmaram que “Sim”, corroborando com a fala anterior. Lopes *et al.* (2013) alerta que como os primeiros contatos com os insetos são realizados na infância, a forma em que esse é apresentado pode explicar como esses animais são vistos na sociedade. Segundo Cardoso *et al.* (2008) professores de Ciências possuem dificuldades ao abordarem sobre esse tema. Além disso, os livros didáticos não ajudam na melhoria e formação dos conceitos ligados aos insetos ou sua relação com o meio ambiente, uma vez que se restringe apenas a aspectos morfológicos, como por exemplo, o número de pernas (LEAL, 2020).

Em vista disso, destacamos a necessidade de que estudantes sejam sensibilizados acerca da importância desses animais, assim como tenham conhecimentos científicos sobre a temática a fim de minimizar concepções alternativas sobre esses seres. Vale ressaltar que durante a atividade, as crianças e jovens ficaram sensíveis ao saber o quanto os insetos são importantes para a economia global, como na produção de alimentos (por exemplo, NASCIMENTO *et al.*, 2022) ou dos seus importantes papéis ecológicos na manutenção dos organismos.

Antes da exibição do vídeo e slides, os participantes foram questionados sobre quais animais eram insetos ou não, visando identificar o conhecimento dos participantes sobre insetos. Após a apresentação do conteúdo audiovisual, observamos mudanças em relação ao entendimento sobre artrópodes. As respostas mais citadas para avaliar as diferenças entre os táxons foi o número de pares de pernas e a morfologia do corpo. Essas diferenças também foram encontradas por Martinez e Rocha-Lima (2020).

As mudanças de pensamento foram diversas. Uma criança em particular (que havia colocado no jogo “Circule os insetos” que a borboleta era um inseto) respondeu que todo animal com asas são insetos: “A borboleta é um inseto porque ela voa...”. Outras crianças concordaram com essa afirmação, porém fizemos uma reflexão com sobre tal afirmação: “se ela é um inseto porque voa, um beija-flor também é um inseto, correto?” As crianças negaram, dizendo que o beija-flor é um pássaro. O professor continuou: “Certo, se o beija-flor é um pássaro, o que faz a borboleta ser um inseto, então? O objetivo não era dizer o que é certo ou errado, mas fazer com que os participantes buscassem em seus conhecimentos prévios e observações sobre como tentar organizar esses animais em insetos ou não.

No jogo da memória com as imagens dos insetos (Figura 2), ao encontrarem os pares idênticos houve uma reflexão acerca dos benefícios/malefícios dos insetos para a sociedade e para o meio ambiente. As crianças sentiram-se estimuladas a participarem desta atividade, pois muitos nunca tinham refletido a importância de uma joaninha como controlador de pragas biológicas, como na predação de pulgões (PEIXOTO *et al.*, 2004) ou uma chuva de gafanhoto

(DRUMMOND, 2016). Costa, Silva e Azevêdo (2018) utilizaram um jogo da memória sobre insetos aquáticos e assim como os autores, destacamos que o jogo foi proveitoso devido ao seu mecanismo simples e praticidade.

Figura 2 – Atividade lúdica jogo da memória sobre os insetos (Subfilo Hexapoda).



Fonte: Autoria própria (2022).

Outros exemplos de discussões foram sobre os perigos que os mosquitos representam, sendo um dos animais mais mortais para o ser humano (SILVA; ALENCAR, 2020). Baseando-se em Nava *et al.*, (2017), em relação às mudanças climáticas, foram mostrados os motivos pelos quais ocorreram um aumento no número de insetos considerados pragas, ou seja, principalmente sendo vetores de doenças. Esse momento despertou bastante atenção por parte das participantes, com questionamentos, discussões e uma aprendizagem envolvendo não apenas conceitos científicos, mas também a realidade local.

4 Considerações finais

Foi possível observar que os conhecimentos das crianças sobre insetos eram frequentemente oriundos da vivência familiar e do cotidiano, evidenciando a importância do desenvolvimento de atividades que auxiliem na construção de conceitos científicos, além de uma educação ambiental. Desse modo, sugerimos a realização de oficinas, palestras, *workshops* nas escolas voltadas para a temática insetos e suas interações com a sociedade. Para isso, a melhoria da infraestrutura e a colocação do assunto necessita ser agregada no currículo escolar, além da formação de professores e elaboração de materiais didáticos adequados para esse tipo de intervenção.

Destacamos também a necessidade de mais estudos similares, uma vez que todos os participantes demonstraram entusiasmo pelas estratégias adotadas durante a oficina. Buscaram desenvolver um conhecimento participativo, tendo como um de seus principais pilares os

conhecimentos prévios por meio de vivências cotidianas. Essa aproximação entre conhecimento popular e conhecimento científico pode contribuir significativamente para o ensino e aprendizagem significativa.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Piauí (UFPI) pelo apoio técnico/logístico. Às crianças e jovens do Assentamento Olho D'água que participaram da pesquisa e pela acolhida dos professores pesquisadores.

Referências

AMARAL, I. S. *et al.* A importância do resgate dos conhecimentos prévios e atividades práticas no ensino sobre insetos. **Revista Educar Mais**, v. 1, n. 1, 2017. p. 507. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/educarmais/article/view/507>. Acesso em: 02 maio. 2023.

Associação Comunitária dos Agricultores Familiares do Assentamento Olho D'água. Assembleia Geral. **Ata da reunião realizada no dia 13 de dezembro de 2005**. Altos-PI. Livro nº 2-AD, p. 01.

BORGES, F. B. **Produção de texto de divulgação científica sobre o controle biológico conservativo para crianças**. Monografia (Graduação em Ciências da Natureza), Porto Alegre, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRUSCA, R. C. *et al.* Filo Arthropoda: Hexápodes - Insetos e seus Parentes. In: BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. **Invertebrados**. 3. ed. Rio de Janeiro-RJ: Guanabara Koogan Ltda., 2018. p. 1002-1060.

CARDOSO, J. S. *et al.* Um estudo sobre a abordagem da classe Insecta nos livros didáticos de ciências. **Sitientibus: Série Ciências Biológicas**, v. 8, n. 1, p. 80-88, 2008.

CASAES, R. B.; BARROS, H. C.; CERQUEIRA, W. R. P. Visitas orientadas ao museu de zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana sob uma perspectiva não formal: contribuições da exposição “linha do tempo” para o ensino de ciências. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, v. 10, n. 22, p. 149–166, 2020.

COSTA, D. C. G. **Dinâmica sazonal de borboletas frugívoras do Parque Estadual das Dunas**. Natal (RN), 2017, 26 f. Monografia (Graduação em Ecologia) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2017.

COSTA, M. A. S.; SILVA, T. A. R.; AZEVÊDO, C. A. S. Jogos educativos para auxiliar no ensino sobre insetos aquáticos em disciplinas de Biologia. **XI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital**, v. 1, p. 1380-1383, 2018.

- COSTA-NETO, E. M.; PACHECO, J. M. A construção do domínio etnozoológico “inseto” pelos moradores do povoado de Pedra Branca, Santa Terezinha, Estado da Bahia. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 81-90, 2004.
- DRUMMOND, F. Dos sons restam só os murmúrios: Lídia Jorge canta a costa dos murmúrios. **Revista Decifrar**, v. 4, n. 8, p. 53-53, 2016.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17°. Ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987. 23° Reimpressão. 1994.
- LEAL, S. C. **Uso de metodologias ativas no ensino de entomologia no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) Paraíba, 2020.
- LOPES, P. P. *et al.* Insetos na escola: desvendando o mundo dos insetos para as crianças. **Revista Ciência em Extensão**, v. 9, n. 3, p. 125-134, 2013.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.
- 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.
- NASCIMENTO, R. F. S. C. *et al.* Sequência didática sobre insetos para estudantes do Ensino Fundamental. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, 2022.
- NAVA, D. E. *et al.* **Impacto potencial das mudanças climáticas sobre a distribuição geográfica de insetos-praga na cultura do pessegueiro**. Embrapa Clima Temperado-Capítulo em livro científico (ALICE), 2017.
- PEIXOTO, M. S. *et al.* Um modelo Fuzzy Presa-Predador em citros: pulgões e joaninhas. **Biomatemática**, v. 14, p. 29-38, 2004.
- SILVA, S. O. F.; ALENCAR, J. A. Influência de fatores climáticos na dinâmica populacional de Culicidae da área do parque nacional da Serra dos Órgãos, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Spatium Scientiarum**, v. 1, n.1, p. 6, 2020.
- SILVA, J. E. *et al.* Percepção de alunos do ensino fundamental sobre a conservação de insetos polinizadores e construção de um jardim floral. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 4, p. 2520-2527, 2020.
- SOUZA, C. A. *et al.* Sobre como tolhemos a curiosidade das crianças. **Motrivivência**, v. 29, n. 51, p. 192-204, 2017.
- TIHELKA, E. *et al.* The evolution of insect biodiversity. **Current Biology**, v. 31, n. 19, p. R1299-R1311, 2021.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez editora, 2022.


CAPÍTULO 7

EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE *Acosmium subelegans* (FABACEAE) AFETA A ALIMENTAÇÃO DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS

LEAF AQUEOUS EXTRACT OF *Acosmium subelegans* (FABACEAE) AFFECTS DIAMONDBACK MOTH FEEDING BEHAVIOR

Thais Silva de Souza 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil
*Autor correspondente: thaissilvadesouza98@gmail.com

Silvana Aparecida de Souza 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Alana Martini Ferreira 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Rosilda Mara Mussury 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

 DOI: 10.52832/wed.43.307

RESUMO

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) é o principal inseto-praga das culturas das brássicas. Fatores como ciclo de vida curto, múltiplas gerações por ano e sua plasticidade genética fizeram com que este inseto se tornasse resistente a mais de 101 princípios ativos de inseticidas sintéticos registrados mundialmente. Por isso, e diante da necessidade de novos métodos de controle, os inseticidas a base de plantas surgem como uma alternativa efetiva e menos agressiva ao ambiente. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do extrato aquoso de *Acosmium subelegans* (Mohlenbr.) Yakovlev (Fabaceae) sobre a preferência alimentar de *P. xylostella*. Para isso, quatro discos de folhas de couve com 4 cm foram inseridos em placas de Petri de forma cruzada e equidistantes, sendo dois discos para controle e dois discos contendo o extrato aquoso. Em seguida, uma larva de *P. xylostella* no terceiro instar foi adicionada no centro da placa e, após 24h, os discos foram retirados, escaneados para análise da área foliar consumida. Os resultados mostraram que o extrato aquoso de *A. subelegans* apresentou efeito fagodeterrente, ocasionando uma redução no consumo médio das larvas em aproximadamente 30%. Em suma, extrato aquoso de *A. subelegans* se mostrou uma alternativa efetiva no controle de traça-das-crucíferas, afetando a alimentação larvas, e, reduzindo, conseqüentemente, os danos e prejuízos causados por *P. xylostella*.

Palavras-chave: *Antifeedant*. Inseticidas botânicos. Antixenose. Compostos bioativos.

ABSTRACT

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) is the main insect pest of Brassica crops. Factors such as a short life cycle, multiple generations per year and its genetic plasticity have made this insect resistant to more than 101 active principles of synthetic insecticides registered worldwide. Therefore, and in view of the need for new control methods, plant-based insecticides emerge as an effective and less aggressive alternative to the environment. In this sense, the objective of the present work was to evaluate the effect of the aqueous extract of *Acosmium subelegans* (Mohlenbr.) Yakovlev (Fabaceae) on the food preference of *P. xylostella*. For this, four 4 cm diameter cabbage leaf discs were inserted in Petri dishes in a crossed and equidistant way, two discs for control and two discs containing the aqueous extract. Then, a larva of *P. xylostella* in the third instar was added in the center of the plate and, after 24h, the discs were removed, scanned for analysis of the consumed leaf area. The results showed that the aqueous extract of *A. subelegans* had a phage-deterrent effect, causing a reduction in the average consumption of larvae by approximately 30%. In short, aqueous extract of *A. subelegans* proved to be an effective alternative in controlling Diamondback moth, affecting larvae feeding, and consequently reducing the damage caused by *P. xylostella*.

Keywords: *Antifeedant*. Botanical insecticides. Antixenosis. Bioactive compounds.

1 Introdução

A *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), é um microlepidóptero, também conhecido como traça-das-crucíferas (SILVA *et al.*, 2003), que se alimentam exclusivamente das brássicas, se tornando uma das principais pragas desta cultura, causando importantes danos econômicos aos produtores (POONSRI *et al.*, 2015). Considerada como fator limitante ao cultivo de brássicas, a traça-das-crucíferas é a principal praga desta cultura no mundo, sendo responsável por perdas de até 100% nos sistemas de cultivos (TALKEAR; SHELTON, 1993; GALLO *et al.*, 2002; POONSRI *et al.*, 2015).

Fatores como seu ciclo de vida curto, múltiplas gerações por ano e a plasticidade genética, favorecem a evolução da resistência dessa praga, dificultando seu controle (VICKERS *et al.*, 2004;

CAPINERA, 2008). Atualmente, essa praga apresenta resistência a quase todos os grupos de inseticidas utilizados (RIDLAND; ENDERSBY, 2011). A resistência a inseticidas é definida como uma habilidade do indivíduo de ser capaz de tolerar doses de um tóxico, no qual é letal para o indivíduo (COTTIER, 1957; CROFT *et al.*, 1988; BRAGA: VALLE, 2007). Sendo assim, os inseticidas sintéticos podem ser considerados os pilares, sobre os quais se baseiam as práticas de manejo de pragas e provavelmente permanecerão assim enquanto produtos químicos eficazes estiverem disponíveis (HAYNES, 1988).

Porém, o uso incorreto desses inseticidas pode trazer riscos de intoxicação aos homens, animais e aos inimigos naturais, além da contaminação do ambiente (MONNERAT *et al.*, 2004; LU *et al.*, 2015; BAIDOO; MOCHIAH, 2016; DENG *et al.*, 2017). Por conta dos problemas provenientes do uso indiscriminado e incorreto de inseticidas sintéticos, faz-se necessário o desenvolvimento de formas alternativas de controle que fossem mais seletivas e menos agressivas ao homem e ambiente (KIM *et al.*, 2003; MENEZES, 2005). Nos últimos anos tem-se aumentado o interesse de produtos vegetais para controle de pragas. Sabe-se que as plantas possuem substâncias bioativas, que geralmente são biodegradáveis e apresentam baixa ou nenhuma toxicidade a mamíferos e ao meio ambiente (DUBEY *et al.*, 2010).

O princípio ativo dos inseticidas vegetais vem de compostos de metabolismo secundário das plantas, que são acumulados em menores quantidades nos tecidos vegetais. Os princípios ativos inseticidas podem derivar de toda a planta ou partes dela, podem ser o próprio material vegetal, normalmente moído até ser reduzido a pó, ou produtos derivados por extração aquosa ou com solventes orgânicos (MENEZES, 2005).

Os inseticidas vegetais apresentam inúmeros mecanismos de ação sobre os insetos, que podem ser classificados como a antibiose e a antixenose. A antibiose ocorre quando o inseto herbívoro se alimenta da planta tratada com o extrato, resultando em efeitos negativos em sua biologia, como redução da biomassa pupal, mortalidade, diminuição da fecundidade e outros efeitos (PAINTER, 1951; PIKANÇO, 2010; BALDIN *et al.*, 2019). Por outro lado, a antixenose ocorre quando o extrato influencia o comportamento do inseto, afetando sua escolha de hospedeiro, resultando na redução do uso desse hospedeiro para abrigo, alimentação ou oviposição (PANDA; KHUSH, 1995; PIKANÇO, 2010).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do extrato aquoso de *Acosmium subelegans* (Mohlenbr.) Yakovlev (Fabaceae) sobre a preferência alimentar de *Plutella xylostella*.

2 Material e Métodos

2.1 Coleta e obtenção do extrato aquoso de *A. subelegans*

Folhas de *A. subelegans* completamente expandidas foram coletadas na fazenda Coqueiro (mata) no município de Dourados-MS (22°14' S, longitude de 54° 9' W e 452m de altitude), Mato Grosso do Sul, Brasil. Exsicatas foram depositadas no Herbário da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) sob o número DDMS 5068. A coleta do material botânico foi autorizada pelo Conselho Nacional do Brasil Conselho de Pesquisa (CNPq) / Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN / MMA), no sob o número AF5E2AA.

Posterior a coleta, as folhas foram higienizadas e secas em estufa de circulação forçada de ar à 45 °C durante três dias e trituradas em moinho de facas industrial até a obtenção de um pó fino. A maceração foi a técnica utilizada para a obtenção do extrato aquoso de *A. subelegans*. Para isso, adicionou-se 3 g da matéria vegetal em 30mL de água destilada em temperatura ambiente. Após a homogeneização, a solução permaneceu em ambiente refrigerado (10 °C) durante 24 horas para a extração dos solventes hidrossolúveis. Posteriormente, a solução foi filtrada com o auxílio do papel filtro para a obtenção do extrato aquoso na concentração de 10%.

2.2 Insetos

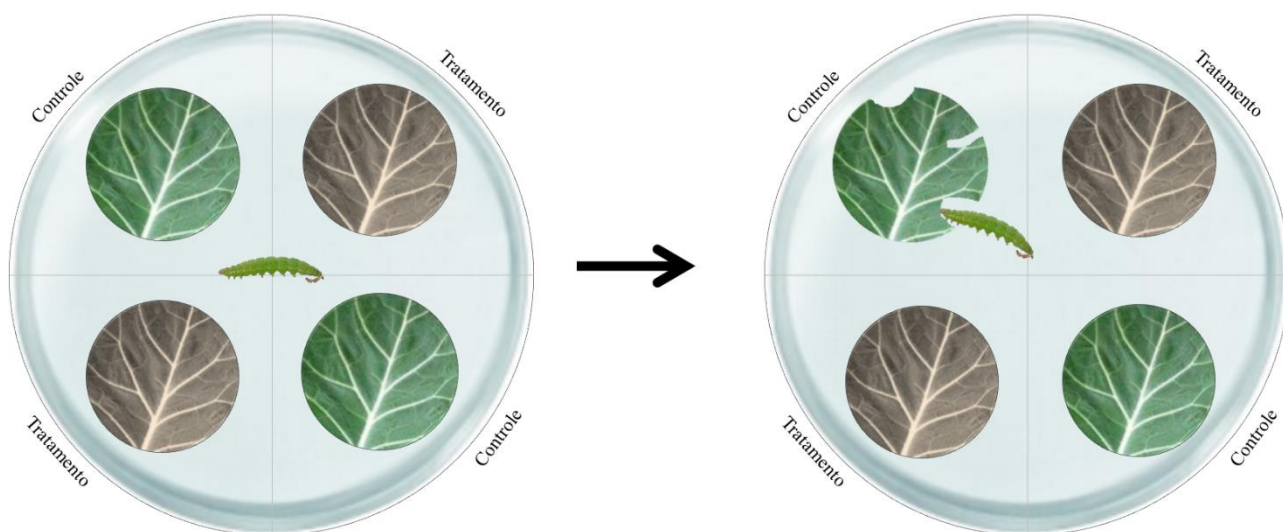
A criação de *P. xylostella* foi realizada a partir de pupas coletadas em área de plantio orgânico de *B. oleracea* var. *acephala*, localizados no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, seguindo a metodologia adaptada de Barros *et al.*, (2012).

2.3 Experimento de preferência alimentar com livre escolha

Os discos de couve orgânica (*Brassica oleracea* var. *acephala*) com 4cm de diâmetro foram submersos no extrato aquoso de *A. subelegans* na concentração de 10%. O tratamento controle foi constituído por discos imersos em água destilada. Em seguida, os discos foram dispostos sobre papel filtro em temperatura ambiente durante 40 minutos para remover o excesso de umidade.

Após esse processo, quatro discos de couve foram transferidos para uma placa de Petri (9 cm de diâmetro), sendo dois deles imersos no extrato e os outros dois correspondentes ao controle, com uma larva de terceiro instar de *P. xylostella*. A larva permaneceu confinada na placa de Petri durante 24 horas com possibilidade de escolha entre os discos imersos no extrato ou no controle (água destilada). Após 24 horas, os discos de couve foram removidos, escaneados e a área foliar consumida foi medida utilizando o programa ImageJ (Figura 2).

Figura 2 – Representação esquemática da metodologia utilizada para avaliar o efeito do EE-S sobre a fase embrionária de *P. xylostella*.



Fonte: Souza (2023).

2.4 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 2 tratamentos (1 concentração e controle), sendo que cada tratamento foi composto por 5 repetições. Os dados foram classificados como não-paramétricos através do teste de Shapiro-Wilk e então, os tratamentos foram comparados através do teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade. Os dados foram representados como média \pm erro padrão da média.

O efeito do extrato botânico sobre a alimentação de *P. xylostella* foi avaliado através do Índice de Preferência Alimentar (KOGAN; GOEDEN, 1970), sendo classificado como fagoestimulante se o índice for maior do que 1, neutro se igual a 1 e fagodeterrente se menor do que 1, através da fórmula: $IP = 2A/(M+A)$, onde: A = área consumida dos discos tratados; M = áreas consumidas dos discos não tratados

3 Resultados e Discussão

De acordo com o Índice de Preferência Alimentar calculado, que foi de 0,56, o extrato aquoso de *A. subelegans* apresentou efeito fagodeterrente sobre o comportamento alimentar de *P. xylostella*. Além disso, ela reduziu o consumo médio das larvas em aproximadamente 30%, isso pode ser verificado pela média da área foliar consumida, que diferiu significativamente entre o extrato e o controle ($p=0,03027$) (Tabela 1) (Figura 1a).

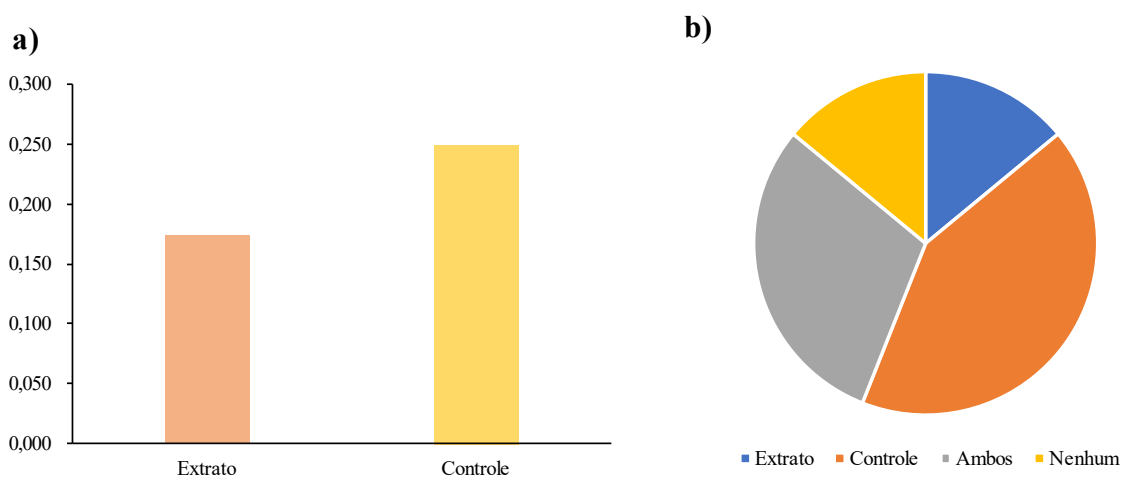
Tabela 1 - Área foliar consumida e Índice de Preferência Alimentar de *Plutella xylostella* por discos tratados com extrato aquoso de *A. subelegans* ($25 \pm 3^\circ\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de UR e fotoperíodo de 12h).

Tratamento	Área Foliar Consumida (cm ²)		Índice de Preferência (IP)	Classificação
	Extrato	Controle		
<i>A. subelegans</i>	0,174 ± 0,290 b	0,249 ± 0,312 a	0,56	Fagoderretente

Para os valores de IP, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Mann-Whitney 5% de probabilidade ($p = 0,03027$).

Durante o experimento, o comportamento das larvas foi dividido em: aquelas que consumiram apenas o extrato, o controle, ambos os tratamentos, ou nenhum tratamento (Figura 1b). Sendo assim, um ponto importante a se notar, é que, em 24 horas, das 50 larvas que foram usadas durante o experimento, 28 não chegaram a consumir nenhuma quantidade dos discos tratados com extratos botânicos.

Figura 1 - A- Diferença entre a média da área foliar consumida por *P. xylostella* em experimentos de preferência alimentar com chance de escolha, onde o tratamento usado foi o extrato aquoso de *A. subelegans*; B – Comportamento de consumo larval de *P. xylostella* em experimentos de preferência alimentar com chance de escolha, onde o tratamento utilizado foi o extrato aquoso de *A. subelegans*:



Fonte: Souza (2023).

No presente trabalho, os autores identificaram que o extrato aquoso de *A. subelegans* atuou sobre as larvas de *P. xylostella*, apresentando efeito fagoderretente e por consequência reduzindo o consumo foliar em discos tratados.

Plantas produzem metabólitos secundários que podem atuar de diferentes formas na natureza, algumas dessas moléculas ativas produzidas por elas podem, no entanto, afetar a biologia de insetos. Uma das formas de atuação desses metabólitos é a de inibidores de alimentação, dos quais, sendo anti-alimentares, possuem um papel de seleção muito importante, sendo mais

importantes para insetos que aqueles fagoestimulantes (MENEZES, 2005; NAWROT; HARMATHA, 2012; FREITAS *et al.*, 2014).

Estudos farmacológicos utilizando extratos etanólicos *A. subelegans* em ratos, mostraram que a planta possui substâncias da classe dos triterpenoides em sua composição (VIEIRA *et al.*, 2002). Os triterpenoides são substâncias já relatadas na litura, que podem atuar afetando os insetos de diversas formas, como ao provocar redução alimentar e a inibição do crescimento, afetando o sistema endócrino, enzimas reguladoras da metamorfose, e atividades desenvolvidas através pelos túbulos de Malpigue (CHAMPGNE *et al.*, 1992; DE PAULA *et al.*, 1997; MAIA *et al.*, 1998).

Assim, o potencial de repelência afeta diretamente a quantidade de alimento consumido na fase de larva do inseto, impactando sua capacidade de se nutrir e posteriormente outros aspectos do seu desenvolvimento, como a biomassa pupal (MARONEZE; GALLEGOS, 2009). A biomassa pupal é usada como um indicador de fecundidade para insetos, sendo ela afetada diretamente pela qualidade e quantidade do alimento consumido na fase larval e reduzindo a prole da fêmea na fase adulta (SALINAS, 1990; COSTA *et al.*, 2004). Ela é um exemplo concreto de como a repelência alimentar pode reduzir não somente o consumo direto da larva sobre a cultura, como também reduzir número de descendentes da próxima geração, impedindo que as larvas se alimentem adequadamente.

Outro ponto relevante é que das 50 larvas expostas aos extratos aquosos, 56% optaram por não consumir os dois discos oferecidos, apenas aqueles com tratamento controle. Esse comportamento indica que essas larvas não precisaram recorrer a mordidas de prova, o que é particularmente interessante em situações onde a aplicação do extrato é descontínua (KUMAR; CHAPMAN, 1984).

4 Conclusão

O extrato aquoso de *A. subelegans* na concentração de 10% apresentou efeito fagodeterrente sobre larvas de traça-das-crucíferas, reduzindo, conseqüentemente, os danos e prejuízos causados por *P. xylostella*. No entanto, se faz necessários novos estudos sobre o mecanismo de ação do extrato aquoso de *A. subelegans* e testes que avaliem a possibilidade de aplicação deste extrato botânico em áreas de cultivo orgânico.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem à Universidade Federal da Grande Dourados pela concessão de bolsa ao primeiro autor e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do

Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo financiamento previsto no edital nº 71/700.130/2018.

Referências

BAIDOO, P.; MOCHIAH, M. Comparing the effectiveness of garlic (*Allium sativum* L.) and hot pepper (*Capsicum frutescens* L.) in the management of the major pests of cabbage *Brassica oleracea* (L.). **Sustainable agriculture research**, vol. 5, p. 83–91, 2016.

BALDIN, E. L. L.; VENDRAMIM, J. D.; LOURENÇÃO, A. L. **Resistência de plantas a insetos: fundamentos a aplicações**. Piracicaba, Brasil: FEALQ, 2019.

BARROS, R.; THULER, R. T.; PEREIRA, F. F. Técnica de criação de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: PRATISSOLI, D. (Org.). **Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais**. 1. ed. Vitória: Edufes, vol.1, p. 65-84, 2012.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia Serviço de Saúde**, v. 16, n. 4, p. 279-293, 2007. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742007000400006>.

CHAMPGNE, D. E.; KOUL, O.; ISMAN, M. B.; SCUDDER, G. G. E.; TOWERS, H. N. Biological activity of limonoids from the rutaes. **Phytochemistry**, v. 31, p. 377, 1992.

COSTA, E. L.; SILVA, N. R. F. P.; FIÚZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biológica Leopoldensia**, v. 26, p. 173-185, 2004.

COTTIER W.; GALLEY R.A.E, MILANI R.; MOFIDI C.; REID A.; SIMMONS S.W.; WICHMAND H. **Expert Committee on Insecticides: Seventh Report** Geneva, Technical Report Series 125, 31p, 1957.

CROFT, B. A.; HULL, L. A.; **Chemical control and resistance in tortricoid pests of pome and stone fruits**. In: L.P.S. van der Geest and H.H. Evenhuis (Editors), *Tortricoid Pests*. Elsevier, Amsterdam, (in press), 1988.

DE PAULA, J. R.; VIEIRA, I. J.; C.; DA SILVA, M. F. G. F.; FO, E. R. FERNANDES, J. B.; VIEIRA, P. C.; PINHERIO, A. L.; VILELA, E. F. Flavonoids and a neolignan glucoside from *Guarea macrophylla* (Meliaceae). **Phytochemistry**, v. 44, 1449 p. 1997.

DENG, W.; LI, X.; AN, Z.; YANG, L.; HOU, K.; ZHANG, Y. Identification of sources of metal in the agricultural soils of the Guanzhong Plain, northwest China. **Environmental Toxicology and Chemistry**, vol. 36, p. 1510–1516, 2017.

FREITAS, A. F.; PEREIRA, F. F.; FORMAGIO, A. S. N.; LUCCHETTA, J. T.; VIEIRA, M. C.; MUSSURY, R. M. Effects of methanolic extracts of *Annona* species on the development and reproduction of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 43, p. 446-452, 2014.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p. 2002.

- HAYNES K. F. Sublethal Effects of Neurotoxic Insecticides on Insect Behavior. **Annual Review of Entomology**, v. 33, p. 149-168, 1988.
- KIM, S.; JUNG, J. Y.; KIM D. H.; LEE, H. S. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.293-303, 2003.
- KUMAR, K.; CHAPMAN, R. B. Sublethal effects of insecticides on the diamondback moth *Plutella xylostella* (L.). **Pesticide Science**. 15, p. 344–352 (1984).
- LU, Y.; SONG, S.; WANG, R.; LIU, Z.; MENG, J.; SWEETMAN, A.; JENKINS, A.; FERRIER, R.; LI, H.; LUO, W.; WANG, T. Impacts of Soil and Water Pollution on Food Safety and Health Risks in China. **Environment International**, vol. 55, p. 5-15, 2015.
- MAIA, B. H. L. N. S.; DE PAULA, J. R.; SANT'ANA, J.; DA SILVA, M. F. G. F.; FERNANDES, NAKATANI, M.; HUANG, R. C.; OKAMURA, H.; IWAGAWA, T. TADERA, K. Degraded limonoids from *Melia azedarach*. **Phytochemistry**, n. 49, p. 1773 – 1776, 1998.
- MARONEZE, D. M.; GALLEGOS, D. M. N. Efeito de extrato aquoso de *Melia azedarach* no desenvolvimento das fases imatura e reprodutiva de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). **Semina Ciências Agrárias**, v. 30, p. 537-550, 2009.
- MENEZES, E. L. A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 58 p. 2005.
- MONNERAT, R. G.; LEAL-BERTIOLI, S. C. M.; BERTIOLI, D. J.; BUTT, T. M.; BORDAT, D. Caracterização de populações geograficamente distintas da traça-dascrucíferas por suscetibilidade ao *Bacillus thuringiensis* Berliner e RAPD-PCR. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 607-609, 2004.
- NAWROT, J.; HARMATHA, J. Phytochemical feeding deterrents for stored product insect pests. **Phytochemical Review**, v. 11, p. 543-566, 2012.
- PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. Lawrence, USA: Kansas University Press, 520p, 1951.
- PANDA, N.; KHUSH, G. S. **Host plant resistance to insects**, Wallingford, UK: CAB International. 431p, 1995.
- PICANÇO, M. C; **Manejo Integrado de Pragas**, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa; p. 6- 41; 2010.
- POONSRI, W.; PLUEMPANUPAT, W.; CHITCHIRACHAN, P.; BULLANGPOTI, W.; KOUL, O. Insecticidal alkanes from *Bauhinia scandens* var. *horsfieldii* against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Industrial Crops and Products**, v. 65, p. 170-174, 2015.
- RIDLAND, P. M.; ENDERSBY, N. M. Some australian populations of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) show reduced susceptibility to fipronil. **Sixth International Workshop On Management Of The Diamondback Moth And Other Crucifer Insect Pests**. Nakhon Pathom, Thailand, 21-25 March, 2011. http://203.64.245.61/fulltext_pdf/EB/2011-2015/eb0170.pdf.

SALINAS, P. J. Studies on the ecology and behavior of the lagartae *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) III. Effects of size and shape of the host plant eaves, p. 40-43, 1990.

SILVA, V. C. A.; BARROS, R.; MARQUES, E. J.; TORRES, J. B. Suscetibilidade de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) aos fungos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000400016>

TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, vol. 38, p. 275-301, 1993.

VICKERS, R. A.; FURLONG, M. J.; WHITE, A.; PELL, J. K. Initiation of fungal epizootics in diamondback moth populations within a large field cage: proof of concept of auto-dissemination. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, vol. 111, p. 7-17, 2004.

VIEIRA, R.; ANTONIO J. L.; MONTEIRO, C. Evaluation of the central activity of the ethanolic extract of *Acosmium subelegans* (Mohlenbr) in mice. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, p. 50-51, 1 jan. 2002.

CAPÍTULO 8

EXTRATO ETANÓLICO DE *Campomanesia adamantium* (MYRTACEAE) AFETA A ECLOSÃO DOS OVOS DE TRAÇA-DAS-CRUCÍFERAS

ETHANOL EXTRACTS OF *Campomanesia adamantium* (MYRTACEAE) AFFECT HATCHING OF DIAMONDBACK MOTH EGGS

Silvana Aparecida de Souza 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil
*Autor correspondente: silvanaadesouza@gmail.com

Thais Silva de Souza 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Alana Martini Ferreira 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Claudemir Antonio Garcia Fioratti 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

Rosilda Mara Mussury 

Laboratório de Interação Inseto-Planta, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil

 DOI: 10.52832/wed.43.308

RESUMO

Nos últimos anos, os inseticidas naturais derivados de plantas têm recebido maior atenção devido a sua eficácia no controle de insetos-praga, ao mesmo tempo em que são menos prejudiciais ao meio ambiente, seletivos a organismos não-alvos, biodegradáveis e apresentam baixo custo e fácil elaboração e manejo. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a toxicidade do extrato etanólico de *Campomanesia adamantium* na concentração de 0,6% sobre o desenvolvimento embrionário de *Plutella xylostella*. Para isso, dois casais de *P. xylostella* foram individualizados em gaiolas plásticas para oviposição. Os discos de couve ovipositados foram recortados em áreas menores, com no máximo 10 ovos de *P. xylostella* e foram imersos no extrato etanólico durante 30 segundos, e ao longo de oito dias foram contabilizados o número de lagartas eclodidas. O extrato etanólico de *C. adamantium* comprometeu o desenvolvimento embrionário de traça-das-crucíferas, fazendo com que 32% ovos se tornassem inviáveis e não eclodissem. Sendo assim, o extrato etanólico de *C. adamantium* se mostrou uma alternativa promissora no controle de traça-das-crucíferas, resultando na redução da quantidade de indivíduos que chegariam à fase larval, estágio na qual o inseto causa perdas significativas aos agricultores.

Palavras-chave: Inseticida botânico. Manejo integrado de pragas. Ação ovicida. Guavira. Compostos bioativos.

ABSTRACT

In recent years, plant-derived natural insecticides have received increased attention due to their effectiveness in controlling insect pests, while being less harmful to the environment, selective for non-target organisms, biodegradable, less expensive, and easy to prepare and handling. In this sense, the objective of this work was to evaluate the toxicity of ethanol extracts of *Campomanesia adamantium* at a concentration of 0.6% on the embryonic development of *Plutella xylostella*. For this, two couples of *P. xylostella* were individualized in plastic cages for oviposition. The oviposited cabbage disks were cut into smaller areas, with a maximum of 10 *P. xylostella* eggs and were immersed in the ethanolic extract for 30 seconds, and over eight days the number of hatched caterpillars was counted. The ethanolic extract of *C. adamantium* compromised the embryonic development of the Diamondback moth, causing 32% of the eggs to become non-viable and not hatch. Thus, the ethanolic extract of *C. adamantium* proved to be a promising alternative for controlling Diamondback moth, resulting in a reduction in the number of individuals that would reach the larval stage, the stage in which the insect causes significant losses to farmers.

Keywords: Botanical insecticide. Integrated pest management. Ovicidal action. Guavira. Bioactive compounds.

1 Introdução

Há 2 milênios atrás, na Índia, China, Egito e Grécia, produtos à base de plantas já eram usados para realizar o manejo de pragas (ISMAN, 2006; LONG *et al.*, 2006; VENDRAMIM *et al.*, 2023), assim, a aplicação de produtos vegetais com potencial inseticida é muito antiga, e os primeiros inseticidas botânicos comercializados foram a rianodina, sabadilla, piretro e nicotina (LAGUNES-TEJEDA; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, 1992; VIEIRA *et al.*, 2001; ARNASON *et al.*, 2012).

O advento de inseticidas sintéticos, durante a Segunda Guerra Mundial, dá origem ao DDT, BHC e a uma gama de inseticidas clorados, aumentando a produtividade das plantações através de um controle de pragas mais eficiente (DAYAN *et al.*, 2009; VENDRAMIM *et al.*, 2023). Entretanto,

com o passar do tempo, o surgimento de pragas resistentes (PIMENTEL *et al.*, 1992, WIDAWSKY *et al.*, 1998, TORRES *et al.*, 2001; LU *et al.*, 2015); a morte de abelhas e borboletas (KÖHLER; TRIEBSKORN, 2013; BAIDOO; MOCHIAH, 2016); morte de inimigos naturais (AKTAR *et al.*, 2009; MKENDA *et al.*, 2015); e contaminação humana (VERGER; BOOBIS, 2013; OUYANG *et al.*, 2016), foram relacionados com o uso indiscriminado desses produtos, assim, novos produtos e formas de controle começaram a ser estudadas.

Plutella xylostella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), conhecida popularmente como traça-das-crucíferas, é uma praga cosmopolita que se alimenta exclusivamente de hortaliças pertencentes à família Brassicaceae (CHENG *et al.*, 2008; FURLONG *et al.*, 2013). Este microlepidóptero pode causar perdas de 100% da colheita (POONSRI *et al.*, 2015). Além disso, o custo com o manejo pode variar entre 4 a 5 bilhões de dólares anualmente (ZALUCKI *et al.*, 2012). A traça-das-crucíferas se tornou umas das principais pragas em todo o mundo, devido ao seu alto potencial reprodutivo e ciclo de vida curto (CAPINERA, 2008). Tais fatores somados a estratégias de controle inadequadas, fizeram com que a traça-das-crucíferas se tornasse resistente a 101 princípios ativos de pesticidas (APRD, 2022).

Desta forma, os inseticidas botânicos ressurgem como uma alternativa ao controle químico (RIBEIRO *et al.*, 2023). Os inseticidas de origem vegetal não favorecem a evolução da resistência em insetos herbívoros (GAIKWAD *et al.*, 2012; JOSEPH; SUJATHA, 2012), são menos tóxicos ao solo, água, à organismos não-alvos, como predadores naturais, polinizadores, vertebrados (DUBEY *et al.*, 2010) e invertebrados (de SOUZA *et al.*, 2023), apresentam custo reduzido e facilidade na aquisição, aplicação e manejo (PENTEADO, 1999).

O Cerrado brasileiro, que é o segundo maior bioma da América do Sul e abrange aproximadamente 22% do território nacional, apresenta uma rica diversidade de espécies vegetais e um alto grau de endemismo, com um total de 5.039 espécies endêmicas. Esse fato o coloca como um importante "hotspot" de biodiversidade. No entanto, essa biodiversidade está enfrentando sérias ameaças devido, principalmente, às alterações resultantes da expansão das atividades humanas (IBRAM, 2018). Dessa maneira, há diversas espécies com potencial para obtenção de extratos naturais que ainda são pouco exploradas comercial ou cientificamente, incluindo a *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, (Myrtaceae).

Campomanesia adamantium, também conhecida como Guavira ou Gabiroba, é utilizada para fins medicinais, com propriedades anti-inflamatórias, antidiarreico, além de apresenta frutos comestíveis (RIBEIRO *et al.*, 2022). De acordo com Coutinho *et al.* (2008), a *C. adamantium* possui em sua composição fitoquímica metabólitos secundários com ação antioxidante e ação inseticida já relatada, dentre eles, compostos fenólicos, como as flavonas e chalconas. Diante do exposto, o

objetivo deste trabalho foi avaliar a toxicidade do extrato etanólico de *Campomanesia adamantium* na concentração de 0,6% sobre o desenvolvimento embrionário de *P. xylostella*.

2 Material e Métodos

O experimento e a criação foram mantidos no Laboratório de Interação Inseto-planta (LIIP) pertencente a Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil, sob condições constantes de temperatura (25 ± 2 °C), umidade relativa ($70\% \pm 5\%$) e fotoperíodo de 12h.

2.1 Coleta e obtenção do extrato etanólico de *Campomanesia adamantium*

Folhas de *C. adamantium* completamente expandidas foram coletadas na fazenda Coqueiro (mata) no município de Dourados-MS ($22^{\circ}14'$ S, longitude de $54^{\circ} 9'$ W e 452m de altitude), Mato Grosso do Sul, Brasil. A coleta do material botânico foi autorizada pelo Conselho Nacional do Brasil Conselho de Pesquisa (CNPq) / Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN / MMA), no sob o número AF5E2AA. Exsiccatas foram depositadas no Herbário da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais da UFGD sob o número DDMS 5695.

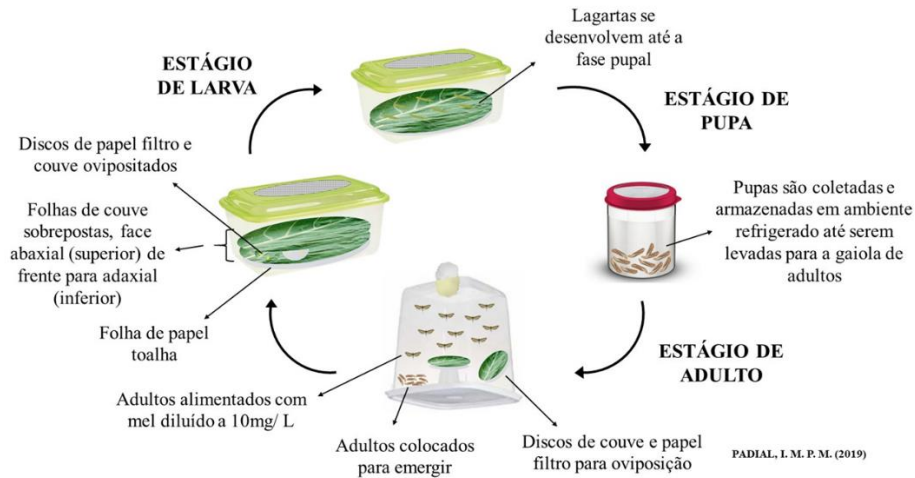
Posterior a coleta, as folhas foram previamente higienizadas em água corrente, secas em estufa de circulação forçada de ar durante 72 horas à 45°C e trituradas em moinho de facas industrial até a obtenção de um pó fino, que foi armazenado em recipientes plásticos sob proteção de umidade e luz.

Para a obtenção do extrato etanólico de *C. adamantium* (EE-CA) adicionou-se 75 g da matéria vegetal em 300mL de etanol (95%) por 7 dias consecutivos. Após esse período, a solução foi filtrada e foi adicionado mais 300mL de etanol sobre a matéria vegetal. Este processo foi realizado por 5 vezes consecutivas, totalizando 1,5 L de extrato bruto. O extrato bruto filtrado foi concentrado em rotaevaporador a 60°C e pressão reduzida. O extrato apresentou solubilização de 60%, apresentando, assim, uma concentração final de 0,6%. Os extratos foram então acondicionados em vidros herméticos e mantidos refrigerados (10°C).

2.2 Insetos

A criação estoque de *P. xylostella* foi estabelecida a partir de indivíduos coletados em hortas orgânicas de *Brassica oleracea* var. *acephala* localizadas no município de Itaporã, Mato Grosso do Sul, Brasil. Utilizou-se a metodologia adaptada de Barros *et al.* (2012) para a criação e multiplicação de *P. xylostella* (Figura 1).

Figura 1 – Representação esquemática da metodologia utilizada para a manutenção da criação-estoque de *Plutella xylostella*.



2.3 Efeito do extrato etanólico de *C. adamantium* (EE-CA) sobre a fase embrionária de *P. xylostella*

As pupas provenientes da criação-estoque de *P. xylostella* foram colocadas individualmente em tubos de ensaio até que os adultos emergissem. Após a emergência e a sexagem dos adultos, foram selecionados 2 casais com até 12 horas de idade, que foram liberados em gaiolas plásticas transparentes (8 cm de diâmetro x 6 cm de altura). Essas gaiolas continham 3 discos de couve com 4 cm de diâmetro, colocados sobre discos de papel filtro de 8 cm de diâmetro, que serviram como substrato para a oviposição.

Após 24 horas de oviposição, os discos com os ovos foram retirados e cuidadosamente cortados em áreas menores contendo 10 ovos (TORRES *et al.*, 2006). Em seguida, esses ovos foram imersos no EE-CA na concentração de 0,6% por 30 segundos, sendo que cada grupo de ovos foram individualizados em placas de Petri. O tratamento controle recebeu água destilada. Diariamente, o número de lagartas que eclodiram foi registrado e comparado com o número de ovos que apresentavam o córion transparente, utilizando uma lupa estereoscópica (Figura 2).

Figura 2 – Representação esquemática da metodologia utilizada para avaliar o efeito do EE-CA sobre a fase embrionária de *Plutella xylostella*.



Fonte: Souza (2023).

2.4 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 2 tratamentos (1 concentração e controle), sendo que cada tratamento foi composto por 10 repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo Teste de T ($P < 0,05$). Os dados foram representados como média \pm erro padrão da média.

3 Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos, o EE-CA na concentração de 0,6% afetou o desenvolvimento embrionário de traça-das-crucíferas, promovendo uma redução de aproximadamente 32% na viabilidade dos ovos quando comparado ao tratamento controle (Tabela 1).

Tabela 1 - Número médio (\pm EP) de larvas de *Plutella xylostella* emergidas de ovos expostos ao extrato etanólico de *C. adamantium*.

Tratamentos	Número de larvas eclodidas
Controle	10,00 \pm 0,00 a
EE-CA 0,6%	6,80 \pm 0,07 b
Valor de p	$p < 0,000001$

Para os valores de IP, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste T a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores (2023).

Embora haja pouco conhecimento sobre os efeitos das plantas inseticidas na fase embrionária de lepidópteros (RIBEIRO *et al.*, 2016), os resultados do presente trabalho evidenciam ação tóxica do extrato etanólico sobre o desenvolvimento embrionário de *P. xylostella*. Hipotetizamos que o efeito tóxico se deu devido às características morfológicas específicas dos

ovos, como a presença de microporos de 0,8 mm que permitem as trocas gasosas dentro do ovo ou a presença de um córion rugoso que facilita a permanência do extrato dentro do ovo (TORRES *et al.*, 2006).

Baldin *et al.* (2015) observaram que os extratos aquosos de folhas de *Piper aduncum* (Piperaceae), *Toona ciliata* (Meliaceae), *Trichilia casaretti* (Meliaceae), *Trichilia pallida* (Meliaceae), *Ruta graveolens* (Rutaceae) e *Plectranthus neochilus* (Lamiaceae) apresentaram efeito ovicida sobre ovos de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de tomate. Anteriormente, Tavares *et al.* (2010) verificaram que o óleo de nim (*Azardirachta indica*) e os extratos de citronela (*Cymbopogon nardus*) e sassafrás (*Ocotea odorifera*) apresentaram ação deletéria sobre os ovos de *Bemisia* sp., reduzindo a eclosão dos ovos em aproximadamente 58%.

A ação ovicida do EE-CA deve-se, possivelmente, a presença de quercetina, compostos fenólicos flavonoides, taninos e saponinas (FERREIRA *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2016). Os flavonoides podem afetar o desenvolvimento do inseto (REYES-CHILPA *et al.*, 1995), a reprodução, diminuir a oviposição (MUSAYIMANA *et al.*, 2001; SIMMONDS, 2001) e reduzir da eclosão dos ovos (SALUNKE *et al.*, 2005).

4 Conclusão

O extrato etanólico de *C. adamantium* na concentração de 0,6% afeta a eclosão dos ovos de traça-das-crucíferas, se tornando uma alternativa promissora de controle de *P. xylostella*. Além disso, se faz necessário novos estudos com a espécie vegetal sobre *P. xylostella* e testes sobre seu mecanismo de ação.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa ao primeiro autor e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo financiamento previsto no edital n° 71/700.130/2018.

Referências

AKTAR, M.W.; SENGUPTA, D.; CHOWDHURY, A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. **Interdisciplinary Toxicology**, vol. 2, p. 1-12, 2009.

APRD, Arthropod Pesticide Resistance Database. *Plutella xylostella*. 2019.

- ARNASON, J. T.; SIMS, S. R.; SCOTT, I. M. **Natural products from plants as insecticides.** *In: Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).* UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, England. 2012.
- BAIDOO, P.; MOCHIAH, M. Comparing the effectiveness of garlic (*Allium sativum* L.) and hot pepper (*Capsicum frutescens* L.) in the management of the major pests of cabbage *Brassica oleracea* (L.). **Sustainable agriculture research**, vol. 5, p. 83–91, 2016.
- BALDIN, E.L.L.; FANELA, T.L.M.; PANNUTI, L.E.R.; KATO, M.J.; TAKEARA, R.; CROTTI, E.M. Botanical extracts: alternative control for silverleaf whitefly management in tomato. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 059-065, 2015.
- BARROS, R.; THULER, R. T.; PEREIRA, F. F. Técnica de criação de *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: PRATISSOLI, D. (Org.). **Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais.** Vitória: Edufes, vol.1, p. 65-84, 2012.
- CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of Entomology.** Springer. Gainesville, ed. 2, vol. 4, 2008.
- CHENG, L.; YU, G.; CHEN, Z.; LI, Z. Insensitive acetylcholine receptor conferring resistance of *Plutella xylostella* to nereistoxin insecticides. **Agricultural Sciences in China**, vol.7, p.847-852, 2008.
- COUTINHO, I. D.; COELHO, R. G.; KATAOKA, V. M. F.; HONDA, N.; SILVA, J. R. M.; VILEGAS, W.; CARDOSO, C. Determination of phenolic compounds and evaluation of antioxidant capacity of *Campomanesia adamantium* leaves. **Ecletica química**, v. 33, p. 53-60, 2008.
- DAYAN, F. E.; CANTRELL, C. L.; DUKE, S. O. Natural products in crop protection. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**, vol.17, p. 4022-4034, 2009.
- DUBEY, N.K.; SHUKLA, R.; KUMAR, A.; SINGH, P.; PRAKASH, B. Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture, **Current Science**, vol.98, p. 479–480, 2010.
- FERREIRA L. C.; GRABER-GUIMARÃES A.; DE PAULA C. A.; MICHEL M. C. P.; GUIMARÃES R. G.; REZENDE, S. A.; DE SOUZA-FILHO J. D.; SAÚDE-GUIMARÃES D. A. Antiinflammatory and antinociceptive activities of *Campomanesia adamantium*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 145, p. 100–108, 2013.
- FURLONG, M. J.; WRIGHT, D. J.; DOSDALL, L. M. Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress, and Prospects. **Annual Review of Entomology**, vol. 58, p. 517-541, 2013.
- GAIKWAD, R.S.; KAKDE, R.B.; KULKARNI, A.U.; GAIKWAD, D.R.; PANCHIA, V.H. In vitro antimicrobial activity of crude extracts of *Jatropha* species, **Current Botany**, vol. 3, p. 09–15, 2012.
- IBRAM (Instituto Brasília Ambiental). Bioma Cerrado. Brasília, DF, 2018. Disponível em <http://www.ibram.df.gov.br/biomacerrado/?fbclid=IwAR07jc70SAyMspGaSIXxd8EIVNk_7pQAut4sHeGv2v_aFtz8KC20uijTjbU>. Acesso em 29 de abril de 2023.
- ISMAN, M. B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**, v. 51, p. 45-66, 2006.

- JOSEPH, B.; SUJATHA, S. Insight of botanical based biopesticides against economically important pest. **International Journal of Pharmaceutical and Life Science**, vol. 11, p. 2138–2148, 2012.
- KÖHLER, H. R.; TRIEBSKORN, R. Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond? **Science**, vol. 341, p. 759-765, 2013.
- LAGUNES-TEJEDA, A.; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, C. Los extractos acuosos vegetales com atividade insecticida: El combate de la conchuela del frijol. **Temas selectos de manejo de insecticidas agrícolas**, 3. **CONACYT**, Montecillo, México. 1992.
- LONG, Z.; HOCK, S.; HUNG, S. Screening of Chinese medicinal herbs for bioactivity Against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbs). **Journal of Stored Products Research**, v. 43, p. 290-296, 2006.
- LU, Y.; SONG, S.; WANG, R.; LIU, Z.; MENG, J.; SWEETMAN, A.; JENKINS, A.; FERRIER, R.; LI, H.; LUO, W.; WANG, T. Impacts of Soil and Water Pollution on Food Safety and Health Risks in China. **Environment International**, vol. 55, p. 5-15, 2015.
- MKENDA, P.; MWANAUTA, R.; STEVENSON, P.C.; NDAKIDEMI, P.; MTEI, K.; BELMAIN, S.R. Extracts from field margin weeds provide economically viable and environmentally benign pest control compared to synthetic pesticides. **PLoS ONE**, vol. 10, p. 1–14, 2015.
- MUSAYIMANA, T.; SAXENA, R. C.; KAIRU, E. W.; OGOL, C. P. K. O.; KHAN, Z. R. Effects of neem seed derivatives on behavioral and physiological responses of the 58 *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, vol. 94, p. 449-454, 2001.
- OUYANG, W.; CAI G.; HUANG W.; HAO F. Temporal-spatial loss of diffuse pesticide and potential risks for water quality in China. **Science of the Total Environment**, vol. 541, p. 551–558, 2016.
- PENTEADO, S. R. **Defensivos agrícolas naturais**. 3ªed. Campinas – SP, 95 p.; 1999.
- PIMENTEL, D.; ACQUAY, H.; BILTONEN, M.; RICE, P.; SILVA, M.; NELSON, J.; LIPNER, V.; GIORDANO, S.; HOROWITZ, A.; D'AMORE, M. Environmental and Economic Costs of Pesticide Use. **BioScience**, vol. 42, p. 750–760, 1992.
- POONSRI, W.; PLUEMPANUPAT, W.; CHITCHIRACHAN, P.; BULLANGPOTI, W.; KOUL, O. Insecticidal alkanes from *Bauhinia scandens* var. *horsfieldii* against *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Industrial Crops and Products**, vol. 65, p. 170-174, 2015.
- REYES-CHILPA, R.; VIVEROS-RODRIGUEZ, N.; GOMEZ-GARIBAY, F.; ALAVEZSOLANO, D. Antitermitic activity of *Lonchocarpus castilloi* flavonoids and heartwood extracts. **Journal of Chemical Ecology**, v. 21, p. 455-463, 1995.
- RIBEIRO, L. M.; NOBREGA, M. A. S.; SOARES, J. S.; SORGATO, J. C.; VIEIRA, M. C. Caracteres morfoanatómicos de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, uma planta medicinal do cerrado brasileiro. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 17, n. 1, p. 117–125, 2020.

RIBEIRO, L. P.; BIERMANN, A. C. S.; DORNELES, M. P.; VENDRAMIM, J. D. Ação de inseticidas botânicos sobre o curuquerê-da-couve. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 2, p. 84-89, 2016.

SALUNKE, B. K.; KOTKAR, H. M.; MENDKI, O. S.; UPASANI, S. M.; MAHESHWARI, V. L. Efficacy of flavonoids in controlling *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae), a post-harvest pest of grain legumes, **Crop Protection**, vol. 24, p. 888-893, 2005.

SIMMONDS, M. S. J. Importance of flavonoids in insect-plant interactions: feeding and oviposition. **Phytochemistry**, vol. 56, p. 245-252, 2001.

de SOUZA, S. A.; PADIAL, I. M. P. M.; DOMINGUES, A.; MAUAD, J. R. C.; FORMAGIO, A. S. N.; CAMPOS, J. F.; MALAQUIAS, J. B.; MUSSURY, R. M. An Interesting Relationship between the Insecticidal Potential of *Simarouba* sp. in the Biology of Diamondback Moth. **Sustainability**, vol. 15, 7759, 2023.

TAVARES, A.; SALLES, R.; OBRZUT, V. Efeito ovicida de nim, citronela e sassafrás sobre a mosca branca *Bemisia* spp. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, vol. 8, p. 153-159, 2010.

TORRES, A. L.; BOICA JUNIOR, A. L.; MEDEIROS, C. A. M.; BARROS, R. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Bragantia**, vol. 65, p. 447-457, 2006.

TORRES, A.L.; BARROS, R.; OLIVEIRA, J. D. Efeito de extratos aquosos de plantas do desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, vol. 30, p. 151-156, 2001.

VENDRAMIM, J. D.; RIBEIRO, L. P.; BALDIN, E. L. L. Conceitos, histórico e estado da arte das pesquisas com inseticidas botânicos no Brasil. In: RIBEIRO, L. P.; VENDRAMIM, J. D.; BALDIN, E. L. L. **Inseticidas Botânicos no Brasil: Aplicações, potencialidades e perspectivas**. FEALQ, Piracicaba, São Paulo, Brasil. 2023.

VERGER P. J. P.; BOOBIS A. R. Reevaluate pesticides for food security and safety. **Science**, vol.341, p. 717-718, 2013.

VIEIRA, P. C.; MAFEZOLI, J.; BIAVATTI, M. W. Inseticidas de origem vegetal. In: FERREIRA, J. T. B.; CORRÊA, A. G.; VIEIRA, P. C. (Orgs.). **Produtos naturais no controle de insetos**. EdUFSCar, São Carlos, SP, Brasil. 2001.

WIDAWSKY, D. S. R.; JIN, S.; HUANG, J. Pesticide productivity, host-plant resistance and productivity in China. **Agricultural Economics**, VOL. 19, p. 203-217, 1998.

ZALUCKI, M. P.; SHABBIR, A.; SILVA, R.; ADAMSON, D.; SHU-SHENG, L.; FURLONG, M. J. Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera:Plutellidae): just how long is a piece of string? **Journal of Economic Entomology**, vol. 105, p. 1115-1129, 2012.

CAPÍTULO 9

TOXICIDADE POR CONTATO DO ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO SICILIANO SOBRE *Sitophilus zeamais* (Mots.,1855) (Coleoptera: Curculionidae) EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADO

CONTACT TOXICITY OF SICILIAN LEMON ESSENTIAL OIL ON *Sitophilus zeamais* (Mots.,1855) (Coleoptera: Curculionidae) IN STORED MAIZE GRAIN

Matheus Rodrigues Frota 

Universidade Federal do Piauí, Graduação em Ciências biológicas, Teresina-PI, Brasil;
*Autor correspondente: frota5861@gmail.com

Lúcia da Silva Fontes 

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Biologia – Laboratório de Entomologia, Teresina-PI, Brasil;

Rodrigo de Carvalho Brito 


Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Teresina-PI, Brasil;

Douglas Rafael e Silva Barbosa 

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA;

Alyne Freire de Melo 

Universidade Federal do Piauí, Pós-Graduação em desenvolvimento e meio ambiente, Teresina-PI, Brasil.

 DOI: 10.52832/wed.43.314

RESUMO:

Devido ao expressivo aumento na produção e exportação de milho (*Zea mays*) é fundamental ampliar os cuidados no processo pós-colheita, a fim de minimizar as perdas na safra. Juntamente com o aumento na produção de milho, há também a incidência de *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera: Curculionidae), um dos principais causadores de danos. O trabalho avaliou a toxicidade por contato do óleo de limão siciliano sobre *S. zeamais* em grãos de milho. O teste foi realizado com quatro repetições, visando definir as concentrações letais (CL₅₀ e CL₉₅) do óleo. Para cada teste foram utilizados 20g de milho, concentrações do óleo que variavam de 0 µL a 160 µL e 10 insetos não sexados de 0 a 10 dias de idade. Após 48 horas de confinamento, foi avaliada a mortalidade dos adultos. O número de insetos emergidos foi contabilizado 55 dias após o confinamento. O teste mostrou que as concentrações letais CL₅₀ e CL₉₅ testadas sobre *Sitophilus zeamais* foram de 125,34 µL/20g e 225,91 µL/20g, respectivamente, demonstrando pouca efetividade na mortalidade do inseto devido seu baixo potencial tóxico. O óleo demonstrou um efeito tóxico para a biologia do inseto, apresentando taxas de emergência inferiores a 2% em concentrações superiores a 100 µL/20g.

Palavras-chave: Controle de pragas. Grãos armazenados. Inseticidas botânicos. Toxicidade.

ABSTRACT:

Due to the significant increase in the production and export of maize (*Zea mays*), post-harvest care must be increased in order to minimize crop losses. In tandem with the increase in corn production, the incidence of *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera: Curculionidae), one of the most significant causes of injury, has also increased. This research assessed the contact toxicity of Sicilian lemon oil against *S. zeamais* in maize grains. The experiment was repeated four times to determine the lethal concentrations (LC₅₀ and LC₉₅) of the oil. For each experiment, 20g of corn, oil concentrations spanning from 0 to 160 µL /20g L, and 10 insects aged between 0 and 10 days were employed. After 48 hours of confinement, adult mortality was assessed. After 55 days in captivity, the number of emerged insects was tallied. The test revealed that the lethal concentrations LC₅₀ and LC₉₅ tested on *S. zeamais* were 125.34 µL /20g and 225.91 µL /20g, respectively, demonstrating little efficacy in the insect's demise due to its minimal toxicity. At concentrations greater than 100 µL /20g, the oil exhibited a deleterious effect on the insect's biology, with emergence rates below 2%.

Keywords: Pest control. Stored grain. Botanical insecticides. Toxicity.

1 Introdução

A cultura do milho (*Zea mays*) tem uma função crucial na expansão econômica de várias nações e tem sido cada vez mais incorporado à alimentação das pessoas em todo o mundo. Além disso, o incremento na produção interna tem se intensificado ao longo dos últimos anos, o que tem impulsionado a competitividade no cenário internacional, permitindo que o Brasil amplie suas exportações de maneira expressiva, principalmente após a diminuição da propagação da pandemia, que causou uma redução nos preços do milho nos mercados externos e interno (CONAB, 2022).

Devido ao expressivo aumento na produção e exportação de milho, bem como à sua importância para a economia brasileira, é fundamental ampliar os cuidados no processo pós-colheita, a fim de minimizar as perdas na safra. Para garantir a durabilidade dos grãos colhidos, é necessário adotar práticas adequadas de limpeza, secagem e ventilação no local de armazenamento,

além de combater a proliferação de fungos e insetos-praga. Caso não sejam tomadas essas medidas, há riscos de perda quantitativa e qualitativa do estoque de grãos armazenados (LORINI *et al.*, 2015). Juntamente com o aumento na produção de milho, há também a incidência de insetos-praga, sendo que o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera), é um dos principais causadores de danos. Esta praga é classificada como interna e primária, apresentando infestação cruzada, o que significa que pode afetar as sementes tanto no campo quanto no armazém, após a colheita. Os ovos depositados no grão, as larvas e os adultos provocam desvalorização comercial, redução de peso e perda de qualidade dos grãos. O ciclo de vida do gorgulho do milho é de 34 dias, com uma incubação de 3 a 6 dias (BRITO, 2015; TAVARES; VENDRAMIM, 2005).

A aplicação de pesticidas químicos artificiais tem sido amplamente difundida para o controle de pragas em grãos armazenados. Entretanto, a utilização inadequada desses produtos pode resultar em consequências indesejáveis, como a seleção de insetos resistentes aos pesticidas, a presença de resíduos químicos nas sementes, a morte de organismos não planejados, como polinizadores e predadores naturais das pragas, além de diversos efeitos ambientais, incluindo a contaminação do solo, dos sistemas aquáticos e a diminuição da biodiversidade. É importante lembrar que há também riscos potenciais de intoxicação para humanos e animais (GULLAN, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2007). Pesquisas já avaliaram a resistência de algumas populações de *S. zeamais* em várias regiões brasileiras e comprovaram resistência a pelo menos 6 ingredientes ativos dos inseticidas sintéticos (APRD, 2021): Clorpirifos-metila, cipermetrina, deltametrina, permetrina (RIBEIRO *et al.*, 2003), indoxacarbe (HADDI *et al.*, 2015) e fosfina (PIMENTEL *et al.*, 2009).

Uma opção para substituir o uso de defensivos químicos na luta contra insetos pragas em grãos armazenados são os óleos essenciais extraídos de plantas com propriedades inseticidas naturais. Essas plantas têm uma defesa natural, que consiste em compostos químicos produzidos durante o metabolismo secundário vegetal, os quais impedem a ação de insetos herbívoros, diminuindo a alimentação, reduzindo a postura de ovos ou impedindo o desenvolvimento larval (RODRIGUES *et al.*, 2017).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade, por contato do óleo essencial de limão siciliano (*Citrus limon*) sobre *Sitophilus zeamais* em grãos de milho, visando o controle do inseto praga.

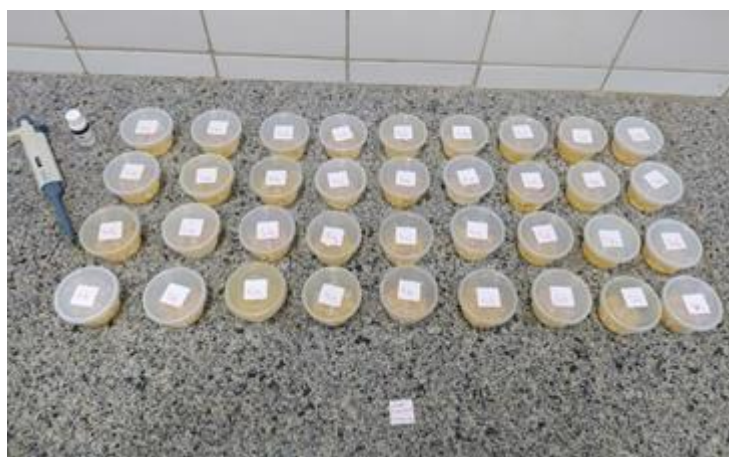
2 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia, Departamento de Biologia da Universidade Federal do Piauí, sendo analisado a toxicidade do óleo essencial de limão siciliano (*Citrus limon*) sobre *Sitophilus zeamais* em grãos de milho, com temperatura e umidade

relativa monitoradas e fotofase de 12h. Os insetos foram obtidos de uma criação de *S. zeamais* existente no próprio laboratório. Estes foram criados por várias gerações, em grãos de milho, *Zea mays*, acondicionados em recipientes de vidro de 400 ml de capacidade, devidamente fechados com tampa plástica perfurada, revestida internamente com tecido fino transparente tipo *voil* para permitir a passagem do ar. Insetos de 0-10 dias de idade foram confinados durante 2 dias para efetuarem a postura, em seguida retirados, e os recipientes mantidos sob temperatura de $26,0 \pm 2,0$ °C, umidade relativa de $60,0 \pm 10,0\%$ e fotofase de 12h até a emergência dos adultos. O óleo essencial utilizado, limão siciliano (*Citrus limon*), foi adquirido no comércio.

O teste de toxicidade por contato foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, visando definir as concentrações letais (CL_{50} e CL_{95}) do óleo essencial utilizado. Para cada teste foram utilizadas parcelas com 20g de milho, acondicionados em recipientes de plástico de 250 ml de capacidade, devidamente fechados e com tampa perfurada para permitir as trocas gasosas com o exterior, impedindo a fuga dos insetos (Figura 1). O óleo foi adicionado aos grãos com pipetador automático, em concentrações que variavam de 0 μ L, grupo controle que não apresenta óleo ou nenhuma outra substância, a 160 μ L, e submetidos à agitação manual durante aproximadamente dois minutos e em seguida infestados com 10 insetos não sexados de *S. zeamais* de 0 a 10 dias de idade. Após 48 horas de confinamento, foi avaliada a mortalidade dos adultos. Para testar o efeito sobre a biologia do inseto foram testadas concentrações que variavam de 100 a 160 μ L e o número de insetos emergidos foi contabilizado 55 dias após o confinamento. As Concentrações Letais (CL_{50} e CL_{95}) do óleo essencial de Limão Siciliano foi determinada através do PROC PROBIT do programa SAS version 8.02 (SAS INSTITUTE, 2001).

Figura 2 - Teste de toxicidade por contato.



Fonte: Frota (2023).

3 Resultados e Discussão

Após o contato com o óleo de limão siciliano, foi analisada a taxa de mortalidade dos insetos, bem como a determinação das concentrações letais, CL_{50} e CL_{95} (Tabela 1). Foi constatado que o óleo apresentou baixo potencial tóxico, uma vez que é necessário utilizar doses elevadas para eliminar a população da praga. As doses inferiores a 100 $\mu\text{L}/20\text{g}$ apresentaram taxas de mortalidade inferiores a 15%. Apenas nas concentrações superiores a 140 $\mu\text{L}/20\text{g}$ que as taxas de mortalidade foram superiores a 50%. Por ser um óleo composto majoritariamente por limoneno, composto utilizado em inseticidas e repelentes, sua eficácia pode variar de acordo com a espécie de inseto, a concentração que está sendo aplicada e a formulação do produto utilizado (GUETTAL *et al.*, 2020; KARR; COATS, 1988; LIAO *et al.*, 2022; MOSSA, 2016). A partir das análises do parâmetro de toxicidade por contato do óleo de limão siciliano foi possível determinar, através do PROC PROBIT do programa SAS version 8.02 (SAS INSTITUTE, 2001), as concentrações letais de 50% ($CL_{50} = 125,34 \mu\text{L}/20\text{g}$) e 95% ($CL_{95} = 225,91 \mu\text{L}/20\text{g}$) para adultos de *S. zeamais* (Tabela 1).

Tabela 1 - Toxicidade por contato do óleo essencial de limão siciliano em adultos de *Sitophilus zeamais*.

Tratamento	N	GL	Inclinação \pm EPM	CL_{50} (IC95%) *	CL_{95} (IC95%) *	X^2	P^1
Óleo de limão siciliano	240	4	6,43 \pm 0,91	125,34 (117,63-133,68)	225,91 (196,29-287,30)	5,81	0,21

* $\mu\text{L} / 20 \text{ g}$ de grãos; N = número de insetos usados no teste; GL = grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança; c^2 = Qui-quadrado; p^1 = Valor de probabilidade para o modelo de Probit ($P > 0,05$).

Fonte: Autores (2023).

A partir da contagem dos adultos emergidos foi constatado o efeito tóxico para a biologia do inseto, visto que nas concentrações superiores a 100 $\mu\text{L}/20\text{g}$ a taxa de emergência foi inferior a 2%. Os compostos presentes no óleo afetaram principalmente a oviposição do inseto, pois não foi observado nenhum desenvolvimento de larvas durante o período em que o experimento foi mantido até a esperada emergência dos adultos.

O uso de óleos essenciais para controle de *S. zeamais* tem sido amplamente difundido. A avaliação de diversos óleos tem sido feita, entre eles os de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) (Lamiaceae), cabreúva (*Myrocarpus frondosus* A.) (Fabaceae), limão siciliano (*Citrus limonum* L.) (Rutaceae) e hortelã pimenta (*Mentha piperita* L.) (Lamiaceae) que foram testados para controle das pragas de grãos armazenado *S. zeamais* e *Acanthoscelides obtectus*. O óleo essencial de *R. officinalis* apresentou CL_{50} e CL_{90} de 3,77 $\mu\text{L}/\text{mL}$ ar e 6,49 $\mu\text{L}/\text{mL}$ ar respectivamente sobre *A. obtectus*. Os óleos de *M. piperita*, *C. limonum* e *M. frondosus* proporcionaram mortalidade entre 65% e 4%.

Entretanto os mesmos óleos essenciais provocaram mortalidades em *S. zeamais* entre 0% e 41%. Os óleos essenciais apresentaram toxicidade fumigante sobre as duas pragas de grãos armazenados *S. zeamais* e *A. obtectus* (ATAIDE *et al.*, 2020).

Apesar de já ter sido testada a atividade acaricida do óleo de limão siciliano (DE CARVALHO; ZAGO, 2017) e outras espécies de citrus (Rutaceae) (NEVES *et al.*, 2009) sobre *Tetranychus urticae* (KOCH, 1836) (ACARI: TETRANYCHIDAE) e o potencial inseticida de espécies de citrus sobre outros insetos como *Bemisia tabaci* (GENN 1889) (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) (RIBEIRO, 2010), ainda há pouco na literatura sobre os efeitos tóxicos, repelentes e fumigantes do óleo de limão siciliano sobre *S. zeamais*, reforçando a necessidade de novos estudos que confirmem as condições para que seu potencial tóxico seja alcançado.

Sobre *Spodoptera frugiperda*, Nascimento (2016) avaliou a atividade biológica de *Citrus aurantium* var. *amara* e var. *dulcis*, *Citrus limon*, *Citrus aurantifolia* e *Citrus reticulata*, bem como dos enantiômeros R e S-Limoneno, o inseticida botânico Azamax e o sintético Decis 25 EC. No teste de contato residual, dentre os óleos essenciais e constituintes testados o único cuja concentração letal (CL₅₀) alcançou mesmo nível de toxicidade observado para o controle positivo Azamax foi o *C. aurantifolia*. O constituinte R-limoneno não causou mortalidade na praga mesmo nas maiores concentrações testadas (125 µl/mL). No teste de contato tópico, nas primeiras 48 h, o único dentre os óleos essenciais e compostos a alcançar mesmo nível de toxicidade apresentado pelo controle positivo Azamax foi o S-limoneno. Dentre os tratamentos testados apenas os óleos essenciais das cascas de *C. aurantium* var. *amara*, *C. limon* e o controle positivo Decis 25 EC apresentaram efeito de deterrência sobre a alimentação de larvas de terceiro instar de *S. frugiperda*, todos os demais tratamentos foram neutros.

4 Conclusão

O teste de contato realizado com o óleo essencial de limão siciliano (*Citrus limon*) mostrou que as concentrações letais CL₅₀ e CL₉₅ sobre *Sitophilus zeamais* foram de 125,34 µL/20g e 225,91 µL/20g, respectivamente, demonstrando pouca efetividade na mortalidade do inseto devido seu baixo potencial tóxico. O óleo demonstrou um efeito tóxico para a biologia do inseto, apresentando taxas de emergência inferiores a 2% em concentrações superiores a 100 µL/20g.

Referências

ARPD, 2021. **Arthropod Pesticide Resistance Database e Michigan State University**. <https://www.pesticideresistance.org/>. last accessed 12 Fev 2022.

ATAIDE, J. O.; DEOLINDO, D. F.; HOLTZ, F. G.; HUVER, A.; ZAGO, H. B.; MENINI, L.; SANTOS JÚNIOR, H. J. G. Toxicidade de *Rosmarinus officinalis*, *Myrocarpus frondosus*, *Citrus limonum* e *Mentha piperita* sobre pragas de grãos armazenados. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 12827-12840, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-227>

BRITO, S. M. **Manejo de *Sitophilus zeamais* em milho doce através da resistência hospedeira por antixenose e antibiose.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília. 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 10 décimo levantamento, julho 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/48137_6239e58c7fc01900f76618eb4ca2bb01. Acesso em: 15 mai. 2023.

DE CARVALHO, J. R.; ZAGO, H. B. Avaliação de óleos essenciais para o controle de *Tetranychus urticae* (KOCH, 1836) (ACARI: TETRANYCHIDAE). XXI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VII Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. **Anais [...]**. Paraíba, 2017. Disponível em: RE_1051_0767_01.pdf (univap.br). Acesso em 15 mai. 2023.

GUETTAL, S.; SAMIR, T.; FOUZIA, T. D.; SOLTANI, N. Evaluation of *Citrus limonum* (Sapindales: Rutaceae) L. essential oil as protectant against the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Allelopathy Journal**. v. 51, n. 1, p. 79-92, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.26651/allelo.j/2020-51-1-1292>

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**, 3º ed. São Paulo: roca, 2007.

HADDI, K.; MENDONCA, L.; DOS SANTOS, M.; GUEDES, R.; OLIVEIRA, E. Mecanismos metabólicos e comportamentais de resistência ao indoxacarbe em *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 1, p. 362-369, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/tou049>

KARR, Laura L.; COATS, Joel R. Insecticidal properties of d-limonene. **Journal of Pesticide Science**, v. 13, n. 2, p. 287-290, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1584/jpestics.13.287>

LIAO, M., LI, S., WU, H., GAO, Q., SHI, S., HUANG, Y., CAO, H. Transcriptomic analysis of *Sitophilus zeamais* in response to limonene fumigation. **Pest Manag Sci**, 78: 4774-4782. 2022.

LORINI, I; KRYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas. Brasília: **Embrapa**, p. 84, 2015.

MOSSA, A. T. Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. **Journal of environmental science and technology**, v. 9, n. 5, p. 354, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3923/jest.2016.354.378>

NASCIMENTO, A. F. d. **Atividade de óleos essenciais e compostos majoritários de plantas das famílias *Piperaceae*, *Myrtaceae* e *Rutaceae* sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).** 2016. 118 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016

NEVES, A. I.; NEVES, R. C. S.; DE MORAES, M. M.; GOMES, A. A.; BOTELHO, P. S.; JUNIOR, C. P. A.; CAMARA, C. A. G. **Atividade fumigante do óleo essencial de sete espécies de citrus (rutaceae) sobre *Tetranychus urticae* (ácaro rajado)**. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/jepeX2009/cd/resumos/R0192-2.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2023.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D. \ 'A; GUEDES, R. N. C.; SOUSA, A. H.; TOTOLA, M. R. Resistência à fosfina em populações brasileiras de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Journal of Stored Products Research**, 45 71-74, 2009.

RIBEIRO, B. M.; GUEDES R. N. C.; OLIVEIRA, E. E.; SANTOS, J. P. Resistência e sinergismo a inseticidas em populações brasileiras de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) **Journal of Stored Products**, v. 39, p. 21-31, 2003.

RIBEIRO, L. P.; RIGO, D. S.; PEREIRA, E.; COSTA, E. C. Pós inertes alternativos no controle do gorgulho do milho *Sitophilus Zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p. 719-722, 2007.

RIBEIRO, N. de C. **Potencial inseticida de óleos essenciais de espécies do gênero Citrus sobre Bemisia tabaci (Genn., 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae)**. 2010. 58 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

RODRIGUES, J. A.; CARVALHO, D. S.; BARBOSA, J. M.; CARVALHO, J. R.; VIANNA, U.R. A versatilidade no uso de óleos essenciais. **Tópicos especiais em ciência animal VI**, v. 1, p. 97-108, 2017.

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

CAPÍTULO 10

AVALIAÇÃO DA AÇÃO FUMIGANTE DO ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO SICILIANO SOBRE *Sitophilus zeamais* (MOTS.,1855) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM GRÃOS DE MILHO ARMAZENADO

EVALUATION OF THE FUMIGANT ACTION OF SICILIAN LEMON ESSENTIAL OIL ON *Sitophilus zeamais* (MOTS.,1855) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN STORED MAIZE GRAIN

Matheus Rodrigues Frota 

Universidade Federal do Piauí, Graduação em Ciências biológica, Teresina-PI, Brasil;
*Autor correspondente: frota5861@gmail.com

Lúcia da Silva Fontes 

Universidade Federal do Piauí, Departamento de Biologia – Laboratório de Entomologia, Teresina-PI, Brasil;

Rodrigo de Carvalho Brito 

Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Teresina-PI, Brasil;

Douglas Rafael e Silva Barbosa 

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

Francisco Hugo Cavalcante Neto 

Universidade Federal do Piauí, Graduação em Ciências biológica, Teresina-PI, Brasil;

Leonardo Prado Leal 

Universidade Federal do Piauí, Graduação em Ciências biológica, Teresina-PI, Brasil;

Bruno Rodrigues Oliveira 

Universidade Federal do Piauí, Graduação em Ciências biológica, Teresina-PI, Brasil;

 DOI: 10.52832/wed.43.315

RESUMO

Por sua importância no cenário nacional e mundial, os cuidados no armazenamento do milho (*Zea mays*) para diminuição de perdas na safra, são fundamentais. O principal causador de perdas quantitativas e qualitativas do grão é o inseto-praga *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera). O trabalho avaliou a toxicidade por fumigação do óleo de limão siciliano sobre *S. zeamais* em grãos de milho. O teste foi realizado visando definir as concentrações letais (CL_{50} e CL_{95}) do óleo, utilizando-se câmaras de plástico (80 mL) cilíndricas. O óleo foi aplicado com pipetador automático, em papéis defiltro com área (cm^2) definida pela tampa do recipiente, fixados na superfície inferior da mesma. Foram utilizadas concentrações que variavam de 0 a 160 μL e 10 insetos não sexados em cada câmara. Para evitar o contato direto dos insetos com o óleo foi utilizado um tecido fino, transparente tipo *voil*, entre a câmara e a tampa. Após 48 horas de confinamento, foi avaliada a mortalidade dos adultos. O teste mostrou que as concentrações letais CL_{50} e CL_{95} foram 52,03 $\mu L/80ml$ e 93,08 $\mu L/80ml$, respectivamente, demonstrando sua efetividade em concentrações maiores que 80 $\mu L/80ml$, causando uma taxa de mortalidade superior a 92%, evidenciando seu efeito tóxico.

Palavras-chave: Controle de pragas. Grãos armazenados. Inseticidas botânicos. Fumigação.

ABSTRACT

Due to its national and international significance, maize (*Zea mays*) must be stored with care in order to prevent crop losses. Insect pest *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera) is the leading cause of both quantitative and qualitative cereal losses. This research assessed the fumigant toxicity of Sicilian lemon oil against *S. zeamais* in maize cereals. The experiment was conducted to determine the lethal concentrations (LC_{50} and LC_{95}) of the oil using 80 mL cylindrical plastic chambers. The oil was applied using an automatic pipettor to filter papers whose area (cm^2) was determined by the container's lid, which was affixed to its lower surface. In each chamber, concentrations ranging from 0 to 160 μL and 10 unsexed insects were used. To prevent insects from coming into direct contact with the oil, a transparent thin was placed between the chamber and the lid. After 48 hours of confinement, adult mortality was assessed. The test revealed that the lethal concentrations LC_{50} and LC_{95} were 52.03 $\mu L/80ml$ and 93.08 $\mu L/80ml$, respectively, demonstrating their efficacy at concentrations greater than 80 $\mu L/80ml$, resulting in a mortality rate greater than 92% and demonstrating their toxicity.

Keywords: Pest control. Stored grain. Botanical insecticides. Fumigation.

1 Introdução

O milho (*Zea mays*) é o segundo grão mais cultivado e exportado no Brasil, ficando atrás apenas da soja (DE SOUZA et al., 2018). As condições climáticas do país são favoráveis para o cultivo desses grãos e permitem que o Brasil estabeleça um local de destaque no mercado internacional, participando de um cenário competitivo com relação a produção e abastecimento mundial (FERRAZ; FELÍCIO, 2010; CONAB, 2022). Esse cereal tem uma grande importância socioeconômica, visto que se apresenta como fonte de renda e subsistência para pequenos, médios e grandes produtores da zona rural. Sua principal destinação é a utilização na composição da ração para bovinos, aves e suínos, além de ser amplamente empregado na alimentação humana, seja em forma de óleo, manteiga, cervejas, como também como ingrediente para receitas de pães, bolos entre outros (DE SOUZA et al., 2018; SINDMILHO; SOJA, 2015).

Com o aumento da produção do milho para abastecimento do mercado local e externo, os cuidados pós colheita também devem ser ampliados, visto que grande parte da colheita pode ser

perdido sem o uso de boas práticas de armazenagem dos grãos, que visam manter qualidades desejáveis como baixo teor de umidade, alto peso específico, baixa degradação de componentes nutritivos, baixa susceptibilidade à quebra, baixa porcentagem de grãos danificados, alta viabilidade de sementes e ausência de pragas, fungos ou bactérias (REGINATTO et al., 2014). Um dos principais causadores de perdas qualitativa e quantitativa, durante o armazenamento de grãos, é o ataque de insetos-praga, que podem equivaler ou ultrapassar as perdas causadas no campo (FONTES et al., 2003).

Dentre as pragas que atacam o milho durante o armazenamento, o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855) (Coleoptera), é um dos principais causadores de danos, podendo afetar as sementes tanto no campo quanto no armazém (BRITO, 2015). Essa praga pode ser classificada como interna e primária, sendo que após a eclosão dos ovos, que são depositados no grão, as larvas e os adultos causam redução do peso e perda da qualidade, provocando desvalorização comercial. O ciclo de vida do gorgulho do milho é de 34 dias, com uma incubação de 3 a 6 dias (BRITO, 2015; TAVARES; VENDRAMIM, 2005).

Para o controle de pragas que afetam diretamente o armazenamento desses grãos são utilizados amplamente inseticidas químicos sintéticos, que apesar de sua eficácia ser comprovada, causam diversos efeitos colaterais, como a seleção de insetos mais resistentes, morte de polinizadores e predadores naturais, contaminação de solo e lençol freático, além dos riscos de intoxicação para humanos e outros animais (GULLAN, 2007; RIBEIRO et al., 2007). Por esse motivo, os óleos essenciais têm sido cada vez mais estudados para serem utilizados como alternativa para substituição dos inseticidas químicos (SANTOS et al., 2019; ARAUJO et al., 2019; HERRERA-RODRÍGUEZ et al., 2015; DE ALMEIDA et al., 2021). As plantas possuem uma defesa natural, que consiste em compostos químicos produzidos durante o metabolismo secundário vegetal, os quais impedem a ação de insetos herbívoros, diminuindo a alimentação, reduzindo a postura de ovos ou impedindo o desenvolvimento larval (RODRIGUES et al., 2017).

O objetivo do trabalho foi avaliar a toxicidade por fumigação do óleo de limão siciliano (*Citrus limon*) sobre *S. zeamais* em grãos de milho, visando o controle do inseto-praga.

2 Material e Métodos

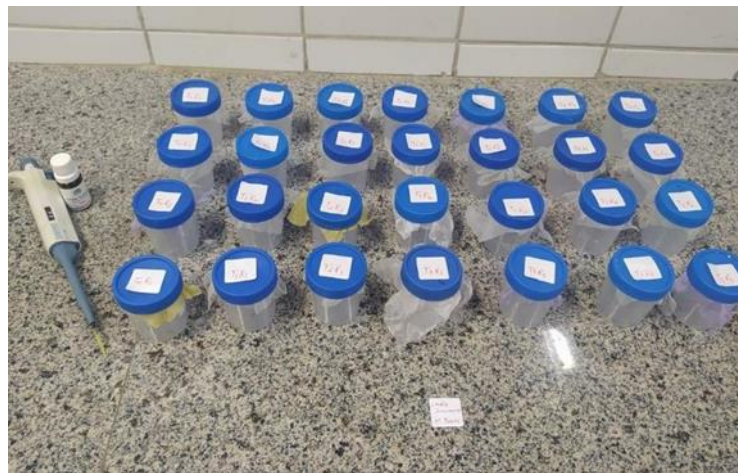
O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia, Departamento de Biologia da Universidade Federal do Piauí, sendo analisado a toxicidade por fumigação do óleo essencial de limão siciliano sobre *S. zeamais* em grãos de milho, com temperatura e umidade relativa monitoradas e fotofase de 12h. Os insetos foram obtidos de uma criação de *S. zeamais* existente no

próprio laboratório. Estes foram criados por várias gerações, em grãos de milho, acondicionados em recipientes de vidro de 400 ml

de capacidade, devidamente fechados com tampa plástica perfurada, revestida internamente com tecido fino transparente tipo voil para permitir a passagem do ar. Insetos de 0-10 dias de idade foram confinados durante 2 dias para efetuarem a postura, em seguida retirados, e os recipientes mantidos sob temperatura de $26,0 \pm 2,0$ °C, umidade relativa de $60,0 \pm 10,0\%$ e fotofase de 12h até a emergência dos adultos. O óleo essencial utilizado, limão siciliano, foi adquirido no comércio.

O teste de toxicidade por fumigação foi realizado visando definir as concentrações letais do óleo, utilizando-se câmaras de fumigação plástica (volume 80 mL) cilíndricas. O óleo foi aplicado nas câmaras com pipetador automático, em papéis de filtro com área (cm²) definida pela tampa do recipiente, fixados na superfície inferior da mesma. Para testar o efeito fumigante foram utilizadas concentrações que variavam de 0 a 160 µL, sendo que a quantidade de 0 µL foi utilizada como testemunha (grupo controle) para o experimento, e 10 insetos não sexados em cada câmara. Para cada concentração foram feitas 4 repetições. Para evitar o contato direto dos insetos com o óleo foi utilizado um tecido fino, transparente tipo voil, entre a câmara e a tampa onde se encontra o papel de filtro (Figura 1). Após 48 horas de confinamento, foi avaliada a mortalidade dos adultos. As Concentrações Letais (CL50 e CL95) do óleo essencial de Limão Siciliano foi determinada através do PROC PROBIT do programa SAS version 8.02 (SAS INSTITUTE, 2001).

Figura 1 - Teste de toxicidade por fumigação.



Fonte: Frota (2023)

3 Resultados e Discussão

Os valores para as CL50 e CL95 do óleo de limão siciliano para o teste de fumigação foram 52,03 µL/80ml e 93,08 µL/80ml, respectivamente, apresentando um efeito fumigante com avaliação após 48 horas nas câmaras de fumigação plásticas (Tabela 1). As taxas de mortalidade aumentaram gradativamente chegando a números superiores a 92% nas concentrações maiores que

80 µL/80ml. Nas concentrações mais baixas, inferiores a 50 µL/80ml, a taxa de mortalidade chegou a 30%.

Tabela 1 - Toxicidade por fumigação do óleo essencial de limão siciliano em adultos de *Sitophilus zeamais*.

Tratamento	N	GL	Inclinação ± EPM	CL50 (IC95%) *	CL95 (IC95%) *	X ²	P ¹
leo de limãosiciliano	280	5	6,51 ± 0,59	52,03 (48,15-56,46)	93,08 (82,47-109,54)	6,22	0,28

*µL / 20 g de grãos; N = número de insetos usados no teste; GL = grau de liberdade; EP = erro padrão da média; IC = intervalo de confiança; X² = Qui-quadrado; P¹ = Valor de probabilidade para o modelo de Probit (P>0,05).

Fonte: Autores (2023).

Ataide et al. (2020) avaliou o uso do óleo de limão siciliano (*Citrus limonum* L.) (Rutaceae), comparando com os óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) (Lamiaceae), cabreúva (*Myrocarpus frondosus* A.) (Fabaceae), e hortelã pimenta (*Mentha piperita* L.) (Lamiaceae) que foram testados para controle das pragas de grãos armazenado *S. zeamais* e *Acanthoscelides obtectus*. O óleo essencial de *R. officinalis* apresentou CL₅₀ e CL₉₀ de 3,77 µL/mL ar e 6,49 µL/mL ar respectivamente sobre *A. obtectus*. Os óleos de *M. piperita*, *C. limonum* e *M. frondosus* proporcionaram mortalidade entre 65% e 4%. Entretanto os mesmos óleos essenciais provocaram mortalidades em *S. zeamais* entre 0% e 41%. Os óleos essenciais apresentaram toxicidade fumigante sobre as duas pragas de grãos armazenados *S. zeamais* e *A. obtectus*.

Reckziegel (2020) avaliando o efeito fumigante do óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum*), descreve o pontecial tóxico dos compostos cineol, linalol e limoneno, sobre pragas de grãos armazenados. O autor constata que o efeito fumigante não se mostra eficiente para aplicação do óleo essencial de *O. basilicum* para o controle de indivíduos de *S. zeamais*, apesar de ter o limoneno, que é o composto majoritário do óleo de limão siciliano, e já tem o seu efeito inseticida comprovado por outros estudos, demonstrando a variação da toxicidade desse composto de acordo com a forma e a concentração utilizada em diferentes insetos-praga (GUETTAL et al., 2020; KARR; COATS, 1988; LIAO et al., 2022; MOSSA, 2016).

Uma descrição dos principais componentes e efeitos dos óleos cítricos também é feita por Moreira et al. (2006). Esses óleos podem conter até 90% de limoneno, composto que causa aumento da atividade nervosa sensorial e resulta em perda da coordenação e convulsão. A super estimulação do sistema motor leva a uma rápida paralisia corporal. O uso desse composto é considerado seguro ao homem. Esse produto tem sido combinado em caldas contendo sabão para o controle de pulgões, cochonilhas, pulgas, piolhos, carrapatos e ácaros. O limoneno e o linalol,

outro componente encontrado no óleo de limão siciliano, volatilizam rapidamente sem deixar resíduos.

Os compostos limoneno e linalol também já foram testados sobre *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) por De Souza et al. (2016), comparando os óleos de *Ocimum basilicum* L., *Citrus aurantium* L., que possuem os compostos, com *Mentha spicata* L. e *Croton pulegioidorus* Baill. Com base nas CL₅₀ e CL₁₀₀, a toxicidade dos óleos essenciais decresceu na seguinte ordem: *O. basilicum* > *M. spicata* > *C. pulegioidorus* > *C. aurantium*. O óleo essencial de *O. basilicum* exibiu forte toxicidade por fumigação sobre adultos de *R. dominica*, com valores de CL₅₀ de 17,67 µL/L de ar e de CL₁₀₀ de 27,15 µL/L de ar. O óleo essencial de *C. aurantium* requereu concentrações mais altas que os óleos de *O. basilicum*, *M. spicata* e *C. pulegioidorus* para matar os insetos.

Apesar de já ter sido comprovada a ação inseticida dos óleos cítricos, principalmente pela ação dos compostos limoneno e linalol, ainda existem poucos trabalhos que avaliam a toxicidade do óleo de limão siciliano sobre *S. zeamais*, necessitando ainda novos trabalhos que indiquem o potencial tóxico desse óleo essencial.

4 Conclusão

Através do teste de fumigação com o óleo essencial de limão siciliano foi possível constatar o seu efeito tóxico em concentrações maiores que 80 µL/80ml, causando uma taxa de mortalidade superior a 92% sobre *S. zeamais*, podendo assim ser utilizado para controle do inseto-praga no armazenamento do milho armazenado.

Referências

ARAÚJO, A. M. N.; OLIVEIRA, J. V.; FRANÇA, S. M.; NAVARRO, D. M. A. F.; BARBOSA, D. R.S.; DUTRA, K. A. Toxicity and repellency of essential oils in the management of *Sitophilus zeamais*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, ed. 5, p. 372-377, 2019.

ATAIDE, J. O.; DEOLINDO, D. F.; HOLTZ, F. G.; HUVER, A.; ZAGO, H. B.; MENINI, L.; SANTOS JÚNIOR, H. J. G. Toxicidade de *Rosmarinus officinalis*, *Myrcarpus frondosus*, *Citrus limonum* e *Mentha piperita* sobre pragas de grãos armazenados. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 12827- 12840 mar, 2020.

BRITO, S. M. **Manejo de *Sitophilus zeamais* em milho doce através da resistência hospedeira por antixenose e antibiose**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília. 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília**, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 10 décimo levantamento, julho 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos/item/download/48137_6239e58c7fc01900f76618eb4ca2bb01. Acesso em: 15 mai. 2023.

DE ALMEIDA, F. V.; FONTES, L. S.; REIS, A. P. A.; BARBOSA, D. R. S.; BRITO, R. C. Avaliação da toxicidade por fumigação do óleo essencial de cravo sobre *Sitophilus zeamais* (boh.)(Coleoptera: curculionidae) em grãos de milho armazenados. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 06-06, 2021.

DE SOUZA, A. E.; DOS REIS, J. G. M.; RAYMUNDO, J. C.; PINTO, R. S. Estudo da produção do milho no Brasil. **South American Development Society Journal**, v. 4, n. 11, p. 182, 2018.

DE SOUZA, V. N.; DE OLIVEIRA, C. R. F.; MATOS, C. H. C.; DE ALMEIDA, D. K. F. Toxicidade por fumigação de óleos essenciais sobre *Rhyzopertha dominica* (f.) em grãos de milho armazenados. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 2, p. 435-440, 2016.

FERRAZ, J. P. S.; FELÍCIO, P. E. Production Systems – An example from Brazil. **Journal Meat Science**, v. 84, p. 238-243, 2010.

FONTES, L. S.; ALMEIDA FILHO; A. J.; ARTHUR, V. Danos causados por *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, p.303-307, 2003.

GUETTAL, S., SAMIR, T., FOUZIA, T. D., SOLTANI, N. Evaluation of Citrus limonum (Sapindales: Rutaceae) L. essential oil as protectant against the granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **Allelopathy Journal**. v. 51, p. 79-92, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26651/allelo.j/2020-51-1-1292>

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**, 3º ed. São Paulo: roca, 2007.

HERRERA-RODRÍGUEZ, C.; RAMÍREZ-MENDOZA, C.; BECERRA-MORALES, I.; SILVA- AGUAYO, G.; URBINA-PARRA, A.; FIGUEROA-CARES, I.; MARTÍNEZ-BOLAÑOS, L.; RODRÍGUEZ-MACIEL, J. C.; LAGUNES-TEJEDA, A.; PASTENE-NAVARRETE, E.; BUSTAMANTE-SALAZAR, L. Bioactivity of *Peumus boldus* Molina, *Laurelia sempervirens* (Ruiz & Pav.) Tul. and *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde (Monimiaceae) essential oils against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Chilean journal of agricultural research**, v. 75, ed. 3, p. 334-340. 2015.

KARR, L. L.; COATS, J. R. Insecticidal Properties of d-Limonene. **Journal of Pesticide Science**. v. 13, p. 287-290, 1988. DOI: <https://doi.org/10.1584/jpestics.13.287>

LIAO, M.; LI, S.; WU, H.; GAO, Q.; SHI, S.; HUANG, Y.; CAO, H. Transcriptomic analysis of *Sitophilus zeamais* in response to limonene fumigation. **Pest Management Science**, v. 78, n. 11, p. 4774-4782, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.7097>

MOREIRA, M. D.; PICANÇO, M. C.; SILVA, E. D.; MORENO, S. C.; MARTINS, J. C. **Uso de inseticidas botânicos no controle de pragas. Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 89-120. 2006.

MOSSA, A. T. Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. **Journal of environmental science and technology**, v. 9, n. 5, p. 354, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3923/jest.2016.354.378>

REGINATO, M. P.; ENSINAS, S. C.; RIZZATO, M. C. O.; SANTOS, M. K. K.; PRADO, E. A. Boas práticas de armazenagem de grãos. **Anais do enic**, n. 6, 2014.

RIBEIRO, L. P.; RIGO, D. S.; PEREIRA, E.; COSTA, E. C. Pós inertes alternativos no controle do gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 719-722, 2007.

RODRIGUES, J. A.; CARVALHO, D. S.; BARBOSA, J. M.; CARVALHO, J. R.; VIANNA, U.R. A versatilidade no uso de óleos essenciais. **Tópicos especiais em ciência animal VI**, v. 1, p. 97-108, 2017.

SANTOS, P. E. M.; SILVA, A. B.; LIRA, C. R. I. M.; MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. Contact Toxicity Of Essential Oil Of Croton pulegioidorus Baill On *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Revista Caatinga**, v. 32, ed. 2, p. 329-335. 2019.

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

CAPÍTULO 11

IMPACTO DA PISCICULTURA EM IGARAPÉ: ANÁLISE DA COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS EM UM GRADIENTE LONGITUDINAL

IMPACT OF FISH FARMING IN IGARAPÉ: ANALYSIS OF THE MACROINVERTEBRATE COMMUNITY IN A LONGITUDINAL GRADIENT

Camila Pinto Leão 

Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal do Pará

*Autor correspondente: camila.pinto.leao@icb.ufpa.br

Maria Eduarda Cabral Liberal 

Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal do Pará

Jaqueline Silva de Oliveira 


Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca/Universidade Federal do Pará

Trycia Ciellen Lima de Sousa 

Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca/Universidade Federal do Pará

Bruno Spacek Godoy 

Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca/Universidade Federal do Pará

 DOI: [10.52832/wed.43.309](https://doi.org/10.52832/wed.43.309)

RESUMO

Atividades antrópicas provocam alterações nas características físico-químicas e biológicas dos ecossistemas aquáticos, sendo intensificado pelo lançamento direto de efluentes sem tratamento nos corpos de água. Macroinvertebrados respondem de forma sensível e previsível a mudanças ambientais a partir de alterações na estrutura da comunidade e composição das espécies. O objetivo do estudo foi avaliar os impactos da piscicultura sobre a diversidade local e riqueza de macroinvertebrados aquáticos ao longo de um gradiente longitudinal no Igarapé Praquiquara. A coleta da macrofauna de invertebrados aquáticos ocorreu ao longo do perfil longitudinal do igarapé Praquiquara com peneiras nas margens do igarapé. As análises de diversidade e riqueza foram medidas a nível de ordem. Para as variáveis físico-químicas foi realizada uma correlação e posteriormente uma PCA, a fim de identificar as variáveis mais influentes. Os resultados indicaram significância apenas para Alpha-fisher ($<0,05$), confirmando a hipótese de que a riqueza de espécies varia de acordo com a distância da piscicultura. Porém não houve interferência das variáveis físico-químicas selecionadas, necessitando de mais pesquisas atreladas ao efeito da piscicultura na qualidade da água e consequentemente na comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

Palavras-chave: Macrofauna aquática. Invertebrados. Qualidade de água. Abundância. Riqueza.

ABSTRACT

Anthropogenic activities cause changes in the physicochemical and biological characteristics of aquatic ecosystems, being intensified by the direct discharge of untreated effluents into water bodies. Macroinvertebrates respond sensitively and predictably to environmental changes from alterations in community structure and species composition. The objective of the study was to evaluate the impacts of fish farming on the local diversity and richness of aquatic macroinvertebrates along a longitudinal gradient in the Igarapé Praquiquara. The collection of aquatic invertebrate macrofauna occurred along the longitudinal profile of the Praquiquara igarapé with sieves on the banks of the igarapé. Diversity and richness analyses were measured at the order level. For the physicochemical variables, a correlation and later a PCA was performed in order to identify the most influential variables. The results indicated significance only for Alpha-fisher (<0.05), confirming the hypothesis that species richness varies with distance from the fish farm. However, there was no interference of the selected physicochemical variables, requiring further research linked to the effect of fish farming on water quality and consequently on the benthic macroinvertebrate community.

Keywords: Aquatic macrofauna. Invertebrates. Water quality. Abundance. Richness.

1 Introdução

Uma elevada diversidade de organismos como os macroinvertebrados aquáticos são normalmente encontrados em ambientes de igarapés, desempenhando papel importante na cadeia alimentar aquática e no fluxo de energia no sistema além de formarem um elemento importante do ecossistema de água doce (BEERMANN *et al.*, 2018).

Grande variedade de invertebrados aquáticos de vários táxons, como artrópodes, anelídeos, moluscos e nematóides são encontrados em corpos d'água doce (HAUER; RESH, 2017). Como a maioria desses organismos são bentônicos, a presença de folhas, troncos, pedras, macrófitas e filamentos de algas são muito importantes como abrigo e fonte de alimento para estes organismos (PEREIRA *et al.*, 2017).

Os macroinvertebrados desempenham papel crucial na decomposição de matéria orgânica, nas relações tróficas e na ciclagem de nutrientes. Diferentes grupos reagem de forma variada às interferências ambientais, sendo alguns mais sensíveis a essas alterações. Organismos sensíveis são utilizados como indicadores eficazes para avaliar a saúde dos ecossistemas aquáticos e seu estado ecológico. (MÁRQUEZ *et al.*, 2015; GUEVARA; GODOY; FRANCO, 2018).

Os invertebrados aquáticos fazem uma escala temporal e longitudinal de resposta adequada relacionada às atividades antrópicas, esses organismos apresentam um grau de resposta aos impactos de origem antrópica, que possibilita seu uso como indicadores da qualidade ecológica (AMARAL; ALVEZ, 2018).

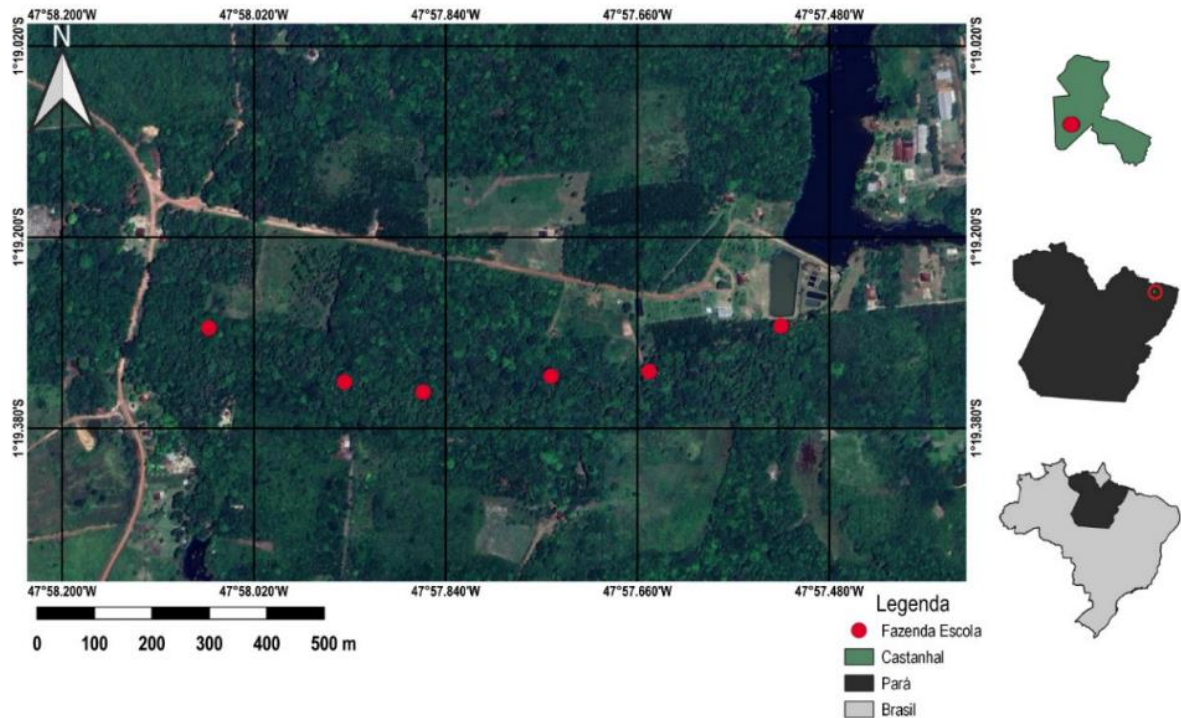
A perda de espécies de macroinvertebrados é causada pela influência dos fatores antrópicos e sua baixa tolerância a variações físico-químicas. Estudar a diversidade e riqueza taxonômica desses organismos é essencial, pois eles representam uma fonte crucial de alimento para várias espécies de peixes. Os impactos ambientais nesses organismos têm efeitos significativos na cadeia alimentar e nos recursos aquáticos (SALLENAVE, 2015).

Portanto, objetivo deste estudo foi avaliar os impactos da piscicultura sobre a riqueza e diversidade de macroinvertebrados aquáticos ao longo de um gradiente longitudinal no Igarapé Praquiquara.

2 Material e Métodos

O estudo foi realizado ao longo do gradiente longitudinal do Igarapé Praquiquara (1°17'54" S, 47°56'56" W), localizado na região do planalto costeiro do Atlântico, a 4km da BR-316 em Castanhal, Pará, afluente da margem esquerda da bacia hidrográfica do rio Apeú, com 712 ha de área e 7,3 km de extensão (Figura 1).

Figura 1 - Mapa da área de estudo, destacando os pontos de coleta ao longo do gradiente longitudinal do igarapé Praquiquara, Pará.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

A coleta de dados foi realizada em seis pontos ao longo do perfil longitudinal do Igarapé Praquiquara, nos limites da Fazenda Escola de Castanhal – FEC, do ponto mais distante ao ponto mais próximo do descarte dos efluentes da piscicultura que não possui tratamento de água para o posterior descarte no igarapé, nos dias 07 e 08 de dezembro de 2022.

A mensuração dos parâmetros físico-químicos foi realizada com o auxílio de uma sonda multiparâmetro AKSO AK88 e um cano graduado com fita métrica de 1,5m onde foram estimados os seguintes parâmetros em: pH, OD, temperatura, condutividade elétrica, nitrito, largura molhada e profundidade.

Já para a coleta dos macroinvertebrados utilizou-se peneiras ao longo das duas margens do rio em um trecho de dois metros, sendo padronizadas como esforço amostral cinco peneiradas para cada ponto, realizadas em duplicata, os indivíduos capturados *in locu* foram fixados em álcool a 70% e acondicionados em tubos falcon para análise posterior.

Em laboratório, os indivíduos foram identificados com o auxílio de um microscópio estereoscópio binocular OLEN K-65-E40, a nível de Ordem de acordo com Hamada *et al.* (2014) e Mungnai *et al.* (2010). Para análises da comunidade de macroinvertebrados ao longo do gradiente longitudinal, foram calculadas métricas de riqueza e diversidade.

3 Resultados e Discussão

Foram amostrados uma média de quatro ($\pm 3,71$) táxons por amostra, totalizando 180 indivíduos, compreendendo oito ordens (Diptera, Trichoptera, Odonata, Ephemeroptera, Decapoda, Blattodea, Coleoptera e Hemiptera), e a partir da correlação de Spearman, foram selecionados o pH, condutividade elétrica e profundidade (Tabela 1).

Tabela 1 - Variáveis ambientais mensuradas em cada ponto de coleta.

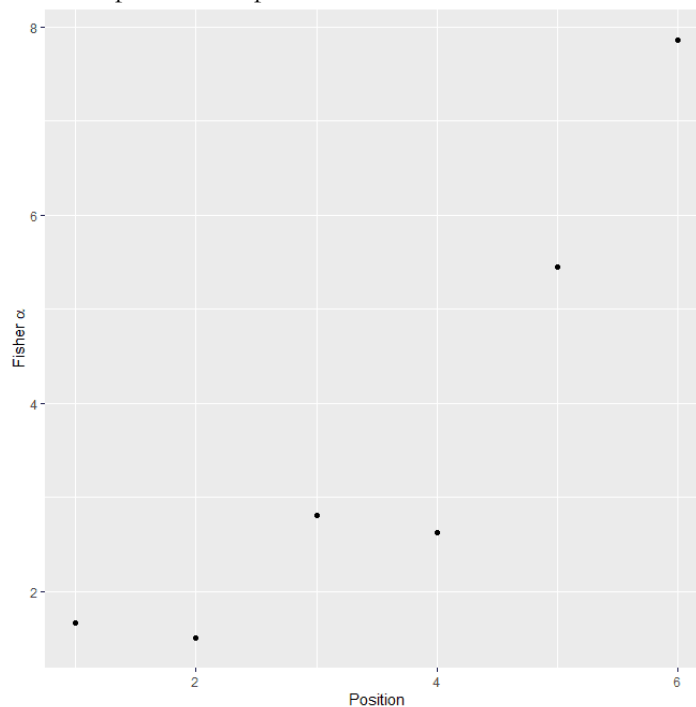
Ponto	Variáveis ambientais		
	pH	Condutividade $\mu\text{S}/\text{cm}^2$	Profundidade (cm)
P1	4,99	29,9	8
P2	5,89	38,3	29
P3	6,26	38,7	23
P4	6,87	35,8	76
P5	5,44	38,2	84
P6	7,48	35,3	60

Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

Os resultados das regressões lineares entre os índices de Shannon e Simpson com a PCA das variáveis físico-químicas não apresentaram significância ($p=0,9661$ e $p=0,7099$ respectivamente). Já o índice Alfa de Fisher indicou que houve uma menor riqueza das ordens de macroinvertebrados aquáticos em pontos mais próximos da piscicultura (Figura 2).

O teste de hipóteses da correlação entre Alfa de Fisher e as variáveis físico-químicas apresentou significância ($\rho=0.8857143$ e $p=0.03333$), corroborando com os resultados.

Figura 2 – Gráfico da diversidade Alpha-Fisher em relação aos pontos coletados, sendo que ponto 1 é o mais próximo da piscicultura com menor diversidade.



Fonte: Elaborada pelos autores, 2022.

Os resultados mostraram que a piscicultura está interferindo na diversidade longitudinal das ordens com base no índice Alfa de Fisher, sendo que essa análise desconsidera o fator da abundância e trabalha com variações sutis (MAGURAN, 2004; CARVALHO, 2020).

Ademais, essa atividade antrópica possui como problemática comumente estudada, a questão dos efluentes que ocasionam a eutrofização de águas próximas desse serviço. A eutrofização ocorre pelo aumento da produtividade fitoplactônica fomentada pela concentração de matéria orgânica, nitrogênio e fosforo (FAVACHO *et al.*, 2017).

Neste estudo, foi destacado o nível de ordem, mas outras pesquisas usando o nível de gênero mostram que os macroinvertebrados, por serem bioindicadores da qualidade da água, diminuem em diversidade e riqueza devido às pressões geradas por alterações ambientais. Essa diminuição de diversidade fica evidente neste estudo e reforça o impacto percebido dessas alterações (BRITO *et al.*, 2018).

Além disso, apontando o resultado da regressão das métricas, havendo a não significância dos dados de pH, condutividade e profundidade no que se refere a diversidade de Fisher em divergência a correlação com efeito significativo, é perceptível a interferência de métricas físico-químicas externas das selecionadas pelos cálculos utilizados.

Em outros estudos, a baixa concentração de oxigênio dissolvido (OD) tem o potencial de diminuir a qualidade da água e, conseqüentemente, a riqueza de invertebrados. É importante

ressaltar a relação entre o OD e a eutrofização, uma vez que a alta densidade de algas e bactérias aeróbias pode reduzir sua concentração, afetando a comunidade do habitat. (PROMMI; PAYAKKA, 2015; SOUZA *et al.*, 2020).

4 Conclusão

Diante do exposto, foi constatado que quanto mais próximo da piscicultura, menor é a riqueza e diversidade das ordens de macroinvertebrados. Visto que, algumas ordens possuem insetos extremamente sensíveis a alterações no ambiente em que habitam.

Ademais, a piscicultura ocasiona alguns efeitos que afetam diretamente na relação físico-química da água, como por exemplo, alterações no pH, nas quantidades de parasitas, algas, plantas e predadores, e no nível de oxigênio dissolvido. Portanto não deve ser mantida a prática de liberação desses rejeitos diretamente na água, a fim de que, não haja perda dessa diversidade e consequencias para outros organismos que habitam essa localidade, ou sofrem com a perda de um nível ou mais níveis da cadeia trófica, os maroinvetebados.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos a Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca (NEAP), pelo fomento para a realização desse trabalho. Ademais, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) foi de extrema importância, nos disponibilizando o espaço, bem como, agradecemos ao nosso orientador Dr. Bruno Spacek Godoy, que nos auxiliou durante todo o processo.

Referências

BEERMANN, A. J.; ZIZKA, V. M. A.; ELBRECHT, V.; BARANOV, V.; LEESE, F. A metabarcoding do dna revela as respostas complexas e ocultas dos quironomídeos a vários estressores ambiente. **Ciência Eur**, n. 30, p. 1-15. 2018.

AMARAL, P. H. M.; ALVEZ, R. G. INSETOS AQUÁTICOS: BIOINDICADORES DE IMPACTOS ANTRÓPICOS. IN: ANDRIOLO, A.; PREZOTO, F.; BARBOSA, B. C. (ORGS). **Impactos antrópicos: biodiversidade aquática e terrestre**. Juiz de Fora: Editoração dos autores, n. 2, p. 18-30. 2018.

BRITO, J. O.; MARTINS, R. G.; LOUISE, V.; HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; HUGHES, R. M.; FERRAZ, S. F. B.; DE PAULA, F. R. **Biological indicators of diversity in tropical streams: Congruence in the similarity of invertebrate assemblages**. *Ecological indicators*, n. 85, p. 85-92. 2018.

CARVALHO, T. G. DE. **Biogeografia de ilhas na Amazônia: investigando a biodiversidade de um arquipélago fluvial amazônico usando aranhas como organismos modelo.** Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

GUEVARA, G.; GODOY, R.; FRANCO, M. Linking riparian forest harvest to benthic macroinvertebrate communities in andean headwater streams in southern Chile. **Limnologica**, n. 68, p. 105–114, 2018.

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia.** Manaus: Editora do INPA, 2014.

HAUER, F. R.; RESH, V. H. Macroinvertebrates. **Methods in Stream Ecology**, n. 1, p. 297–319, 2017.

MAGURRAN, A.E.. **Measuring biological diversity.** Blackwell, Oxford, 261p. 2004.

MÁRQUEZ, J. A.; CIBILS, L.; PRINCIPE, R. E.; ALBARINO, R. J. Stream macroinvertebrate communities change with grassland afforestation in central Argentina. **Limnologica**. v. 53, p. 17–25, 1 jul. 2015.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F.. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro.** [s.l: s.n.].

PEREIRA, T. DA S.; PIO, J. F. G.; CALOR, A. R.; COPATTI, C. E. Can the substrate influence the distribution and composition of benthic macroinvertebrates in streams in northeastern Brazil?. **Limnologica**, n. 63, p. 27–30. 2017.

PROMMI, T. AND PAYAKKA, A. **aquatic insect biodiversity and water quality parameters of streams in northern Thailand.** Sains Malaysiana, 44 (5). pp. 707-717. ISSN 0126-6039. 2015.

SALLENAVE, R. **Stream biomonitoring using benthic macroinvertebrates: circular.** Las Cruces: New Mexico State University, 677. 2015.

SOUZA, E.; XIMENES NASCIMENTO, V.; OLIVEIRA OLIVAR, D.; MAURICIO ALMEIDA, J.; WILKE TEIXEIRA, L.; HENRIQUE LUGOKENSKI, T. Estudo do alagadiço na UNIPAMPA campus Caçapava do Sul: eutrofização e suas consequências no ambiente. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 2, 3 mar. 2020.

CAPÍTULO 12

LEVANTAMENTO DE NINHOS DE MELIPONÍNEOS EM VEGETAÇÃO DE CAATINGA NA PARAIBA

SURVEY OF STINGLESS BEES NESTS IN CAATINGA VEGETATION IN PARAÍBA


Matheus de Brito Cavalcante 

Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Universidade Federal de Campina Grande,
Graduando em Engenharia Florestal, UFCG

**Autor correspondente: rozileudo.silva@professor.ufcg.edu.br

Rozileudo da Silva Guedes 

Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Universidade Federal de Campina Grande,
Professor, Doutor

 DOI: 10.52832/wed.43.310



RESUMO

As abelhas sem ferrão desempenham serviços ecossistêmicos de vital importância para a Caatinga, auxiliando na perpetuação das espécies. No entanto, há um déficit de informações sobre esses polinizadores para o estado da Paraíba, em especial, na região da Caatinga. Com isso, o objetivo deste estudo foi realizar o levantamento das espécies de meliponíneos e seus substratos de nidificação em fragmento de Caatinga na zona rural do município de Cacimbas, Paraíba. Para isso, foram realizadas incursões a campo quinzenalmente desde março de 2023 para o inventário dos ninhos. Foram encontrados onze ninhos pertencentes a seis espécies de Meliponini. Foi observada variação na preferência do substrato para nidificação e, também, na altura dos ninhos de acordo com a espécie considerada. Esse estudo fornece informações preliminares necessárias sobre as abelhas sem ferrão de ocorrência em vegetação de Caatinga, pois há uma grande lacuna de conhecimento sobre essas abelhas no Sertão paraibano, sendo assim, é necessária a continuação da pesquisa para ampliar e fornecer mais informações para a área de estudos.

Palavras-chave: Abelhas sem ferrão. Diversidade. Nidificação.

ABSTRACT

Stingless bees perform ecosystem services of vital importance for the Caatinga, helping to perpetuate the species. However, there is an information deficit about these pollinators for the state of Paraíba, mainly in the Caatinga area. Therefore, the aim of this work was to carry out a survey of the species of meliponines and their nesting substrates in a fragment of Caatinga in the rural area of the Cacimbas county in the state of Paraíba. For that, fortnightly field trips were carried out since March 2023 to inventory the nests. Eleven nests belonging to six species of Meliponini were found. Variation was observed in substrate preference for nesting and also in nest height according to the species considered. This study provides necessary preliminary information about the stingless bees that occur in Caatinga vegetation, because there is a great lack of knowledge about these bees in the Sertão of Paraíba, for that reason, the continuation of the research is necessary to expand and provide more information for the field of studies.

Keywords: Stingless bees. Diversity. Nesting.

1 Introdução

Os meliponíneos constituem um importante táxon dentre os diversos grupos de abelhas, sendo conhecidos popularmente como abelhas sem ferrão, sendo encontrados nas regiões neotropicais do nosso planeta e, apresentam comportamento eussocial (CAMARGO; PEDRO, 2007). O Brasil apresenta alta diversidade desses meliponíneos sendo conhecidas 244 espécies (PEDRO, 2014).

As abelhas sem ferrão apresentam relevante importância funcional nos ecossistemas tropicais, contribuindo para a perpetuação das espécies por meio do processo de polinização. Kerr *et al.* (1996), reportam que essas abelhas são responsáveis pela polinização de 40 a 90% das árvores nativas garantindo, com isso, a produção de frutos e sementes.

Apesar da sua valiosa atuação na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, as abelhas vêm sofrendo com atividades antrópicas. Diversas ações têm contribuído para a diminuição acentuada das populações das abelhas, como desmatamentos de florestas nativas, perda de hábitat, queimadas, e uso intensivo de agrotóxicos (AIDAR; CAMPOS, 1998; SANTOS; BLOCHTEIN,

2018). Segundo Kremen *et al.* (2002), a fragmentação de habitats influencia diretamente na degradação dos ecossistemas, ocasionando o isolamento de espécies de abelhas de seus recursos vitais como, os tróficos e os de nidificação.

Na literatura não foi encontrado estudo algum com levantamento da fauna de Meliponini para a região do Sertão da Paraíba. Sendo encontrados apenas os trabalhos de Aquino (2006) e Pedro (2014) que citam espécies de ocorrência para o estado. Dessa forma, a presente pesquisa contribuirá no conhecimento da fauna de meliponíneos com ocorrência natural no estado da Paraíba fornecendo informações sobre áreas ainda carentes de estudos. O conhecimento de áreas potencialmente mais ricas em espécies pode auxiliar na escolha das áreas e ações prioritárias para conservação e uso sustentável da Caatinga.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi realizar o levantamento das espécies de meliponíneos e seus substratos de nidificação em fragmento de Caatinga na zona rural do município de Cacimbas, Paraíba.

2 Material e Métodos

O levantamento está sendo conduzido em área com fragmento de Caatinga, localizado na zona rural do município de Cacimbas, Paraíba. O município fica na microrregião da Serra do Teixeira localizada na mesorregião do Sertão paraibano. Possui área territorial de 124,068 km² e população estimada em 7225 habitantes (IBGE, 2023).

A área com remanescente de Caatinga estudada possui cerca de 4,5 ha e apresenta vegetação com fitofisionomia arbustivo-arbórea (Figura 1) com presença frequente de espécimes de catingueira (*Cenostigma* sp.), Jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.], marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill), maniçoba (*Manihot* sp.) e angico [*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan].

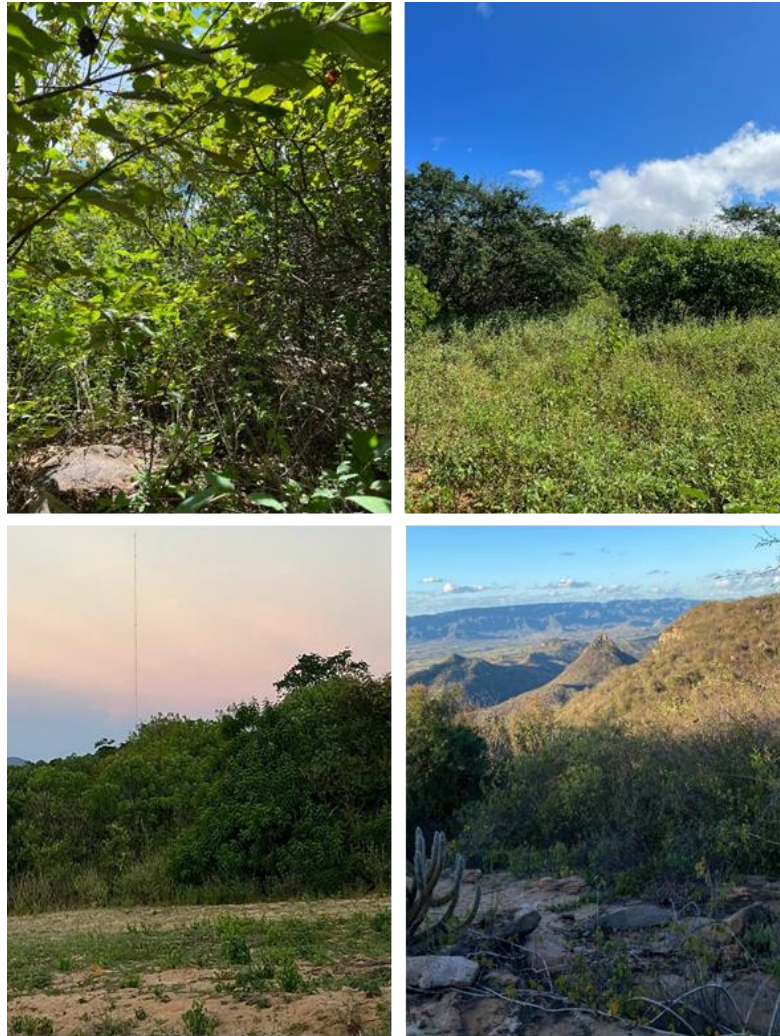
Para o levantamento das espécies de abelhas sem ferrão a área com vegetação nativa está sendo percorrida, quinzenalmente, desde março de 2023, durante o período da manhã em busca de locais que possam ter nidificação das abelhas. As incursões a campo estão sendo realizadas por parte da manhã em dias ensolarados, tendo início às 6h e com término às 11h, com condições climáticas favoráveis a circulação de abelhas dentre a vegetação da área de estudos para forrageio.

Os ninhos encontrados na área estão sendo georreferenciados devidamente com o auxílio de um GPSmap Garmin 62s, em seguida, fotografados, ocasião em que também são realizadas as mensurações das alturas das entradas dos ninhos em relação ao nível solo com auxílio de uma fita métrica.

Para cada ninho encontrado na área são coletados cinco indivíduos da colônia, a fim de posterior identificação taxonômica.

As abelhas sem ferrão coletadas foram enviadas a especialista para as devidas identificações taxonômicas. Os espécimes foram depositados na Coleção Entomológica da Universidade Federal da Bahia (UFBA; Salvador).

Figura 1 – Paisagens encontradas na área de estudo localizada no município de Cacimbas, Paraíba.



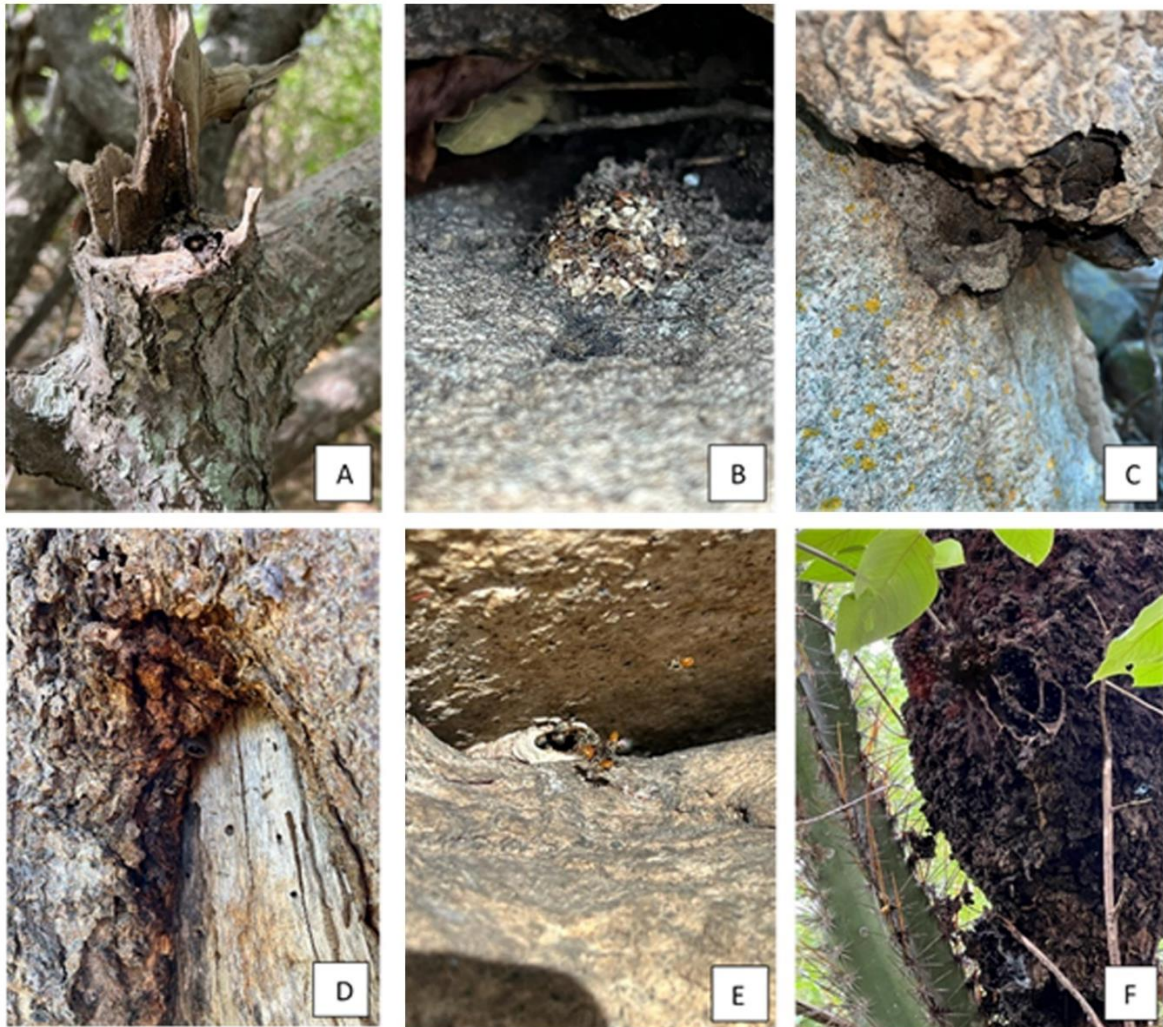
Fonte: Autores.

3 Resultados e Discussão

A fauna de meliponíneos da área de estudos, até o presente momento, foi composta por 11 ninhos pertencentes a seis espécies sendo elas, *Frieseomelitta doederleini* (Friese, 1900) (moça-branca), *Frieseomelitta varia* (Lepelletier, 1836) (breu), *Partamona* cf. *seridoenses* (cupira), *Plebeia flavocincta* (Cockerell, 1912) (mirim), *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942) (canudo) e *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (irapuã) (Figura 2). Macedo *et al.* (2020) encontraram oito espécies em estudos em quatro municípios da região do Curimataú da Paraíba. De acordo com Aquino (2006) e Pedro (2014) há a ocorrência conhecida de 18 espécies no estado.

A espécie predominantemente encontrada até o momento na área de estudo foi *P. cf. seridoensis* com 46% do total de ninhos registrados (Figura 2), seguida da espécie *T. spinipes* que apresentou um total de 18% do número total de ninhos, enquanto, as demais espécies apresentaram 9% cada.

Figura 2 – Exemplos de nidificação de abelhas sem ferrão encontrados em fragmento de Caatinga localizados no município de Cacimbas, Paraíba. A. *Frieseomelitta doederleini*; B. *Frieseomelitta varia*; C. *Partamona cf. seridoensis*; D. *Plebeia flavocincta*; E. *Scaptotrigona depilis*; F. *Trigona spinipes*.



Fonte: Autores.

As abelhas apresentaram nidificações em ocos do árvores (moça-branca e canudo), expostos sobre vegetal construídos entre galhos (irapuá), rochas (breu e mirim) e em cupinzeiros (cupira) (Figura 2).

As abelhas eussociais sem ferrão utilizam diversos tipos de substratos para nidificação como, árvores, paredes, cavidades entre rochas, cupinzeiros e formigueiros desativados sendo possível identificá-las, pela sua arquitetura e entrada dos ninhos (ROUBIK, 2006; VILLAS-BÔAS, 2018). No entanto, além da oferta primordial de recursos florais em uma área, a disponibilidade de

substratos para nidificação pode definir a formação das comunidades de abelhas eussociais nativas de forma significativa para todo um ecossistema, consequentemente, a abundância e a riqueza das espécies de Meliponini dependem, em geral, das cavidades pré-existentes e/ou dos substratos ofertados na área (CANE, 2001; ARAÚJO *et al.*, 2016). Dentre os fatores que podem interferir na preferência dos substratos pelos meliponíneos está o tamanho da abelha e de sua colônia (ALBERNAZ *et al.*, 2022).

Com relação à altura dos ninhos observa-se variação de acordo com a espécie analisada, sendo *F. varia* e *T. spinipes* encontradas mais altas e *P. flavocincta* a que apresentou ninho mais próximo ao solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição das alturas das estradas dos ninhos das espécies de abelhas sem ferrão encontradas em Caatinga no município de Cacimbas, Paraíba.

Espécie	Altura média (cm)
<i>Frieseomelitta doederleini</i>	143
<i>Frieseomelitta varia</i>	6
<i>Partamona</i> cf. <i>seridoensis</i>	47,2
<i>Plebeia flavocincta</i>	49
<i>Scaptotrigona depilis</i>	101
<i>Trigona spinipes</i>	139

Fonte: Autores.

Macedo *et al.* (2020) encontraram resultados parecidos em estudos na região do Curimataú da Paraíba para *S. aff. depilis* (1,25 m), *F. doederleini* (1,39 m) e *Plebeia* sp. (0,80 m) quanto à altura dos ninhos. Ferreira *et al.* (2021) em estudos na região do Cariri paraibano observaram para *P. cupira* altura média dos termiteiros de 1,40 m. Para *T. spinipes* que apresentam ninhos aéreos, Cortopassi-Laurino *et al.* (2009) reportam que há bastante variação nos registros das alturas de ninhos para essa espécie podendo serem encontrados até 15 metros de altura na vegetação.

Como o número de ninhos encontrados é baixo para a maioria das espécies registradas até o momento, ainda não é possível inferir maiores preferências comportamentais para a escolha do substrato e, também, sobre a altura do ninho. No entanto, são informações que contribuem na geração de conhecimentos sobre a fauna de Meliponini em área de Caatinga.

4 Conclusão

Foram encontradas seis espécies de Meliponini até o momento na área de estudos e, foi observada variação na preferência do substrato para nidificação entre as espécies e, também, na altura dos ninhos de acordo com a espécie considerada. Esse estudo fornece informações

preliminares necessárias para a região sobre as abelhas sem ferrão de ocorrência em vegetação de Caatinga, pois há uma grande lacuna de conhecimento sobre essas abelhas no Sertão paraibano, sendo assim, é necessária a continuação da pesquisa para ampliar e fornecer mais informações para a área de estudos.

Agradecimentos e Financiamento

Ao grupo Programa de Educação Tutorial (PET/Engenharia Florestal/UFCG) pela bolsa de estudo concedido ao primeiro autor. À Professora Favízia Freitas de Oliveira (UFBA) pelas identificações das abelhas.

Referências

- AIDAR, D. S.; CAMPOS, L. A. O. Manejo e manipulação artificial de colônias de *Melipona quadrifasciata* Lep. (Apidae: Meliponinae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 1, p. 157-159. 1998.
- ALBERNAZ, J. M. *et al.* Inventário de ninhos de abelhas sociais sem ferrão em uma área antropizada. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, p. 1245-1260, 2022.
- AQUINO, I. S. **Abelhas Nativas da Paraíba**. 1ª edição. João Pessoa. Editora Universitária - UFPB. 2006. 91 p.
- ARAÚJO, G. JR., *et al.* Onde os mais Adaptados Permanecem: Comunidade de Abelhas sem Ferrão (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) em Áreas Urbanas do Município de Ubá, Minas Gerais, Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 3, p. 175-179, 2016.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G.A.R. (Orgs.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, p. 272-578, 2007.
- CANE, J. H. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology**, v. 5, n. 1, 2001. (online) URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3>.
- CORTOPASSI-LAURINO, M.; ALVES, D. A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Árvores neotropicais, recursos importantes para a nidificação de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini). **Mensagem Doce**, v. 100, p. 21-28, 2009.
- FERREIRA, R. C. C. *et al.* Observações preliminares sobre a nidificação da abelha cupira (*Partamona cupira* Smith) no bioma Caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e58610716956, 2021.
- IBGE. 2023. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/cacimbas.html>. Acesso em 23 mai 2023.
- KERR, W. K.; CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha uruçu: biologia, manejo e conservação**. Paracatu: Acangauá. 154 p. 1996.

KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 26, p. 16812-16816, 2002.

MACEDO, C. R. C. *et al.* Nesting behavior of stingless bees. **Ciência Animal Brasileira**, v.21, e-58736, 2020.

PEDRO, S. R. M. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014.

ROUBIK, D. W. Stingless bee nesting biology. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 124-143, 2006.

SANTOS, C. F.; BLOCHTEIN, B. Criação de abelhas sem ferrão - uma atividade sustentável. p. 655-81. In: VOLLET NETO, A.; MENEZES, C. **Desafios e recomendações para o manejo e o transporte de polinizadores**. São Paulo: A.B.E.L.H.A., 2018. 100 p.

VILLAS-BÔAS, J. K. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral dos Produtos das Abelhas Nativas Sem Ferrão**. Brasília - DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). 2ª edição. Brasil, 2018.

CAPÍTULO 13

PROCESSO DE ESQUELITIZAÇÃO REALIZADO POR COLEOPTERAS DA FAMÍLIA DERMESTIDAE

SKELETALIZATION PROCESS CARRIED OUT BY COLEOPTERA OF THE FAMILY
DERMESTIDAE


Natália Lopes de Alcântara 

IFTO – *Campus* Araguatins

* Autor Correspondente: alcnatalialopes@gmail.com

Luiz Raimundo Cunha 

IFTO – *Campus* Araguatins

Silvestre Santos Carvalho 

IFTO – *Campus* Araguatins

Sammuel Victor Feitosa da Conceição 


IFTO – *Campus* Araguatins

Anna Julia Aires Nobre 

IFTO – *Campus* Araguatins

Maria Josinete Araújo Costa 

IFTO – *Campus* Araguatins

 DOI: 10.52832/wed.43.311

RESUMO

Os insetos, representantes da classe mais abundante do planeta Terra, possuem diversas contribuições ao ser-humano, que vão desde atividades agrícolas até a medicina atual. O projeto aqui apresentado utiliza um coleoptera necrófago (*Dermestes Maculatus*), que atua principalmente nas últimas fases de decomposição de uma carcaça, como foco da pesquisa o estudo da limpeza óssea feita por tais animais. Com isso, tal ensaio visa estudar e compreender o processo de esqueletização realizados por esses insetos, de forma que através deles seja obtido material osteológico que serão utilizados como material didático dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, nos cursos de graduação (Ciências Biológicas e Engenharia Agrônômica) e do curso técnico em Agropecuária. O tipo de material osteológico utilizado é feito a partir da esqueletização da espécie *Piaractus brachypomus*, um peixe muito utilizado na culinária tocantinense. Portanto, tal estudo possui potencial de auxiliar significativamente nas observações de anatomia óssea dos animais, assim como o peixe esqueletizado já vem coadjuvando em aprendizados desse âmbito, incentivando e motivando alunos no estudo da entomologia como um todo, mas principalmente na área de entomologia forense, considerando que o inseto em questão é amplamente encontrado em diferentes fases de ecdises, sendo estudado com frequência por essa área do conhecimento.

Palavras-chave: Esqueletização. Material osteológico. Limpeza óssea.

ABSTRACT

Insects, representatives of the most abundant class on planet Earth, have several contributions to human beings, ranging from agricultural activities to current medicine. The project presented here uses a scavenger Coleoptera (*Dermestes Maculatus*), which acts mainly in the last stages of carcass decomposition, with the focus of the research being the study of bone cleaning performed by such animals. With this, this essay aims to study and understand the skeletonization process carried out by these insects, so that through them osteological material is obtained that will be used as didactic material within the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins - *Campus Araguatins*, in the graduation courses (Biological Sciences and Agronomic Engineering) and the technical course in Agriculture. The type of osteological material used is made from the skeletonization of the species *Piaractus brachypomus*, a fish widely used in Tocantins cuisine. Therefore, such a study has the potential to significantly assist in the observations of the bone anatomy of animals, just as the skeletonized fish has already been helping to learn in this area, encouraging and motivating students in the study of entomology as a whole, but mainly in the area of forensic entomology, considering that the insect in question is widely found in different stages of ecdysis, being frequently studied by this area of knowledge.

Keywords: Skeletonization. Osteological material. Bone cleaning.

1 Introdução

As coleções osteológicas são de suma importância para o estudo das ciências naturais, que, por sua vez, torna-se de grande relevância para museus e instituições de ensino. Essas coleções auxiliam o estudo e compreensão das peças anatômicas e ósseas dos animais que sofrem alteração através do processo evolutivo natural, e, além disso, tal material pode ser usado no incentivo de estudantes na pesquisa e extensão na área das ciências biológicas (DA SILVEIRA, 2008). Dessa forma, com intuito de fomentar o uso desse tipo de material nas escolas, foi utilizado *Dermestes Maculatus* como animal necrófago para realizar a limpeza óssea do acervo em questão.

Os animais em estado larval de Dermestidae (família do *Dermestes Maculatus*) são saprófagos e necrófagos, ou seja, se alimentam de matéria orgânica em decomposição (KÖB, 2006). Por

possuir essa característica intrínseca, ele retém grande atenção no mundo da entomologia (principalmente na entomologia forense), diante disso o seu uso é imperioso no desenvolvimento do projeto em questão, que visa entender o processo de decomposição causado por esse inseto para criação de acervo de material osteológico para o Instituto Federal do Tocantins – *Campus* Araguatins.

A espécie *Dermestes maculatus* DeGeer, 1774 (Coleoptera, Dermestidae) é uma espécie cosmopolita, conhecida como besouro do couro, devido a sua grande capacidade de se alimentar de peles, couros, ossos, produtos armazenados, dentre vários outros materiais (KÖB, 2006). Por serem saprófagos e necrófagos fazem uma limpeza impecável nas estruturas ósseas, tornando o trabalho de esqueletização mais simples, ágil e eficaz.

Ressalta-se, no entanto, que o estudo da entomologia ainda é negligenciado por muitos, além disso o estudo do ciclo de vida, biologia, reprodução, adaptação e processos característicos desses animais ainda é incipiente, tal fato é consequência da complexidade e demora para obtenção de resultados (PUJOL-LUZ, 2018). Esses fatos levam pesquisadores e estudiosos a fazerem uso de outros métodos, mesmo tendo ciência da impecabilidade do processo de esqueletização de insetos necrófagos, de esqueletização para estudo da anatomia óssea, adaptação e evolução da anatomia de animais.

2 Material e Métodos

Os espécimes usados como objeto de pesquisa no então projeto foram doados pela UFT (Universidade Federal do Tocantins) - *Campus* Porto Nacional pela acadêmica Nicole Kavarleski. Para a captura dos animais foi utilizado uso de armadilhas suspensas, contendo atrativo de insetos, ou seja, carne em decomposição, essas armadilhas foram distribuídas por diferentes locais do campus. Os espécimes doados, com solicitude pela estudante, detinham um número de 30 animais adultos (fêmeas e machos).

A chegada dos insetos foi em um recipiente pequeno que continha os 30 animais adultos e alguns pedaços de carne em decomposição, onde eles se alimentavam. Pensando principalmente na adaptação dos espécimes, nós produzimos uma caixa, denominada como “dermestário”, que foi modificada para se encaixar nas exigências dos animais e ao mesmo tempo evitar a invasão de insetos indesejados, tal recipiente foi inspirado na pesquisa de Gomes (2015), onde o mesmo e sua equipe produziram um dermestário com resultados produtivos.

Portanto, para a adaptação de um caixa que se tornaria o novo habitat dos insetos, fizemos uso de um recipiente com capacidade de 30 litros (Figura 1), principalmente por conta do crescimento significativo da colônia e visando sempre a constância desse crescimento na taxa de

natalidade da colônia. A população de *Dermestes maculatus* possuía um número de 30 animais adultos em 13/08/2022 e evoluiu para 186 animais adultos e 164 em estágio larval em 01/12/2022, essa evolução significativa da colônia mostrou a velocidade do ciclo de vida da espécie.

Figura 1 – Dermestário utilizado para a criação da colônia.



Fonte: ALCÂNTARA, Natália Lopes (2023).

Diante disso, visando mitigar os males relacionados a dificuldade de adaptação dos insetos no Laboratório de Entomologia e Biodiversidade – IFTO Araguatins, seja em relação ao clima, umidade ou em relação ao espaço e novo habitat do animal, a caixa usada como dermestário foi adaptada de todas as formas possíveis para seguir as exigências do *Dermestes Maculatus*. Os males que poderiam vir surgir sem a modificação do recipiente giram entorno de má alimentação dos insetos, diminuição drástica da colônia e a taxa de mortalidade dos indivíduos em estágio larvar começaria a crescer de forma rápida.

Com isso, foi retirado os encaixes da tampa, pois da forma que se encontravam a mesma poderia se tornar porta de entrada para invasão de outros insetos na colônia, todos os orifícios restantes foram cobertos por cola quente, evitando a saída dos insetos e entrada de outros. Para revestir a caixa foi usado um tecido poroso que permitia a entrada e saída de gases, mas evitava que o mesmo fosse feito pelos insetos, esse tecido foi usado para revestir toda a tampa, permitindo que a colônia seja vista somente pela lateral da caixa, que por sua vez é transparente. Além disso, matemos sempre as condições climáticas adequadas para esse inseto, respeitando sempre as suas exigências, neste caso o ambiente deve evitar altas e baixas temperaturas, mantendo-se sempre mediano (entre 25 e 30° C), deve ser úmido (entre 70 e 90% de umidade), porém não deve ser encharcado e é necessário evitar a claridade (GOMES, 2015).

A partir dessas condições e exigência, nós iniciamos a formulação de um protocolo no dia 16/09/2022, o mesmo se baseava nos cuidados com o dermestário e com a colônia em si, principalmente em relação à alimentação e umidificação, mas também sobre a disposição do algodão e outros adereços adicionados ao dermestário que procuravam deixar a caixa o mais

confortável possível para o animal. Esse ritual consiste na visitação periódica de algum membro da equipe para realizar o processo de umidificação e troca de carne quando necessário. Ao observar essas trocas de carne, foi perceptível a preferência dos insetos pelas carnes que possuíam um pedaço de osso e que estivesse o mais seco possível (Figura 2), isso foi possível de ser notado a partir da reação dos animais à pedaços soltos de carne ainda úmidos (Figura 3), onde essa porção de carne solta e úmida demorava muito mais tempo para ser ingerida que outros pedaços que continham ossos e estivessem secas. Portanto, a partir dessa observação, fez-se necessário que todas as peças adicionadas ao dermestário fossem secas ao sol ou no micro-ondas, sempre verificando a necessidade de umidificação na caixa.

Figura 2 – Pedacos de carne com osso.



Fonte: CARVALHO, Silvestre Santos (2022).

Figura 3 – Pedacos soltos de carne.



Fonte: ALCÂNTARA, Natália Lopes (2022).

Para iniciar a esqueletização de animais escolhemos um ser vivo pequeno, portanto fizemos uso de dois peixes da espécie *Piaractus brachypomus*, esse animal é popularmente conhecido como Pacu Caranha e é amplamente utilizado na culinária brasileira. Com isso, os insetos iniciaram a esqueletização dos animais no dia 20/05/2023, sendo que um deles foi emergido em formol (Figura 4) e o outro em uma mistura de formol e álcool (Figura 5). Com isso, os insetos prontamente finalizaram o processo no dia 06 de junho de 2023, mostrando assim a eficiência e velocidade desses animais.

Figura 4 – Peixe com formol e álcool.



Fonte: CONCEIÇÃO, Samuel Victor Feitosa da (2023).

Figura 5 – Peixe com formol.



Fonte: CONCEIÇÃO, Samuel Victor Feitosa da (2023).

3 Resultados e Discussão

A elaboração e desenvolvimento da colônia nos possibilitou observar a facilidade do *Dermeste Maculatus* em relação ao processo de esqueletização, com isso ele proporciona a aquisição de algumas peças ósseas soltas de alguns animais, nesse caso algumas peças de suíno (Figura 6) e duas estrutura óssea completa de peixes (Figura 7).

Figura 6 – Peças ósseas de suíno.



Fonte: CARVALHO, (2022).

Figura 7 – Umas das estruturas do peixe.



Fonte: CONCEIÇÃO, (2023).

Portanto, esse processo realizado por esses animais foram peças chaves para a obtenção desse material osteológico de uso didático, tal material possuirá grande importância no incentivo de estudantes do ensino médio e superior para aulas de biologia e outras áreas do conhecimento que fazem uso do estudo da anatomia óssea de alguns animais. Tal experimento também foi realizado por GOMES L. B. em 2015, porém utilizando a carcaça de animais silvestres, como por exemplo a iguana, onde o processo de esqueletização demorou cerca de 4 meses para a limpeza completa do animal. É possível notar a diferença no tempo de esqueletização, do peixe para a

iguana, pois deve ser levado em consideração que o processo de esqueletização da iguana foi iniciado na forma na qual a carcaça foi encontrada, diferenciando-se do peixe.

A colônia e o dermestário, por sua vez, podem vir a aumentar, proporcionando o desenvolvimento de mais material osteológico, além disso é válido ressaltar que os protocolos (alimentação e umidificação) criados durante a realização do projeto podem ser alteradas durante o decorrer da evolução da colônia, e podem sofrer essas alterações conforme for comprovado a preferência do animal.

4 Conclusão

A produção de estudos como esse na área de entomologia, que envolvem insetos necrófagos, é de suma importância para a ciência forense, pois pode ser aplicada em investigações criminais relacionadas a maus tratos, danos imobiliários, entorpecentes e vítimas de mortes violentas, podendo esclarecer a causa da morte, o lugar onde ocorreu e principalmente o tempo entre a morte e a data que o cadáver foi encontrado, denominado de intervalo pós-morte (IPM) (DE SANTANA, 2012). Diante disso, é perceptível a necessidade de maior conhecimento sobre insetos necrófagos como o *Dermestes maculatus*, a partir deles existe um maior esclarecimento no ciclo de vida e desenvolvimento, ajudando assim a elucidação de casos criminais.

Contudo, o principal objetivo com os resultados em mãos é o tempo, método e importância do processo de esqueletização realizado por Dermestidae, além de usar o material usado durante o experimento para criar material didático para incentivar estudantes do ensino médio, graduação e pós-graduação nos estudos de biologia e outras áreas do conhecimento que exijam estudo sobre anatomia óssea de animais. A partir do decorrer do projeto já foram obtidas algumas estruturas anatômicas, por exemplo: peças soltas de suíno e duas peças anatômicas completas de peixes, algo que evidencia a eficiência desses insetos no processo de esqueletização e alimentação de matéria orgânica em decomposição.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos o apoio financeiro através de bolsas do CNPq, aos professores orientadores Maria Josinete Araújo e Luiz Raimundo Cunha, à equipe do laboratório e ao IFTO – *Campus Araguatins* pelo fornecimento dos conhecimentos que foram aplicados no então projeto.

Referências

DA SILVEIRA, M. J.; DE OLIVEIRA, E. F. A importância das coleções osteológicas para o estudo da biodiversidade. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 3, n. 1, 2008.

DE SANTANA, Camila Santos; BOAS, Daniel Siquieroli Vilas. Entomologia forense: insetos auxiliando a lei. 2012.

GOMES, L. B.; OLIVEIRA, ACM. Montagem e manutenção de colônias de besouros do gênero *Dermestes* (Coleoptera, Dermestidae) Linnaeus, 1758 para preparação de esqueletos usados em coleções biológicas. **Bol. Soc. Bras. Mastozool**, v. 73, p. 37-41, 2015.

KÖB, E. L. Ciclo de vida de *Dermestes maculatus* DeGeer, 1774 (Coleoptera, Dermestidae). **Monografia de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas na modalidade de Bacharelado, Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil**, 2006.

PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. Cem anos da entomologia forense no Brasil (1908-2008). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, p. 485-492, 2008.

CAPÍTULO 14

TOXICIDADE DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Duckee SOBRE OS OVOS DE *Plutella xylostella* (Linnaeus., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)

TOXICITY OF AQUEOUS EXTRACTS OF *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Duckee ON EGGS OF *Plutella xylostella* (Linnaeus., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)


Isabella Maria Pompeu Monteiro Padial 
Universidade Federal da Grande Dourados

Silvana Aparecida de Souza 
Universidade Federal da Grande Dourados

Alana Martini Ferreira 
Universidade Federal da Grande Dourados

Thaís Silva de Souza 
Universidade Federal da Grande Dourados

Rosilda Mara Mussury 
Universidade Federal da Grande Dourados
*Autor correspondente: MaraMussury@ufgd.edu.br

 DOI: 10.52832/wed.43.312

RESUMO

O uso de inseticidas botânicos tem aumentado ano após ano devido à necessidade de novos produtos fitossanitários no mercado. *Vatairea macrocarpa* é uma planta medicinal usada no Brasil para o tratamento de doenças inflamatórias, e recentemente, seu potencial inseticida foi relatado na literatura. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos extratos aquosos de *V. macrocarpa* (10%) sobre o período de incubação e fertilidade dos ovos de *Plutella xylostella*, uma praga agrícola de importância mundial. Ovos de *P. xylostella* foram coletados de gaiolas de casais de adultos de 24h de vida individualizados, através da coleta de discos de couve substituídos diariamente. Foram montadas 10 repetições com 10 ovos para cada tratamento (controle e extrato) e, as larvas eclodidas foram contadas diariamente durante 5 dias. Os experimentos demonstraram diferença significativa para ambos os parâmetros avaliados, sendo que houve uma redução de em média um dia no período de incubação dos ovos e de 30% na fertilidade dos ovos expostos aos extratos botânicos de *V. macrocarpa*. Esse trabalho reforça a hipótese de *V. macrocarpa* é uma planta que possui um potencial inseticida que deve continuar a ser investigado, através de mais trabalhos no futuro.

Palavras-chave: Traça-das-crucíferas. Angelim-do-cerrado. Amargoso. Fecundidade. Inseticidas botânicos.

ABSTRACT

The use of botanical insecticides has increased year after year due to the need for new phytosanitary products on the market. *Vatairea macrocarpa* is a medicinal plant used in Brazil for the treatment of inflammatory diseases, and recently, its insecticidal potential was reported in the literature. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of aqueous extracts of *V. macrocarpa* (10%) on the incubation period and fertility of eggs of *Plutella xylostella*, an agricultural pest of worldwide importance. *P. xylostella* eggs were collected from cages of individualized 24h adult couples, by collecting cabbage discs replaced daily. Ten replicates were mounted with 10 eggs for each treatment (control and extract) and the hatched larvae were counted daily for 5 days. The experiments showed a significant difference for both evaluated parameters, with an average reduction of one day in the egg incubation period and a 30% reduction in the fertility of eggs exposed to botanical extracts of *V. macrocarpa*. This work reinforces the hypothesis that *V. macrocarpa* is a plant that has an insecticidal potential that should continue to be investigated through further work in the future.

Keywords: Diamondback moth. Angelim-do-cerrado. Amargoso. Fertility. Botanical insecticides.

1 Introdução

Os inseticidas botânicos são produzidos a partir de metabólitos secundários de plantas, que podem ser usados para o controle de insetos praga na agricultura (ABUBAKAR *et al.*, 2018). Metabólitos secundários são substâncias produzidas para a defesa natural de plantas contra ações e/ou agentes do ambiente, como a herbivoria. Assim, esses compostos tem sido usados para diversas funções na humanidade, mas ainda há uma grande carência de pesquisas para boa parte da flora conhecida (RIAZ *et al.*, 2012).

As plantas são uma excelente origem na obtenção de compostos para o controle de pragas, contudo o efeito de inseticidas botânicos depende diretamente da espécie da planta, da parte que foi coletada, do estado da planta e dos métodos de confecção do extrato. Além disso, pesticidas vegetais são facilmente degradados no ambiente, geralmente apresentam uma baixa toxicidade para

humanos e organismos não-alvo e estão mais facilmente disponíveis na natureza (WEINZIERL, 2000; ISMAN, 2008; ORUONYE; OKRIKATA, 2010; MPUMI *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2017).

Plutella xylostella (Linneus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) é atualmente uma das principais pragas agrícolas em torno de 100 países no mundo inteiro. Ela afeta exclusivamente espécies do gênero Brassica, como brócolis, couve e couve-flor (MOHAN; GUJAR, 2003). A facilidade que essa praga tem em desenvolver resistência a pesticidas têm limitado e dificultado em grande medida seu controle, dessa forma, métodos alternativos de manejo, principalmente baseados em pesticidas biológicos têm sido desenvolvidos e são muito importantes para o controle racional dessa praga (SAKAMOTO *et al.*, 2004).

Nossa sociedade tem pressionado cada vez mais o mercado agrícola não só para o aumento da produção de alimentos, como também, para que esse aumento seja feito de forma sustentável em relação ao meio ambiente, assim inseticidas botânicos são alternativas que podem ajudar manter o equilíbrio ecológico de um agrossistema. Nesse sentido, *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke é uma planta pouco explorada, mas que já possui relatos na literatura sobre seu potencial inseticida (OSTERN *et al.*, 2022), que podem ser mais elucidados.

Assim, o objetivo desse trabalho foi investigar o efeito de extratos botânicos das folhas de *V. macrocarpa* sobre o período de incubação e fertilidade dos ovos de *P. xylostella*.

2 Material e Métodos

2.1 Criação de *P. xylostella*

Indivíduos de *P. xylostella* foram coletados em hortas de Dourados, Mato Grosso do Sul. Toda a criação-estoque permaneceu no Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP), da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), situado na unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sob 12h de fotoperíodo, $25 \pm 3^\circ\text{C}$ e UR de $67 \pm 5\%$.

As larvas ficaram armazenadas desde a eclosão até o empupamento em potes plásticos (30 x 15 x 12 cm), sendo alimentadas com folhas de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*), previamente higienizadas com hipoclorito de sódio. Em cada pote haviam duas folhas de couve, uma sobre a outra, de maneira que uma estava voltada para cima e a outra voltada para baixo. A folha de baixo era descartada diariamente e uma folha nova era colocada em cima.

No final do estágio larval, as pupas eram coletadas e levadas a outras gaiolas de plástico (9 x 19 x 19 cm), onde permaneciam até sua emergência e toda a fase adulta. Nas gaiolas dos adultos, permaneceram discos de papel filtro e discos de couve para que as mariposas ovipositassem. Elas eram alimentadas com uma solução de mel diluído a 10%, oferecida através de algodões.

2.2 Obtenção dos Extratos Botânicos

O material vegetal foi recolhido no assentamento Lagoa Grande em Itahum 22° 05'S e 55°15'W, Mato Grosso do Sul. As folhas de *V. macrocarpa* foram destacadas dos ramos e levadas para higienização com hipoclorito de sódio. Em seguida, as folhas foram secas por uma estufa de circulação forçada de ar, à 45°C, durante 3 dias e então trituradas por um moinho de facas. O pó coletado foi armazenado em potes plásticos e mantido sob proteção luz e umidade.

O extrato aquoso foi feito diariamente, um dia antes de ser utilizado, através da técnica de maceração. O pó de *V. macrocarpa* foi misturado com água destilada em uma concentração de 4g/40mL (10%). A mistura permaneceu em repouso por 24 horas em ambiente refrigerado antes de ser usada e foi previamente filtrada por tecido *voil*.

2.3 Experimento de Embriotoxicidade

Todos os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Interação Inseto-Planta (LIIP), da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), situado na unidade 2 da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), sob 12h de fotoperíodo, $25 \pm 3^\circ\text{C}$ e UR de $67 \pm 5\%$.

Pupas de *P. xylostella* foram coletadas da criação-estoque e armazenadas em tubos de ensaio (12x100 mm) até que emergissem, os adultos foram posteriormente sexados para a formação de casais com até 24 h de idade. Cada casal foi colocado em gaiolas plásticas (9x10 cm) individuais, contendo um disco de papel filtro (9 cm de Ø) e dois discos (4 cm de Ø) de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) e, foram alimentados com mel a uma solução de 10%.

Os discos de couve foram trocados diariamente e armazenados em placas de Petri (60x15mm). Cada repetição deveria conter 10 ovos, de maneira que, os ovos excedentes foram retirados através de um pincel redondo (tamanho 4). Os discos foram então borrifados com seus respectivos tratamentos: extrato botânico de *V. macrocarpa* (10%) e água destilada (controle). O número de lagartas eclodidas foi contado diariamente pelos próximos 5 dias, determinando sua viabilidade ou não.

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), totalizando 2 tratamentos, sendo um deles o controle, 10 repetições e 10 indivíduos por repetição, ou seja, 100 ovos por tratamento. Os parâmetros analisados foram: período de incubação e fecundidade dos ovos. Os dados foram classificados como não-paramétricos através do teste de Shapiro-Wilk e então, os tratamentos foram comparados através do teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

3 Resultados e Discussão

Os extratos aquosos de *V. macrocarpa* interferiram negativamente na fase embrionária de *P. xylostella*, para ambos os parâmetros avaliados (Tabela 1).

O período de incubação dos ovos diferiu significativamente ($p > 0,00001$), sendo que foi reduzido em cerca de 1 dia, quando comparamos os ovos tratados com controle e com extrato. A fecundidade dos ovos tratados com extratos também diferiu significativamente ($p = 0,0007021$). Quando comparados com o controle, ela apresentou uma redução em torno de 30%, em relação as larvas aos ovos que eclodiram.

Tabela 1 – Período de incubação e fecundidade de ovos de *Plutella xylostella* quando submetidos ao tratamento de extratos aquosos de *Vatairea macrocarpa* (10%) e controle (água destilada).

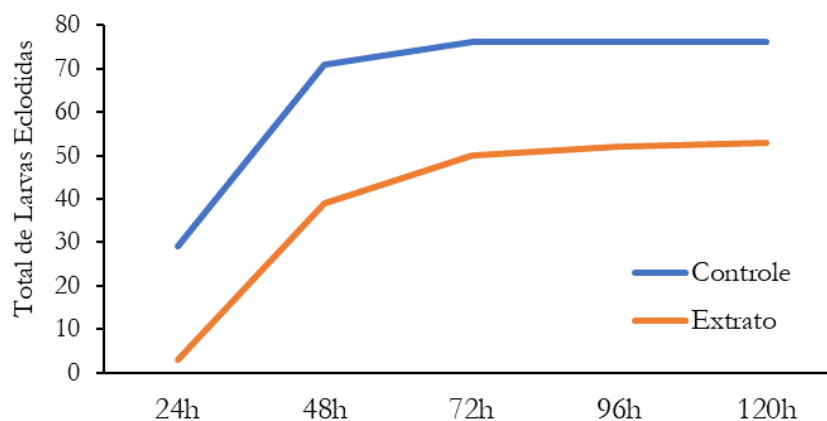
Tratamento	Período de Incubação (dias)	Fecundidade (%)
Controle	2,48 ± 1,51 a	76,00 ± 42,90 a
<i>V. macrocarpa</i>	3,53 ± 1,46 b	53,00 ± 50,20 b
<i>p</i> -valor	> 0,00001	= 0.0007021

As médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Mann-Whitney 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

É igualmente interessante observar a progressão de ovos eclodidos ao longo do tempo para o controle e para os extratos de *V. macrocarpa*. A progressão populacional seguiu um padrão muito parecido para ambos os tratamentos, com a diferença de que o número de ovos que eclodiram em discos tratados com controle foi maior (Figura 1).

Figura 1 – Total de larvas eclodidas de *Plutella xylostella* por dia após serem submetidas aos extratos aquosos das folhas de *Vatairea macrocarpa* a uma concentração de 10% e seu respectivo controle (água destilada).

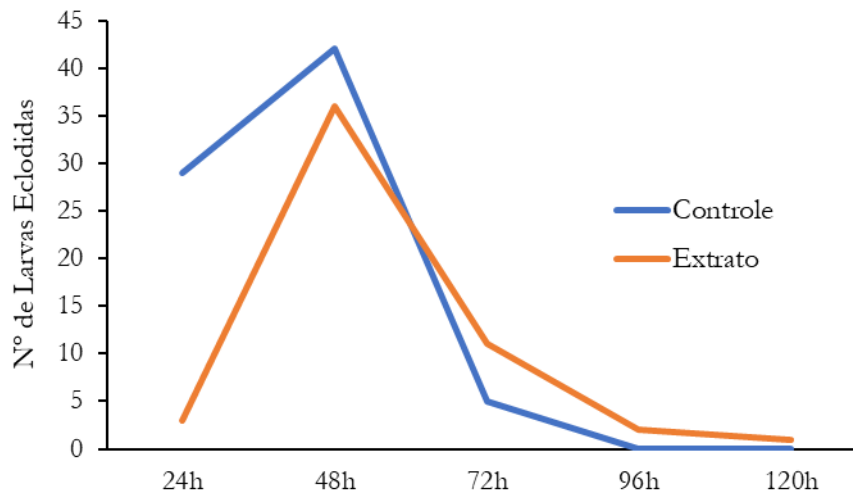


Fonte: Imagem feita pelos autores.

Contudo, quando observado o número de larvas eclodidas, fica claro como o período de incubação foi afetado pelo extrato, uma vez que, em 24h, apenas os discos tratados com controle tiveram um elevado número de eclosões. Além disso, ambos atingem seu ápice de eclosões de ovos

em 48h, mas depois de 96h, não há mais eclosões para o controle, enquanto que os discos tratados com extrato, continuam demonstrando eclosões de ovos em pequenas quantidades nos dias seguintes (Figura 2).

Figura 2 - Número de larvas eclodidas de *Plutella xylostella* por dia após serem submetidas ao tratamento de extratos aquosos das folhas de *Vatairea macrocarpa* a uma concentração de 10% e seu respectivo controle.



Fonte: Imagem feita pelos autores.

Uma possível explicação para esses resultados é a presença de substâncias no metabolismo de *V. macrocarpa* que afetem biologia de *P. xylostella*, como por exemplo, seu desenvolvimento embrionário. Culturalmente, a planta já é usada de forma medicinal para tratar doenças como reumatismo, porém, extratos metanólicos feitos a partir das folhas e do caule de *V. macrocarpa* identificaram a presença de flavonoides, esteroides, terpenos, saponinas e cumarinas (VALADARES, 2017), compostos químicos já conhecidos por sua atuação na agricultura devido a sua ação contra insetos praga.

Um bom exemplo do potencial inseticida dessa planta, foi o experimento conduzido por Ostern *et al.* (2022), onde lecitinas foram isoladas das sementes da planta, e demonstraram ter ação contra células embrionárias de *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830) (Diptera, Drosophilidae) e tecidos celulares do intestino de *Choristoneura fumiferana* (Clemens, 1865) (Lepidoptera, Tortricidae) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae).

Assim, no presente trabalho o número de indivíduos que passou para a próxima geração de *P. xylostella* foi reduzido pelo uso de extratos aquosos de *V. macrocarpa*, indicando que a planta apresenta potencial inseticida e deve ser mais estudada afim de verificar a viabilidade de sua aplicação, bem como seu potencial econômico.

4 Conclusão

Os experimentos de embritoxidade realizados provocaram aumento do período de incubação dos ovos, bem como queda de sua fertilidade, reduzindo o *offspring* de *P. xylostella*. O período de incubação dos ovos foi atrasado em cerca de um dia, enquanto a fertilidade apresentou uma que da 30% na eclosão dos ovos, revelando o potencial inseticida de *V. macrocarpa* para futuras potenciais pesquisas, sendo necessário que mais experimentos sejam conduzidos afim de testar seus efeitos em outros parâmetros do inseto.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) ao primeiro autor e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo financiamento previsto no edital nº 71/700.130/2018.

Referências

- ABUBAKAR, I. B., MALAMI, I., YAHAYA, Y. & SULE, S. M. A review on the ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology of *Alpinia officinarum* Hance. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 224, p. 45–62, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29803568/>
- ISMAN, M. B. Botanical insecticides: for richer, for poorer. **Pest Management Science**, v. 64, p. 8–11, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18022796/>
- MOHAN, M. & GUJAR, G. T. Local variation in susceptibility of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) to insecticides and role of detoxification enzymes. **Crop Protection**, v. 22, p. 495–504, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219402002016>
- MPUMI, N., MTEI, K., MACHUNDA, R. & NDAKIDEMI, P. A. The Toxicity, Persistence and Mode of Actions of Selected Botanical Pesticides in Africa against Insect Pests in Common Beans, *P. vulgaris*: A Review. **American Journal of Plant Sciences**, v. 7, p. 138–151, 2016. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=63091>
- ORUONYE, E. D. & OKRIKATA, E. Sustainable use of plant protection products in Nigeria and challenges. **Journal of Plant Breeding and Crop Science**, v. 2, p. 267–272, 2010. Disponível em: <https://www.globalscienceresearchjournals.org/abstract/sustainable-use-of-plant-protection-products-in-nigeriarnand-challenges-46765.html>
- OSTERNE, V. J.; OLIVEIRA, M. V.; DE SCHÜTTER, K.; SERNA, S.; REICHARDT, N.; SMAGGHE, G.; CAVADA, B. S.; VAN DAMME, E. J. M.; NASCIMENTO, K. S. A galactoside-specific Dalbergiaceae legume lectin from seeds of *Vataireopsis araroba* (Aguiar) Ducke. **Glycoconjugate Journal**, 40, p. 85–95, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10719-022-10082-8#citeas>

RIAZ, M.; RASOOL, N.; BUKHARI, I. H.; SHAHID, M.; ZUBAIR, M.; RIZWAN, K.; RASHID, U. In Vitro Antimicrobial, Antioxidant, Cytotoxicity and GC-MS Analysis of *Mazus goodenifolius*. **Molecules**, v. 17, p. 14275–14278, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6268932/>

SAKAMOTO, N.; SAITO, S.; HIROSE, T.; SUZUKI, M.; MATSUO, S.; IZUMI, K.; NAGATOMI, T.; IKEGAMI, H.; UMEDA, K.; TSUSHIMA, K.; MATSUO, N. The discovery of pyridalyl: a novel insecticidal agent for controlling lepidopterous pests. **Pest Management Science**, v. 60, p. 25–34, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14727738/>

SOUSA, G. F.; AGUILAR, M. G.; TAKAHASHI, J. A.; ALVES, T. M. A.; KOHLHOFF, M.; FILHO, S. A. V.; SILVA, G. D. F.; DUARTE, L. P. Flavonol triglycosides of leaves from *Maytenus robusta* with acetylcholinesterase inhibition. **Phytochemistry Letters**, v. 19, p. 34–38, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1874390016302282>

VALADARES, S. N. S. **Composição química, toxicidade e atividade biológica de *Vatairea macrocarpa* (Benth.) Ducke (Leguminosae)**. Orientador: Lucchese, Angélica Maria. 2017. 90 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/501#preview-link0>

WEINZIERL R. A. **Biological and Biotechnological Control of Insect Pests**. CRC Press LLC, 2000.

CAPÍTULO 15


UTILIZAÇÃO DE UM BLEND DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Piper marginatum* E *Piper tuberculatum* (PIPERACEAE) CONTRA LARVA DE *Culex quinquefasciatus* (DIPTERA)

USE OF ESSENTIAL OILS BLEND FROM *Piper marginatum* AND *Piper tuberculatum* (PIPERACEAE) AGAINST *Culex quinquefasciatus* LARVAE (DIPTERA)

Karen Danielle Pinheiro 

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra
“Eugênio Carlos Stieler”

*Autor correspondente: karen.pinheiro@unemat.br

Nayani Luiza Pinheiro 

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra
“Eugênio Carlos Stieler”

Diones Krinski 

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra
“Eugênio Carlos Stieler”

 DOI: 10.52832/wed.43.313

RESUMO

Os Óleos Essenciais (OEs) são compostos voláteis, hidrofóbicos, aromáticos e em sua maioria derivados do metabólito secundário das plantas. Os OEs têm propriedades que os tornam alternativas na bioprospecção, podendo ser usado de maneira individual ou em conjunto, formando *blends* ou sinergias. As espécies *Piper marginatum* Jacq. e *Piper tuberculatum* Jacq. são espécies com compostos de interesse comercial devido a sua composição química que pode ser usada contra insetos-praga, como o mosquito *Culex quinquefasciatus* Say, importante vetor de diversos patógenos humanos. Assim, o trabalho teve por objetivo testar o *blend* das duas *Piper* contra larvas de mosquito *C. quinquefasciatus*. O *blend* foi diluído em solução aquosa de Tween 80 a 1% nas concentrações/tratamentos de 0,25; 0,5; 1; 2 e 4%, sendo também utilizado dois tratamentos controles com água de onde as larvas foram coletadas e Tween 80 a 1%. Os resultados mostraram que a mistura realizada entre o OE de *P. marginatum* e *P. tuberculatum* possuem elevada atividade larvicida sobre larvas de mosquito *C. quinquefasciatus* a partir da concentração de 1%, visto que após 24h ocorreu uma mortalidade de 100%, assim apresentando uma boa eficácia inseticida (larvicida), podendo este ser uma promissora alternativa para a utilização desse composto como fitoinseticida.

Palavras-chave: Metabólitos Secundários. Biopesticidas. Inseticidas Vegetais. Bioprospecção.

ABSTRACT

Essential Oils (EOs) are volatile, hydrophobic, aromatic compounds, mostly derived from secondary metabolites of plants. EOs have properties that make them alternatives in bioprospecting, and can be used individually or together, forming blends or synergies. The species *Piper marginatum* Jacq. and *Piper tuberculatum* Jacq. are species with compounds of commercial interest due to their chemical composition that can be used against insect pests, such as the mosquito *Culex quinquefasciatus* Say, an important vector of several human pathogens. Thus, the objective of the work was to test the blend of the two *Piper* against *C. quinquefasciatus* mosquito larvae. The blend was diluted in an aqueous solution of 1% Tween 80 at concentrations/treatments of 0.25; 0.5; 1; 2 and 4%, being also used two control treatments with water where the larvae were collected and Tween 80 at 1%. The results showed that the mixture made between the EO of *P. marginatum* and *P. tuberculatum* has high larvicidal activity against *C. quinquefasciatus* mosquito larvae from a concentration of 1%, since after 24h there was a mortality of 100%, thus presenting good insecticidal (larvicidal) efficacy, which may be a promising alternative for the use of this compound as a phytoinsecticide.

Keywords: Secondary metabolites. Biopesticides. Vegetable Insecticides. Bioprospecting.

1 Introdução

Os OEs podem ser classificados como compostos aromáticos voláteis, ou seja, possuem uma alta capacidade de modificar seu estado, passando do sólido ou líquido para o gasoso em temperatura ambiente (Steffens, 2010) e o aromático está ligada ao odor (KUZHEY, 2021). São compostos hidrofóbicos (CARSON; HAMMER, 2011) e ficam armazenado as cavidades lisígenas (ESAU, 1974), podendo estar presente em diferentes partes vegetais como flores, folhas, cascas, rizomas e frutos e que podem ser extraídos com diferentes métodos, como: enfloração, arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem a frio, por solventes orgânicos e por fluidos supercríticos (KUZHEY, 2021). São no geral substâncias derivadas do metabólito secundário, estando muitas vezes aos compostos que desempenham funções vitais para a planta, como o controle hídrico e atuando no sistema de defesa contra predadores (MAZZEU, 2014; MIRANDA *et al.*, 2016). Os

OE também podem ser utilizados em conjunto e formam blends ou sinergias, que buscam proporcionar melhores efeitos dos compostos utilizados (AMARAL, 2016).

O Brasil possui enorme biomassa para a produção de OE, podendo ser potenciais matérias-primas para a indústria de química (JACOB *et al*, 2016), com destaque para espécies endêmicas do Brasil capazes de agregar valor aos produtos nacionais, como algumas espécies da família Piperaceae, com foco nas espécies do gênero *Piper* (MAZZEU, 2014).

Dentro do gênero *Piper*, a espécie *Piper marginatum* Jacq, conhecida popularmente como caapeba, caapeba-cheirosa, masvaíscio, pimenta-do-mato (NASCIMENTO, 2011; BEZERRA; RAMOS, 2020), é considerada uma planta endêmica do Brasil. Estudos químicos realizados com o OE dessa espécie revelaram a presença de alcalóides, flavonóides, lignóides e fenilpropanóides (OLIVEIRA *et al.*, 2006), os quais contribuem para sua ação antifúngica (NASCIMENTO, 2011), antioxidante (BAY-HURTADO *et al.*, 2016), inseticida natural (CAMARGO, 2014; KRINSKI; FOERSTER, 2016; SANINI *et al.*, 2017; KRINSKI; FOERSTER; DESCHAMPS, 2018; DE SOUZA *et al.*, 2020; PINHEIRO; REZENDE; KRINSKI, 2022), gastroprotetora e anti-dematogênica (VASCONCELOS, 2019) e larvicida (PINHEIRO; KRINSKI, 2022).

Outra espécie deste gênero, *Piper tuberculatum* Jacq, conhecida como pimenta-longa e pimenta-de-macaco, possui valor econômico e medicinal, principalmente para as comunidades tradicionais, possui em seu OE compostos de interesse, os quais são considerados inseticidas e fungicidas (LIMA, 2020), principalmente sua classe amida formada por pipartina, pelitorina e piperlonguiminina (NAVICKIENE *et al.*, 2000).

Ambas as espécies, *P. marginatum* e *P. tuberculatum*, têm sido muito pesquisadas para o controle de diversas pragas, como por exemplo *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797 (Lepdoptera) (RISCO *et al*, 2012), inseticida contra mosquito *Culex* sp (PINHEIRO; KRINSKI, 2022) e *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Diptera) (CRUZ *et al*, 2020).

Entre as espécies mais conhecidas do gênero *Culex* temos os mosquitos *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera). Essa espécie é adaptada para viver em áreas de proximidade ao homem, seja em regiões urbanas ou rurais, estando presente em praticamente todas as áreas subtropicais e tropicais. Possuem ciclo de vida completo (ovo, 4 estágios larvais, pupa e inseto adulto), sendo bem adaptado para desenvolver-se em água parada poluída, sendo esses ambientes desfavoráveis aos inimigos naturais, além de possuírem alta capacidade vetorial para a transmissão de agentes patogênicos (SCUDELER, 2013).

Assim, buscar alternativas naturais e sustentáveis para o controle desses insetos-pragas é de suma importância, pois a aplicação de compostos oriundo de plantas costumam ser mais biodegradáveis no meio ambiente, logo podem ser mais seguros no momento de sua utilização,

visto que as próprias plantas sintetizam diversas substâncias voláteis que são consideradas de alto potencial bioativo e que atuam contra os ataques de patógenos e/ou insetos (ALVES; SOUZA; GALDINHO, 2017).

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo realizar bioensaios com um *blend* (mistura) de OEs de *P. marginatum* e *P. tuberculatum*, a fim de testar seu potencial larvicida sobre larvas de *C. quinquefasciatus*.

2 Material e Métodos

2.1 Coleta das larvas *Culex quinquefasciatus*

A coleta das larvas de *C. quinquefasciatus* foi realizada em maio de 2023 em área residencial do município de Tangará da Serra/MT. As larvas foram encontradas em recipientes (baldes) abandonados com água parada. As larvas coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Bioprospecção de Produtos Naturais (LABIPRON) do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais (CPEDA) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra “Eugênio Carlos Stieler”, para identificação em nível de espécie (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994) e posterior utilização nos bioensaios.

2.2. Coleta do material vegetal e obtenção dos óleos essenciais

Para a extração dos OEs folhas frescas das duas espécies testadas neste trabalho foram coletadas aleatoriamente de 10 plantas (por espécie) em diferentes regiões de Tangará da Serra/MT. *P. marginatum* foi coletada nos arredores da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Tangará da Serra "Eugênio Carlos Stieler " (14°38'49" S, 57°25'41" W, alt. 438 m), e *P. tuberculatum* no entorno do córrego Buriti, na região central de Tangará da Serra (14°38'49" S, 57°25'41" W, alt. 438 m).

Após a coleta, as folhas foram encaminhadas para os laboratórios do Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agro-Ambientais (CPEDA/UNEMAT) para extração dos respectivos OEs. As extrações ocorreram através de hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger modificado durante um período de 4 horas (SARTOR, 2009). Ao final da extração os OEs foram acondicionados em frascos de vidros de 10 mL para posterior utilização nos bioensaios/experimentos.

2.3 Bioensaios sobre larvas de *Culex quinquefasciatus*

Os óleos essenciais das folhas de *P. marginatum* e *P. tuberculatum* foram utilizados para realizar os experimentos larvicidas, onde um *blend* (mistura) de OEs foi feito nas proporções de 70% *P. marginatum* e 30% *P. tuberculatum*, pois em testes no laboratório foi verificada uma alta mortalidade apenas com *P. marginatum* e uma baixa mortalidade com *P. tuberculatum*, assim surgiu o interesse de saber se havia a possibilidade de sinergia de ambas as espécies quando realizado o *blend*.

Para utilização no bioensaio, esse *blend* de OEs foi diluído em solução aquosa de Tween 80 a 1% nas concentrações/tratamentos de 0,25; 0,5; 1; 2 e 4%, sendo também utilizado dois tratamentos controles utilizando água de onde as larvas foram coletadas e Tween 80 a 1%, totalizando sete tratamentos.

As larvas de *C. quinquefasciatus* foram separadas com o auxílio da pipeta de Pasteur e, em seguida, vinte larvas de terceiro ínstar foram colocadas em cinco frascos de vidro contendo 20 mL de água do mesmo local de onde foram coletadas, totalizando 100 larvas por tratamento. Depois, 200 µL de cada concentração/tratamento foi adicionado nos frascos contendo as larvas e uma boneca de algodão foi utilizada para fechar o recipiente. A avaliação da mortalidade das larvas ocorreu 3, 6, 12, 24 e 48 horas após a exposição das larvas nas concentrações testadas, sendo consideradas mortas aquelas que não reagiram ao estímulo mecânico de um pincel de cerdas macias (WHO, 2005).

2.4 Análise de Dados.

Os dados de mortalidade foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Para a análise dos resultados obtidos foi empregado a análise de variância (ANOVA) realizada pelo teste F com posterior aplicação do teste Scott-Knott para a comparação entre médias com o auxílio do software estatístico Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3 Resultados e Discussão

A Análise de Variância (ANOVA) mostrou haver diferenças estatísticas entre as concentrações do *blend* de OEs testados (Tabela 1).

Os resultados mostraram que a mistura realizada entre o OE de *P. marginatum* e *P. tuberculatum* possuem elevada atividade larvicida sobre larvas de mosquito *C. quinquefasciatus* a partir da concentração de 1%, visto que após 24 h ocorreu uma mortalidade de 100% a partir dessa concentração, sendo estatisticamente diferentes das concentrações inferiores e aos tratamentos controles (água e Tween 80 a 1% após 24 horas da aplicação do OE. Embora a concentração de

0,5% também se mostrou diferente que a concentração de 0,25% e tratamentos controles (Figura 1).

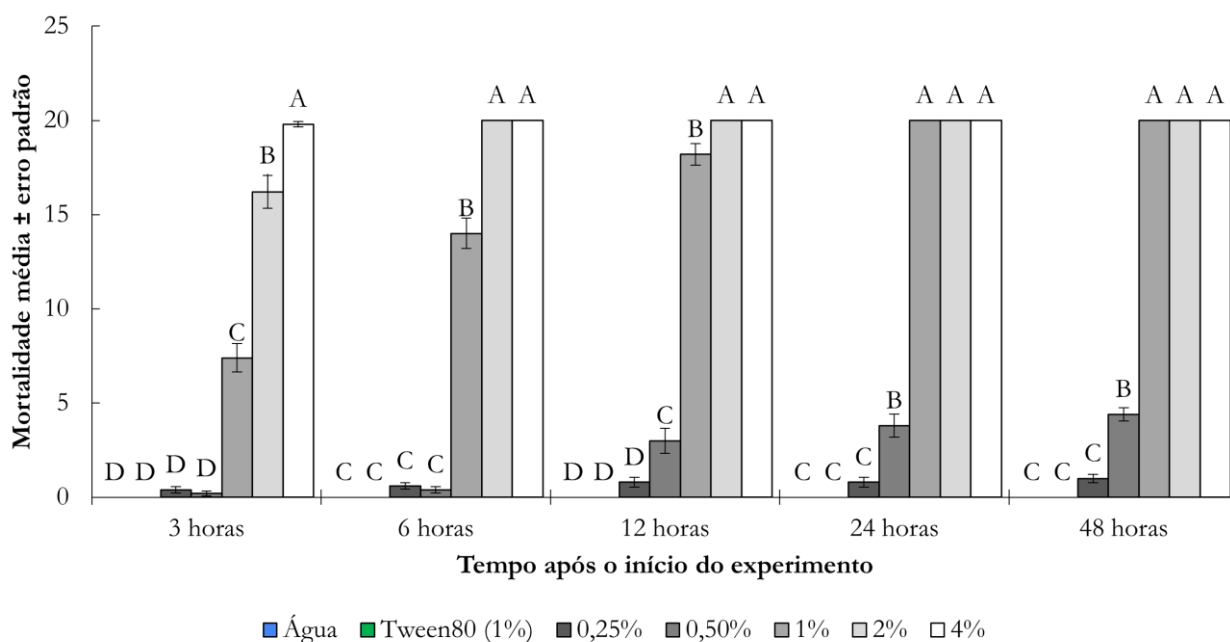
Tabela 1 - Análise de variância (ANOVA) para mortalidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* ao longo do tempo de exposição em diferentes concentrações do blend dos óleos essenciais de *Piper marginatum* (70%) e *Piper tuberculatum* (30%). Tangará da Serra/MT, 2023.

Fonte de variação	G. L.	Valor de F				
		3 h	6 h	12 h	24 h	48 h
Tratamentos	6	177.8216 **	463.6901 **	410.9286 **	907.5500 **	820.5303 **
Resíduos	28	-	-	-	-	-
Valor de P	-	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
C. V. (%)	-	22.66	12.82	12.37	8.22	8.59

**significativo a 1%. ($p \geq .01$) (teste Scott-Knott). G. L.= grau de liberdade; C. V.= Coeficiente de variação.

Fonte: Autores (2023).

Figura 1 – Mortalidade média de larvas de *Culex quinquefasciatus* após utilização de diferentes concentrações do blend de OE de *Piper marginatum* e *Piper tuberculatum*.



Fonte: Pinheiro, Pinheiro; Krinski (2023).

Pesquisadores como Mota *et al.* (2013) testaram separadamente os OEs das espécies *P. marginatum*, *P. tuberculatum*, *Piper hispidum* Kunth e *Piper* sp. contra as larvas do mosquito *C. quinquefasciatus* e verificaram que todos os OEs apresentaram 100% de mortalidade após 24h de exposição dos mosquitos aos óleos testado nas concentrações de 500 e 250 µg/mL.

Utilizando-se do OE da inflorescência de *P. marginatum* contra *A. aegypti*, Autran *et al.* (2009) encontrou potente atividade contra o 4º instar do mosquito nos valores de CL₁₀ e CL₅₀ de 13,8 e 20,0 ppm, respectivamente. Também foi observado que o OE testado não interferiu no processo de oviposição de fêmeas quando ensaiado a 50 ppm, podendo esse OE ser um potencial composto larvicida no uso direto, como isca ou armadilha no uso indireto.

Testes com *blends* envolvendo o gênero *Piper* também foram realizados para o controle de *S. frugiperda* por Estrela *et al.* (2013), que utilizaram *Piper hispidinervum* C.DC. e *Piper aduncum* L. em sua mistura, e obtiveram resultado significativo de toxicidade nas concentrações de $\frac{1}{2}$ DL₅₀ de *P. aduncum* e $\frac{1}{2}$ DL₅₀ de *P. hispidinervum* com mortalidade de 62,25%.

No geral, não há muitos estudos com *blends* envolvendo plantas do gênero *Piper*, apesar de haver diversos estudos com seus OE feitos de maneira individual, sendo mais comum encontrar trabalhos de utilizem o *blend* com outras espécies, como Cruz *et al.* (2020), que testaram o *blend* de *Croton argyrophyllus* Kunth e *Croton tetradenius* Kunth na proporção de 1:1 (m/m) para estudar o efeito larvicida sobre as larvas e inseticida sobre os indivíduos adultos de *A. aegypti*, e verificaram propriedades inseticidas, com efeito aditivo na atividade larvicida (CL₅₀=0,16 mg mL⁻¹) e efeito sinérgico na atividade adulticida (CL₅₀= 0,75 mg mL⁻¹).

Assim, se faz necessário que mais estudos sejam realizados com misturas de espécies do gênero *Piper*, visto que plantas deste gênero possuem potenciais substâncias a serem utilizadas na bioprospecção, as quais podem ter um efeito sinérgico e com resultados melhores do que quando utilizado os OEs isoladamente. Além disso, Araújo (2015) relatou que a grande vantagem de se obter sinergismo entre diferentes OEs é que, utilizando menores quantidades do produto, os impactos ao meio ambiente e os custos para o controle de determinada praga podem ser reduzidos (ARAÚJO, 2015).

Desta forma, essas misturas podem ser mais bem estudadas para ser aplicadas no cotidiano, como foi o resultado dessa pesquisa, onde o *blend* dos OE testados com *P. marginatum* e *P. tuberculatum* se mostraram eficazes quando utilizados em conjunto contra larvas de mosquitos *C. quinquefasciatus*.

4 Conclusão

Com nosso estudo, podemos concluir que o *blend* de *P. marginatum* e *P. tuberculatum* é um potencial e eficaz inseticida (larvicida) contra mosquitos *C. quinquefasciatus*, podendo este ser uma promissora alternativa para a utilização desse composto como fitoinseticida em estudos futuros, bem como para utilização pela indústria visando a produção de novos produtos *eco friendly*.

Referências

- ALVES, S. N.; DE SOUZA, T. N.; GALDINO, A. S. Suscetibilidade de larvas do mosquito *Culex quinquefasciatus* após exposição a diferentes óleos. **Conexão Ciência**, v. 12, n. 1, p. 86-93, 2017.
- AMARAL, F. **Técnicas de Aplicação de Óleos Essenciais** – Terapias de Saúde e Beleza. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- ARAÚJO, Má. J. C. de. **Óleos essenciais para o controle de *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)**. 2015. 114 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2015.
- AUTRAN, E. da S. *et al.* Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activities against *Aedes aegypti* of essential oils from *Piper marginatum* Jacq. (Piperaceae). **Bioresource Technology**, v. 100, n. 7, p. 2284-2288, 2009.
- BAY-HURTADO, F. *et al.* Atividade antioxidante e caracterização do óleo essencial das raízes de *Piper marginatum* Jacq. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, v. 38, n. 3, p. 1504–1511, 2016.
- BEZERRA, G. B.; RAMOS, C. S. Perfil químico biomonitorado das folhas de *Piper marginatum* durante a ontogenia. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 1, p. 01-10, 2020.
- CAMARGO, S. B.; VASCONCELOS, D. F. S. A. de. Atividades biológicas de Linalol: conceitos atuais e possibilidades futuras deste monoterpeno. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 13, n. 3, p. 381–387, 2014.
- CARSON, C. F.; HAMMER, K. A. Chemistry and bioactivity of essential oils. *In*: CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Fiocruz - Rio de Janeiro, 1994.
- CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. de. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Editora Fiocruz, 1994.
- CRUZ, R. C. D. *et al.* Phytochemical and toxicological evaluation of a *blend* of essential oils of *Croton* species on *Aedes aegypti* and *Mus musculus*. **South African Journal of Botany**. v. 132, p. 188-195, ago. 2020.
- DE SOUZA, M. T. *et al.* Chemical composition of essential oils of selected species of *Piper* and their insecticidal activity against *Drosophila suzukii* and *Trichopria anastrephae*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, p. 13056-13065, 2020.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. Edgard Blucher: São Paulo. 1974.
- ESTRELA, J. L. V. *et al.* Misturas de óleos essenciais de *Piper hispidinervum* e *Piper aduncun* no controle de *Spodoptera frugiperda*. *In*: SIMPÓSIO DE ENTOMOLOGIA, 4, 2013. **Anais [...]** Universidade Federal de Viçosa - Viçosa/MG, 2013.
- JACOB, R. G. *et al.* Óleos essenciais como matéria-prima sustentável para o preparo de produtos com maior valor agregado. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 01-23, 2016.

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A.; DESCHAMPS, C. Ovicidal effect of the essential oils from 18 Brazilian *Piper* species: controlling *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Erebidae) at the initial stage of development. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, 2018.

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A. Toxicity of essential oils from leaves of Piperaceae species in rice stalk stink bug eggs, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, p. 676-687, 2016.

KUZEY, C. de A. **Óleos essenciais: aspectos gerais e potencialidades**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão do Agronegócio) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Santo Ângelo, 2021.

LIMA, C. N. F. **Revisão sistemática do uso popular do gênero *Piper* para o tratamento da inflamação e avaliação da atividade anti-inflamatória de *Piper tuberculatum* Jacq.** 2020. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

MAZZEU, B. F. **Estudo de aspectos químicos, biológicos e biossintéticos em *Piper fulgineum* Kunth (Piperaceae)**. 2014. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista. 2014.

MIRANDA, C. A. S. F. *et al.* Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento de espécies patogênicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, p. 213-220, 2016.

MOTA, M. R. S. *et al.* Atividade larvicida de óleos essenciais de quatro espécies de *Piper*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ÓLEOS ESSENCIAIS, 7, 2013. **Anais [...]**. Universidade Federal do Pará - Santarém/Pará. 2013.

NASCIMENTO, K. de M. **Composição química e atividade antifúngica dos óleos essenciais de espécies de *Piper* frente a cepas de *Candida* spp.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária: reprodução e sanidade animal) - Universidade Estadual do Ceará, 2011.

NAVICKIENE, H. M. D. *et al.* Antifungal amides from *Piper hispidum* and *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 621-626, 2000.

OLIVEIRA, J. C. S. *et al.* Composição química do óleo essencial de *Piper marginatum* Jacq (Piperaceae). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29. **Anais [...]** Águas de Lindóia/SP, Sociedade Brasileira de Química (SBQ). 2006.

PINHEIRO, K. D.; KRINSKI, D. Efeito larvicida de óleo essencial de *Piper marginatum* (Piperaceae) sobre larvas de último instar de mosquitos *Culex* sp. (DIPTERA). In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM AGROPECUÁRIA, 4, 2020. **Anais [...]** Seropédica/ RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). 2022.

PINHEIRO, K. D.; REZENDE, K. F.; KRINSKI, D. Efeito ovicida de óleo essencial de folhas e frutos de *Piper fulgineum* (Piperaceae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera). **Journal of Education Science and Health**, v. 2, n. 3, p. 1-10, 2022.

RISCO, G. V. Soberón. Larvicidal activity of *Piper tuberculatum* on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 38, n. 1, p. 35-41, 2012.

SANINI, C. *et al.* Essential oil of spiked pepper, *Piper aduncum* L. (Piperaceae), for the control of caterpillar soybean looper, *Chrysodeixis includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, p. 399-404, 2017.

SARTOR, R. B. **Modelagem, simulação e otimização de uma unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor.** 2009. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Processos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SCUDELER, C. G. da S. ***Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae): avaliação da susceptibilidade aos inseticidas Temephos, Vectolex WG e Natular.** 2013. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Grande Dourados, 2013.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

STEFFENS, A. H. **Estudo da composição química dos óleos essenciais obtidos por destilação por arraste a vapor em escala laboratorial e industrial.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

VASCONCELOS, M. de S. **Avaliação da Atividade Farmacológica in vivo do óleo essencial da *Piper marginatum* (Piperaceae).** 2019. Dissertação (Mestrado em Biociência) - Universidade Federal do Oeste do Pará, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides.** No. WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2005.13. World Health Organization, 2005.

PESQUISAS EM ENTOMOLOGIA: aspectos gerais

2ª edição

Wissen Editora

Home page: www.wisseneditora.com.br

E-mail: contato@wisseneditora.com.br

Contato: (86) 9 8173-3137

Instagram: [@wisseneditoa](https://www.instagram.com/wisseneditoa)

Teresina - PI

2023

