

**Edson da Silva
(Organizador)**

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas



**Edson da Silva
(Organizador)**

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas



Editora Chefe	
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira	
Assistentes Editoriais	
Natalia Oliveira	
Bruno Oliveira	
Flávia Roberta Barão	
Bibliotecário	
Maurício Amormino Júnior	
Projeto Gráfico e Diagramação	
Natália Sandrini de Azevedo	
Camila Alves de Cremo	
Karine de Lima Wisniewski	
Luiza Alves Batista	
Maria Alice Pinheiro	
Imagens da Capa	2020 by Atena Editora
Shutterstock	Copyright © Atena Editora
Edição de Arte	Copyright do Texto © 2020 Os autores
Luiza Alves Batista	Copyright da Edição © 2020 Atena Editora
Revisão	Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora
Os Autores	pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Gílene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrão Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edvaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eiel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof^a Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^a Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^a Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^a Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^a Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Consolidação do potencial científico e tecnológico das ciências biológicas

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Edson da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C755 Consolidação do potencial científico e tecnológico das ciências biológicas [recurso eletrônico] / Organizador Edson da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-247-0
DOI 10.22533/at.ed.470200308

1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Edson da.
CDD 570

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O e-book “Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas” é uma obra composta por estudos de diferentes áreas das ciências biológicas. A obra foi organizada em 24 capítulos e aborda preciosos trabalhos de pesquisa e de atuação profissional revelando avanços e atualidades neste campo do conhecimento científico.

As ciências biológicas englobam áreas do conhecimento relacionadas às ciências da vida e incluem a biologia, a saúde humana e a saúde animal. As instituições brasileiras de ensino e de pesquisa destacam-se cada vez mais por seu potencial científico e tecnológico com sua participação ativa nos avanços da ciência. Nesta obra, apresento textos completos sobre estudos desenvolvidos, especialmente, durante a formação acadêmica de diferentes regiões brasileiras. Os autores são filiados aos cursos de graduação, de pós-graduação ou a instituições com contribuições relevantes para o avanço das ciências biológicas e de suas áreas afins.

Espero que as experiências compartilhadas nesta obra contribuam para o enriquecimento da formação universitária e da atuação profissional com olhares multidisciplinares para as ciências biológicas e suas áreas afins. Agradeço aos autores que tornaram essa edição possível e desejo uma ótima leitura a todos.

Edson da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE BACTERIANA DA ARNICA MONTANA E LYCHNOFORA ERICOIDES

Cristiane Coimbra de Paula
Angelita Effting Valcanaia
Gabriela Bruehmuller Borges Ávila
Fabrício Caram Vieira
Caroline Aquino Vieira de Lamare
Walkiria Shimoya-Bittencourt

DOI 10.22533/at.ed.4702003081

CAPÍTULO 2 8

CANDIDA AURIS: O NOVO INIMIGO DOS ANTIFÚNGICOS

Priscila Paiva Nagatomo
Dyana Alves Henriques

DOI 10.22533/at.ed.4702003082

CAPÍTULO 3 19

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE LARVAS DÍPTERAS NECROFÁGICAS COLETADAS DE CARCAÇAS *Sus scrofa* (SUIDAE), EM CAMPO GRANDE – MS

Geiza Thaiz Dominguez Monje
Carina Elisei de Oliveira
Jaire Marinho Torres
Beatriz Rosa de Oliveira
Daniela Lopes da Cunha
Rafael Rodrigues de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.4702003083

CAPÍTULO 4 30

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF GALL-INDUCING INSECTS ASSOCIATED WITH *COUEPIA OVALIFOLIA* (CHRYSOBALANACEAE), AN ENDEMIC PLANT TO BRAZIL

Valéria Cid Maia

DOI 10.22533/at.ed.4702003084

CAPÍTULO 5 35

REPRESENTATIVIDADE DE ALYCAULINI (CECIDOMYIIDAE, DIPTERA) DA MATA ATLÂNTICA NA COLEÇÃO DE CECIDOMYIIDAE DO MUSEU NACIONAL (MNRJ)

Alene Ramos Rodrigues
Valéria Cid Maia

DOI 10.22533/at.ed.4702003085

CAPÍTULO 6 45

USO DE BARCODING DNA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTÁGIOS IMATUROS DE DÍPTEROS DE IMPORTÂNCIA FORENSE

Beatriz Rosa de Oliveira
Carina Elisei de Oliveira
Geiza Thaiz Dominguez Monje
Daniela Lopes da Cunha
Rafael Rodrigues de Oliveira
Keren Rappuk Martins Shirano

DOI 10.22533/at.ed.4702003086

CAPÍTULO 7 **54**

LEVEDURAS DO TRATO DIGESTÓRIO DE *Anopheles darlingi* COMO ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PARATRANSGÊNESE PARA O CONTROLE DA MALÁRIA

Andrelisse Arruda
Antonio dos Santos Júnior
Gabriel Eduardo Melim Ferreira
Juliana Conceição Sobrinho
Luiz Shozo Ozaki
Alexandre Almeida e Silva

DOI 10.22533/at.ed.4702003087

CAPÍTULO 8 **66**

INTERAÇÕES ENTRE MARSUPIAIS E *Hovenia dulcis* Thunb. (RHAMNACEAE) EM DUAS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL

Fernanda Souza Silva
Patrícia Carla Bach
Marcelo Millan Rollsing
Cristiano Leite Stahler
Thaís Brauner do Rosário
Gilson Schlindwein
Cristina Vargas Cademartori

DOI 10.22533/at.ed.4702003088

CAPÍTULO 9 **80**

MONITORAMENTO DAS PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA PRESENTES NA ALÇA RODOVIÁRIA NORTE, ITABIRITO-MG

Elaine Ferreira Barbosa
Douglas Henrique da Silva
Bernardo de Faria Leopoldo
Laís Ferreira Jales
Daniel Milagre Hazan
Raphael Costa Leite de Lima
Ana Elisa Brina

DOI 10.22533/at.ed.4702003089

CAPÍTULO 10 **96**

ETOGRAMA DE *Betta splendens* EM CATIVEIRO

Maria Eduarda Telles Cardoso
Mônica Cyntia Ferreira Santos
Carlos Eduardo Signorini

DOI 10.22533/at.ed.47020030810

CAPÍTULO 11 **103**

DO CARISMA AO AGOURO: ETNOECOLOGIA DE AVES EM UMA COMUNIDADE RURAL DA CAATINGA

Viturino Willians Bezerra
Mychelle de Sousa Fernandes
Ana Carolina Sabino de Oliveira
Bruna Letícia Pereira Braga
Mikael Alves de Castro
Carla Nathália da Silva
Jefferson Thiago Souza

DOI 10.22533/at.ed.47020030811

CAPÍTULO 12 115

AVIFAUNA DE UMA ÁREA DO CERRADO CENTRAL GOIANO: COMPARAÇÃO ENTRE FRAGMENTOS FLORESTAIS E MATRIZ URBANA

Luciano Leles Alves
Maisa Tavares Rocha
Heloisa Baleroni Rodrigues de Godoy

DOI 10.22533/at.ed.47020030812

CAPÍTULO 13 129

METODOLOGIA ISO 6579 E ISOLAMENTO DE *SALMONELLA* SPP. EM ALIMENTOS

Nayara Carvalho Barbosa
Flávio Barbosa da Silva
Débora Quevedo Oliveira
Bruna Ribeiro Arrais
Débora Filgueiras Sampaio
Nathalia Linza Martins Souza
Izabella Goulart Carvalho
Cecília Nunes Moreira

DOI 10.22533/at.ed.47020030813

CAPÍTULO 14 136

DO AGRONEGÓCIO À BIOCIÊNCIA: EMPREENDEDORISMO NO OESTE PARANAENSE

Patricia Gava Ribeiro
João Pedro Gava Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.47020030814

CAPÍTULO 15 148

PRÁTICAS E INSUMOS BIOLÓGICOS NO CULTIVO DA COUVE

Rosana Matos de Moraes
Gerusa Pauli Kist Steffen
Joseila Maldaner
Cleber Witt Saldanha
Evandro Luiz Missio
Ricardo Bemfica Steffen
Alexssandro de Freitas de Moraes
Vicente Guilherme Handte
Artur Fernando Poffo Costa
Isabella Campos
Roberta Rodrigues Roubuste

DOI 10.22533/at.ed.47020030815

CAPÍTULO 16 163

ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM AFLUENTE DO RIO PARANÁ, NA REGIÃO SUB-TROPICAL DO BRASIL

Louevertion Antonio Rodrigues de Castro
Carlos Eduardo Gonçalves Aggio
João Marcos Lara de Melo

DOI 10.22533/at.ed.47020030816

CAPÍTULO 17 174

FATORES FÍSICOS E ATRIBUTOS FLORAIS AFETAM A PRODUÇÃO DE NÉCTAR?

Sabrina Silva Oliveira
Ana Carolina Sabino de Oliveira
Fernanda Fernandes da Silva

Mikael Alves de Castro
Mychelle de Sousa Fernandes
Jefferson Thiago Souza
DOI 10.22533/at.ed.47020030817

CAPÍTULO 18 184

PLANTAS DE INTERESSE PARA A CONSERVAÇÃO NA PORÇÃO SUPERIOR DA BACIA DO RIO SANTO ANTÔNIO - LESTE DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

Pablo Burkowski Meyer
Aline Silva Quaresma
Caetano Troncoso Oliveira
Victor Teixeira Giorni
Laís Ferreira Jales
Maria José Reis da Rocha
Ana Elisa Brina
Alexandre Gomes Damasceno
Ana Cristina Silva Amoroso Anastacio
Marília Silva Mendes

DOI 10.22533/at.ed.47020030818

CAPÍTULO 19 203

ANATOMIA FOLIAR DE *Aechmea blanchetiana* (Baker) L. B. SM (BROMELIACEAE) SOB DISTINTAS CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

Jackson Fabris Fiorini
Elisa Mitsuko Aoyama
DOI 10.22533/at.ed.47020030819

CAPÍTULO 20 211

DIFERENTES MANEJOS DA TERRA PODEM INFLUENCIAR NAS SÍNDROMES DE DISPERSÃO DE SEMENTES EM UMA ÁREA DE CAATINGA?

Marlos Dellan de Souza Almeida
Mikael Alves de Castro
Mychelle de Sousa Fernandes
Sabrina Silva Oliveira
Jefferson Thiago Souza

DOI 10.22533/at.ed.47020030820

CAPÍTULO 21 222

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS: TRABALHO INTEGRADO PARA CONCILIAR PRESERVAÇÃO E OCUPAÇÃO HUMANA DO TERRITÓRIO

Ana Elisa Brina
Diego Petrocchi Ramos
Douglas Henrique da Silva
Elaine Ferreira Barbosa
Gabriel Guerra Ferraz
Kalil Felix Pena
Laís Ferreira Jales
Márcio Alonso Lima
Marilia Silva Mendes
Mônica Tavares da Fonseca
Pablo Burkowski Meyer
Patrícia da Fátima Moreira
Vanessa Lucena Cançado
Vitor Marcos Aguiar de Moura

DOI 10.22533/at.ed.47020030821

CAPÍTULO 22 **239**

QUANTIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES EM PLÂNTULAS DE *PHASEOLUS VULGARIS* L. (FEIJÃO CARIOCA) EM DIFERENTES NÍVEIS DE LUMINOSIDADE: UM EXPERIMENTO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Renan Marques

Queli Ghilardi Cancian

Ricardo da Cruz Monsores

Eliane Terezinha Giacomell

Vilmar Malacarne

DOI 10.22533/at.ed.47020030822

CAPÍTULO 23 **246**

INFLUÊNCIA DO MANEJO E PRECIPITAÇÃO NAS FENOFASES VEGETATIVAS DE FEIJÃO-BRAVO (*Cynophalla flexuosa* - Caparaceae) EM ÁREAS DE CAATINGA

Dauygio Alves da Silva

Mikael Alves de Castro

Sabrina Silva Oliveira

Gabrielle Kathelin Martins da Silva

Ana Carolina Sabino de Oliveira

Bruna Letícia Pereira Braga

Mychelle de Sousa Fernandes

Viturino Willians Bezerra

Jefferson Thiago Souza

DOI 10.22533/at.ed.47020030823

CAPÍTULO 24 **255**

A CULTURA DE CÉLULAS EM 3 DIMENSÕES E AS SUAS APLICAÇÕES NA ÁREA BIOMÉDICA

Roberta Cristina Euzébio Alexandre

Mário Sérgio de Oliveira Pereira

Simone de Cássia Lima Oliveira

Franco Dani Campos Pereira

DOI 10.22533/at.ed.47020030824

SOBRE O ORGANIZADOR..... **264****ÍNDICE REMISSIVO** **265**

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE BACTERIANA DA ARNICA MONTANA E LYCHNOFORA ERICOIDES

Data de aceite: 30/07/2020

Cristiane Coimbra de Paula
UNIVAG – Centro Universitário
Várzea Grande – MT.

Angelita Effting Valcanaia
UNIVAG – Centro Universitário
Várzea Grande – MT

Gabriela Bruehmueler Borges Ávila
UNIVAG – Centro Universitário
Várzea Grande – MT

Fabrício Caram Vieira
UNIVAG – Centro Universitário
Várzea Grande – MT

Caroline Aquino Vieira de Lamare
Cuiabá-MT.

Walkiria Shimoya-Bittencourt
Universidade de Cuiabá
Cuiabá - MT

RESUMO: A planta popularmente conhecida no Brasil pelo nome de arnica possui várias espécies, dentre elas a *Arnica montana* e *Lychnophora ericoides*. São conhecidas por suas propriedades antiinflamatórias e analgésicas devidamente comprovadas e pouco por sua ação bactericida. Apesar de ser considerada uma planta tóxica, são comumente utilizadas na medicina para tratar afecções decorrentes de

traumatismos e contusões. Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar ação antibacteriana da arnica das espécies *Arnica montana* e *Lychnophora ericoides* no combate às bactérias gram positivas e negativas. Foi utilizado na pesquisa a *Arnica montana*, sob forma de gel comercial encontrado em farmácias, folhas secas comercializadas em lojas de produtos orgânicos maceradas com metanol (100%) e etanol (100%); e *Lychnophora ericoides* sob a forma de tintura caseira. Foram utilizadas para o teste as bactérias *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus saprophyticus* (ATCC 15305), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700623), *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), cultivadas em ágar nutritivo. A leitura foi realizada medindo-se o diâmetro do halo de inibição da droga. Executaram-se provas com antimicrobianos comerciais com os seguintes medicamentos: Perroxacinha, Amoxacilina, Cefalexina, Ampicilina, Amicacina e Gentamicina 10, como controle da sensibilidade dos microrganismos empregados. Observou-se que as bactérias *S. aureus* e *E. coli* apresentaram halo de sensibilidade frente a tintura caseira. Nos demais testes analisados não houve inibição de crescimento dos microrganismos testados, incluindo a resposta

da *Arnica montana*. Conclui-se que nas condições experimentais a *Lychonofora ericoides* sob a forma de tintura caseira demonstrou ação que possa indicar sua utilização como antimicrobiano.

PALAVRAS-CHAVE: *Arnica montana*, Plantas medicinais, Ação Antimicrobiana; Teste de sensibilidade microbiana.

EVALUATION OF BACTERIAL ACTIVITY OF ARNICA MONTANA AND LYCHNOFORA ERICOIDES

ABSTRACT: The plant popularly known in Brazil as Arnica has several species, among them *Arnica montana* and *Lychnophora ericoides*. They are known for their duly proven anti-inflammatory and analgesic properties and little for their bactericidal action. Despite being considered a toxic plant, they are commonly used in medicine to treat conditions resulting from trauma and bruising. Therefore, the aim of this study was to evaluate the antibacterial action of arnica of the species *Arnica montana* and *Lychonofora ericoides* in the fight against gram positive and negative bacteria. *Arnica montana* was used as a commercial gel found in pharmacies, dried leaves marketed in stores of organic products macerated with methanol (100%) and ethanol (100%); And *Lychonofora ericoides* in the form of home dye. The bacteria *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus saprophyticus* (ATCC 15305), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700623), *Escherichia coli* (ATCC 25922) and *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), grown on nutrient agar, were used for the test. The reading was performed by measuring the diameter of the inhibition halo of the drug. Commercial antimicrobials were tested with the following drugs: Perfloxacin, Amoxicillin, Cephalexin, Ampicillin, Amicacin and Gentamicin 10, as a control of the sensitivity of the microorganisms used. It was observed that the *S. aureus* and *E. coli* bacteria presented a halo of sensitivity against the homemade dye. In the other tests analyzed there was no growth inhibition of the tested microorganisms, including the *Arnica montana* response. In the experimental conditions *Lychonofora ericoides* in the form of homemade dye showed action that could indicate its use as antimicrobial.

KEYWORDS: *Arnica montana*, Medicinal Plants, Anti-Infective Agents, Microbial Sensitivity Tests.

1 | INTRODUÇÃO

A planta popularmente conhecida no Brasil pelo nome de “arnica” ou “arnica do mato” possui várias espécies, dentre elas a *Arnica montana* e *Lychnophora ericoides*. A *Arnica montana* pertence à família Asteraceae, é uma espécie nativa da Europa, comumente utilizada no tratamento tópico de inflamações, dores musculares e reumáticas, sob a forma de géis, pomadas e flores secas. Esses benefícios são atribuídos devido à presença de lactonas sesquiterpênicas do tipo helenalina em sua composição (BLUMENTHAL, 1998; HALL, 1979; LYSS et al 1997).

A *Lychnophora ericoides*, também pertencente à família Asteraceae é regularmente utilizada como substituta da *Arnica montana* devido a maior facilidade de aquisição, pois é uma espécie nativa do Brasil abundantemente encontrada em regiões de cerrado (ALMEIDA et al, 2004; FORZZA et al 2010). Apresenta propriedades antiinflamatórias e analgésicas, geralmente utilizada sob a forma de tinturas. Seu efeito antiinflamatório é resultante da presença de triterpenos, lactonas sesquiterpênicas e flavonoides, enquanto sua ação analgésica ocorre devido a presença de ácidos caféicos (BORELLA et al, 1988; BORSATO et al, 2000; CERQUEIRA, 1987).

A arnica é uma planta considerada tóxica e deve ser administrada internamente com estrita indicação e monitoramento médico. Além disso, a preparação caseira das espécies de arnica efeitos de medicação amarga, adstringente, estomáquica, depurativa e cicatrizante. É extremamente utilizada no tratamento de traumatismos, como contusões, e mais comumente por via tópica aplicando-a na área lesionada (LORENZI et al, 2002).

Sabe-se que as plantas medicinais possuem várias substâncias com propriedades antiinflamatórias, analgésicas e antimicrobianas. No entanto, não está claro na literatura o potencial terapêutico delas especialmente em relação à ação microbiana. Portanto, o propósito deste estudo foi avaliar a possível ação antibacteriana e a eficiência da arnica das espécies *Arnica montana* e *Lychnophora ericoides* no combate as bactérias gram positivas e negativas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um estudo experimental utilizando a planta *Arnica montana*, sob forma de gel comercial encontrado em farmácias, folhas secas comercializadas em lojas de produtos orgânicos maceradas com metanol (100%) e etanol (100%); e *Lychnophora ericoides* sob a forma de tintura caseira composta da planta curtida em um litro de pirassununga 51 preparado há 8 anos.

Foram utilizadas para o teste as bactérias *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus saprophyticus* (ATCC 15305), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700623), *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), cultivadas em ágar nutritivo.

Este teste foi realizado segundo a técnica de Bauer e Kirby (1996), na qual discos impregnados com a droga a ser ensaiada foram colocados sobre uma placa de Petri com ágar, onde o microrganismo a ser testado foi semeado.

Microrganismo suspensos no tubo 0,5 da escala de Mc Farland foram espalhados sobre a superfície do ágar com o auxílio de um swab estéril; após 15 minutos, foram adicionados discos de papel impregnados com as diluições de arnica. Discos estéreis de papel de filtro foram embebidos com os diferentes meios a serem testados e os discos foram aplicados úmidos sobre a superfície do ágar. Para controle do teste foi utilizado um

disco contendo apenas álcool metílico, álcool etílico, gel e arnica caseira.

As placas de bactérias foram incubadas a 37°C respectivamente, durante 24 e 48 horas. A leitura foi realizada medindo-se o diâmetro do halo de inibição da droga. Executaram-se provas com antimicrobianos comerciais Perfloxacina, Amoxacilina, Cefalexina, Ampicilina, Amicacina e Gentamicina 10, como controle da sensibilidade dos microrganismos empregados.

A pesquisa foi realizada no laboratório de microbiologia do UNIVAG – Centro Universitário, no bloco C. Os dados foram coletados e analisados pelos próprios pesquisadores do estudo.

3 | RESULTADOS

Foi observado que a arnica caseira (*Lychonofora ericoides*) apresentou halo de sensibilidade para as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (Tabela 1).

Microrganismos	Diâmetro do Halo
<i>Staphylococcus aureus</i>	13 mm
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-
<i>Escherichia coli</i>	09 mm

Tabela 1. Comportamento do microrganismo de acordo com a arnica caseira.

A *Arnica montana* embebida em etanol e metanol não apresentaram ação bacteriana e o gel de arnica também não (Tabela 2).

Microrganismos	Arnica caseira (<i>Lychonofora ericoides</i>)	Arnica <i>montana</i>	Gel de arnica (<i>Arnica montana</i>)
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	-	-
<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	+	-	-

Tabela 2. Comportamento do microrganismo de acordo com os diferentes tipos de arnica.

4 | DISCUSSÃO

A partir da análise dos resultados podemos observar que as únicas cepas que obtiveram resultados positivos, foram as cepas dos microrganismos da *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Entretanto, as preparações da *Arnica montana* não obtiveram resultados satisfatórios.

Em relação à *Arnica montana* os compostos ativos principais são as lactonas sesquiterpênicas, como a helenalina (MARTINS et al., 1994; ALVES et al., 2000) e, embora já tenham sido demonstrados seus efeitos antiedematoso e antiinflamatório, são poucos os estudos sobre sua ação nos microrganismos (AMATO et al., 2007).

Devido à falta de padronização para testes de sensibilidade de microrganismos, as escolhas das bactérias para a execução desta pesquisa foram feitas de acordo com testes similares descritos na literatura, sendo *S. aureus* e *E. coli* frequentemente utilizadas (KLAAS et al., 2002; AMATO et al., 2007). Outras razões para a escolha destes micro-organismos foi a alta incidência de doença acometida por eles e o grau de resistência aos antimicrobianos.

Neste estudo, apenas a tintura de *Lychonofora ericoides* obteve formação de halo significativo. O tamanho do halo variou conforme a espécie de patógeno envolvido, no caso contra o agente *Staphylococcus aureus* obteve-se a formação um halo de 13 mm, já contra a *Escherichia coli* o halo atingiu 9 mm, o que mostra que nossos resultados mostraram superiores ao encontrados por Bezerra e colaboradores (2013) quando testaram biofilmes dentários, obtendo médias dos diâmetros dos halos correspondentes a 8.0, 6.7 e 6.0 mm para *S. mutans*, *S. oralis* e *S. salivarius*, respectivamente. Foi verificada atividade antimicrobiana do limoneno, em estudo anterior, sobre cepas de *C. albicans*, *E. coli* e *S. aureus* (SCHUCK et al., 2001).

Cruz e colaboradores (2017), avaliando a atividade antimicrobiana frente a duas espécies de Arnica (*Solidago chilensis* e *Arnica paulista*) não encontraram respostas frente às concentrações utilizadas nos testes contra *S. aureus* e *E. coli*.

Os prováveis motivos para que apenas a tintura de *Lychonofora ericoides* formasse halo, podem ser explicadas pelas diferenças entre as formas de apresentação entre a tintura, o macerado e o gel das várias espécies de *Arnica montana*. Já que estas poderiam gerar influência pela razão das diferenças de concentrações encontradas nessas mesmas formas, isso porque na tintura a concentração da substância é mais alta que nas demais formas.

Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram que os extratos etanólicos de *Arnica montana* apresentaram pouca ação sobre número de microrganismos. Resultados similares foram observados por Duarte (2006) quando testou óleos essenciais e extratos etanólicos de diversas plantas em cepas de vários microrganismos bacterianos, encontrando melhores respostas nos óleos essenciais.

Amato e seus colaboradores em 2007, testando cepas de *P. aeruginosa*; verificaram que esta entidade bacteriana teve inibição de crescimento frente aos extratos de arnica; entretanto, essa bactéria também apresentou sensibilidade ao álcool etílico de cereais, nossos resultados mostraram-se contrário, sendo que os testes com cepas de *P. aeruginosa* não formaram halos.

Em 2003, Lauk e pesquisadores verificaram sensibilidade de bactérias isoladas

de doença periodontal à arnica empregando extratos etanólicos, porém não utilizaram controle alcoólico, o que para estes pesquisadores o uso de álcool, gerou dúvidas se a ação foi decorrente da planta ou do álcool.

Além dessa outra provável explicação nas diferenças de formação ou não de halo podem estar atribuídas a espécie específica da *Lychonofora ericoides*. Amato et al. (2007) chama a atenção sobre a ausência de inibição dos microrganismos frente às diferentes concentrações de arnica, evidenciando que estes resultados podem estar relacionados a decorrente da falta ou pequena difusão do extrato da planta no ágar. No entanto para obter confirmação dessas atribuições é necessário a realização de mais testes comprobatórios nessa área.

5 | CONCLUSÃO

Embora a arnica seja largamente usada como fitoterápico e homeopático, nas condições experimentais, não se verificou ação que possa indicar sua utilização como antimicrobiano. Entretanto, pesquisas nesse campo devem ser incentivadas e aprimoradas, na busca de drogas e princípios ativos alternativos, principalmente devido à crescente aquisição de resistência pelas bactérias aos antimicrobianos tradicionalmente utilizados.

Os extratos da *Arnica montana* e gel de arnica não foram eficazes no controle das bactérias *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa*.

Lychnophora ericoides teve ação bacteriana frente às bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, mas não se sabe ao certo seu mecanismo de ação.

REFERENCIAS

- ALMEIDA, A.M. et al. Geographical distribution of Eupatorieae (Asteraceae) in South-eastern and South Brazilian Mountain Ranges. **Plant Ecology**, v.174, n.1, p.163-81, 2004.
- ALVES, T.M.A.; et al. Biological screening of Brazilian medicinal plants. **Mem Inst Oswaldo Cruz**. v. 95, p. 367-73,2000.
- AMATO, A.L.; CARVALHO, A. C.; COUTINHO, S.D. A. Atividade antimicrobiana in vitro de Arnica montana. **Estud. Biol.** v. 29, n. 67, p.165-170, abr/jun2007.
- BAUER, A.W.; et al. Antibiotic susceptibility testing by standardized single disk method. **Am J Clin Pathol.** v.45, p. 493-496. 1996.
- BEZERRA, L.M.D.; et al. Atividade Antibacteriana *in vitro* de fitoconstituintes sobre Microrganismos do Biolfilme dentário. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**. v. 17, n. 1, p.79-84, 2013.
- BLUMENTHAL, M. Arnica flowers. In: **The complete german commission e monographs: Therapeutic guide to herbal medicines**. Austin: American Botanical Council. 1998.

- BORELLA, J.C. et al. Sesquiterpene lactones, triterpenes and fl avones from *Lychnophora ericoides* and *Lychnophora pseudovillosissima*. **Biochem Syst Ecol.** v. 26, p. 671-676, 1988.
- BORSATO, M.L.C.; et al. Analgesic activity of the lignans from *Lychnophora ericoides*. **Phytochemistry.** v. 55, p. 809-813, 2000.
- CERQUEIRA, M.B.S. Ação analgésica do extrato bruto aquoso liofilizado do caule e folhas da *Lychnophora ericoides* Mart. (arnica). **Cienc Cult.** v. 39, n. 5/6, p. 551-553. 1987.
- CRUZ, M.F.G.; et al. Avaliação da atividade antimicrobiana *in vitro* da *Solidago chilensis* e *Prorophyllum ruderale* (Arnica brasileira e Arnica paulista). **Foco.** v.4, n.4, p. 56-70, 2013.
- DUARTE, M.C.T. Atividade antimicrobiana de plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. Construindo a História dos produtos naturais. **Multiciências**, 2006.
- FORZZA, R.C.; et al. **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil.** vol. 1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio, 2010. p.871.
- HALL, I.H. Anti-infl ammatory activity of sesquiterpene lactones and related compounds. **J Pharm Sci.** v. 68, p.537-542, 1979.
- IAUK, L.; et al. Antibacterial activity of medicinal plant extracts against periodontopathic bacteria. **Phytother Res.** v.17, p. 599-604, 2003.
- KLAAS, C.A; et al. Studies on the antiinflammatory activity of phytopharmaceuticals prepared from Arnica flowers. **Planta Medica.** Stuttgart, DE, v.68, p.385-91. 2002.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas.** Nova Odessa: Plantarum, 2002.
- LYSS, G.; et al. Helenalin, an anti-inflammatory sesquiterpene lactone from *Arnica*, selectively inhibits transcription factor NF-kappa B. **Boll Chim Farmac.** v. 378, p. 951-961, 1997.
- MARTINS, E.R.; et al. **Plantas medicinais.** Viçosa (Brasil): Imprensa Universitária; 1994.
- SCHUCK, V.E.J.A.; et al. Avaliação da atividade antimicrobiana de *Cymbopogon citratus*. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences.** v. 37, n. 1, p. 45-49, 2001.

CAPÍTULO 2

CANDIDA AURIS: O NOVO INIMIGO DOS ANTIFÚNGICOS

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 27/04/2020

Priscila Paiva Nagatomo

Centro Universitário São Camilo
São Paulo, SP

<http://lattes.cnpq.br/7137736889902761>

Dyana Alves Henriques

Universitário São Camilo
São Paulo, SP
<http://lattes.cnpq.br/9817133193510065>

RESUMO: Atualmente as leveduras do gênero *Candida* sp são consideradas patógenos de grande importância no ambiente hospitalar. Na última década, *Candida auris* tem recebido cada vez mais atenção pelo mundo. Descoberta em 2009, apresenta resistência às 3 principais classes de antifúngicos: azóis, anfotericina B (AmB) e equinocandinas, limitando as opções de tratamento disponíveis, fazendo com que as medidas de controle de infecção não sejam eficazes. Além disso, um dos maiores problemas que existem acerca deste fungo, é que este patógeno tem propensão a se disseminar rapidamente entre os pacientes no hospital, podendo evoluir para um quadro de

candidemia, que possui taxa de mortalidade de 30 a 60%. Associado a tudo isso, as técnicas usadas para realizar o diagnóstico atualmente utilizadas não conseguem realizar uma identificação correta desta levedura, na maioria dos casos, tornando-se um grave problema para a saúde pública e um possível agente causador de infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS). Assim, objetivou-se discutir os principais fatores que tornam *C. auris* um dos patógenos mais preocupantes no ambiente hospitalar atualmente. Para tanto, foi realizada uma revisão descritiva, na qual utilizou-se os descritores *Candida auris* e Infecção hospitalar. Os fatores de inclusão foram: artigos nas línguas português e inglês e publicações entre os anos de 2017 a 2019. É notável que *C. auris* tem relevância nos casos relacionados a infecções nosocomiais. Sua multidroga resistência associada com uma facilidade para transmissão e erros na identificação tornam esta levedura preocupante para os centros de controle de IRAS. Pouco se sabe sobre seus mecanismos de resistência e fatores de virulência, portanto são necessários mais estudos para a compreensão completa deste fungo, para assim, ocorrer o desenvolvimento de técnicas de controle e tratamentos adequados, sem dispensar a presença dos testes de sensibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Candida auris* e Infecção hospitalar.

CANDIDA AURIS: THE NEW ANTIFUNGALS ENEMY

ABSTRACT: Nowadays the yeast *Candida* sp is one of the most important pathogens in hospital environment. In the last decade, *Candida auris* is getting special attention around the world. Discovered in 2009, it has a multidrug resistance (MDR) to the 3 types of antifungals: azoles, amphotericin B and echinocandins, which limits the protocols of treatment that are available for patients infected with *C. auris* and makes the controlling of healthcare-associated infections (IRAS) measures ineffective. Furthermore, one of the main problems about this nosocomial pathogen is that it spreads rapidly between patients and can evolve to Candida Bloodstream Infection (BSI) that causes a significant mortality rate, going from 30 to 60% of death. Associated with all this, the methods of diagnosis that are used cannot correctly identify these yeast species, becoming a serious public health problem and a possible agent of IRAS. The aim of this study is to discuss the factors that make *C. auris* one of the most concerning pathogens nowadays. The present study provides a model of a descriptive review, using the keywords *Candida auris* and Hospital-acquired infection. All the papers included were in Portuguese or English and published between 2017 and 2019. Not much is known about this yeast resistance mechanisms and virulence factors, which bring serious concerns among the scientist community, mainly because it's a MDR yeast, the fact that it spread rapidly in hospital environment and the inefficiently diagnosis, therefore, it's essential the development of enhanced methods of identification and improved treatments, without dispensing the use of susceptibility tests.

KEYWORDS: *Candida auris* and Hospital-acquired infection.

1 | INTRODUÇÃO

As leveduras do gênero *Candida* sp são consideradas patógenos de grande importância, principalmente quando se trata de infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS). Este gênero é considerado a causa mais comum de infecções fúngicas pelo mundo, correspondendo a cerca de 80% dos casos. Somente no ano de 2017 foram registradas 400.000 notificações de candidemia mundial. Esta condição ocorre no momento em que *Candida* sp. atinge a corrente sanguínea, podendo evoluir para óbito em cerca de 25 a 38% dos casos (CHOWDHARY; SHARMA; MEIS, 2017; MARÇON, 2019).

Das espécies de maior importância médica, se encontra *Candida albicans*, levedura disseminada tanto no ambiente hospitalar quanto na comunidade, podendo causar infecções superficiais ou sistêmicas em diversos sítios. Um dos fatores de virulência de maior relevância de *C. albicans* é a formação de pseudohifas, que auxiliam na aderência, invasão tecidual e formação de biofilme. Enquanto que das espécies não-albicans pode-

se destacar: *Candida glabrata*, *Candida krusei*, *Candida tropicalis* e *Candida parapsilosis* (MARÇON, 2019).

Entretanto, há alguns anos *Candida auris* vem recebendo atenção mundial, por se tratar de uma levedura multidroga resistente (MDR) aos tratamentos antifúngicos tradicionais. Este fator limita a terapêutica de pacientes infectados e aumenta a chance de o quadro evoluir para uma candidemia e possível óbito. Esta espécie foi identificada pela primeira vez em 2009 no Japão, em uma amostra do canal auditivo de uma paciente de 70 anos na cidade de Tóquio. No mesmo ano, *C. auris* foi notificada em amostras de 15 pacientes com otite crônica na Coréia. *C. auris* possui similaridades com outras espécies fúngicas o que levou a identificações errôneas. Após ser reconhecida pela primeira vez, foram realizados estudos retrospectivos que resgataram dois casos de *C. auris* que haviam sido notificados incorretamente. O primeiro ocorreu em 1996 na Coréia, se tratando de uma candidemia em um paciente pediátrico submetido a cirurgia e o segundo ocorreu em 2008 no Paquistão. Mesmo tendo sido identificado anteriormente a 2009, este ainda é considerado um fungo emergente já que os relatos existentes antes a esta data eram raros. Atualmente, *C. auris* já foi relatada em mais de 30 países e em 5 continentes diferentes, sendo a maioria dos clones resistente a pelo menos uma classe de antifúngicos e dificultando tratamento e controle de IRAS (CHOWDHARY; SHARMA; MEIS, 2017; JEFFERY-SMITH et al., 2017; LOCKHART et al., 2018; RHODES; FISHER, 2019; SEARS; SCHWARTZ, 2017). Portanto, objetivou-se discutir os principais fatores que tornam *C. auris* um dos patógenos mais preocupantes no ambiente hospitalar atualmente.

2 | METODOLOGIA

Para o presente estudo foi realizado uma revisão descritiva utilizando os descritores *Candida auris* e Infecção Hospitalar. Foram incluídos artigos apenas nas línguas inglesa e portuguesa e somente aqueles que estivessem no período de publicação entre os anos de 2017 a 2019.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição mundial e mortalidade

O surgimento de *C. auris* ocorreu quase simultaneamente em três regiões diferentes do globo, sendo que cada clone possuía características divergentes entre si. Fato que dificulta a teoria de que esta teria surgido de uma única fonte no mundo (BERTO et al., 2018).

Atualmente, já existem identificados, casos de *C. auris* em diversos países, entre eles: Índia, África do Sul, Kuwait, Reino Unido, Venezuela, Colômbia, Paquistão, Espanha,

Alemanha, Israel, Noruega, Oman, Estados Unidos, Coréia do Sul, Japão, Canadá e Quênia. Um dos maiores estudos envolvendo esta levedura ocorreu no Reino Unido, em um centro de cardiologia, no qual estavam presentes 22 pacientes infectados por *C. auris* e 28 colonizados. Em outro estudo, na Espanha, foram notificados 33 casos de candidemia por *C. auris* (CHOWDHARY; SHARMA; MEIS, 2017; SEARS; SCHWARTZ, 2017).

Já um estudo prospectivo na Índia, coletou dados de candidemias em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) no país. Foi notado que *C. auris* havia sido isolada em 19 de 27 UTIs, representando 5,2% de prevalência dos casos de candidemia. Neste mesmo estudo havia ainda uma diferença quanto a prevalência de *C. auris* em instituições públicas e privadas, sendo 8,2% e 3,2% respectivamente (CORSI-VASQUEZ; OSTROSKY-ZEICHNER, 2019; JEFFERY-SMITH et al., 2017).

As prevalências relatadas nos estudos se tornam um alerta para a saúde pública, já que a taxa de mortalidade por *C. auris* é considerável. Em um panorama geral, a mortalidade varia de 30-60%, porém estes valores se alteram conforme o sítio de infecção, a região estudada e as comorbidades associadas. Em países como Venezuela, já foi relatado taxa de mortalidade que atingia 72% por *C. auris*, em contraste, a mortalidade notificada na Colômbia atingia 35,2% para pacientes com *C. auris* em diversos sítios e 38,4% apenas para candidemia por esta levedura (MORALES-LÓPEZ et al., 2017; FORSBERG et al., 2018; JEFFERY-SMITH et al., 2017; LOCKHART et al., 2018; CHOWDHARY; SHARMA; MEIS, 2017).

3.2 Transmissão

Os fatores de risco para infecção por *C. auris* são similares à de outras espécies de *Candida*, entre eles pode-se destacar: imunocomprometimento, pacientes submetidos a procedimentos invasivos, uso de cateter, uso de sonda, drenos cirúrgicos, nutrição parenteral, infecções de trato respiratório, infecções de trato geniturinário, pericardites, diabetes descompensada e principalmente o uso profilático e prolongado de antimicrobianos de largo espectro e o tratamento empírico com antifúngicos. Dando destaque para o último elemento, já que, a maioria dos clones de *C. auris* apresentam resistência aos antifúngicos convencionais (JEFFERY-SMITH et al., 2017; CORSI-VASQUEZ; OSTROSKY-ZEICHNER, 2019; SEARS; SCHWARTZ, 2017).

Um aspecto preocupante quando se trata de *C. auris*, é sua forma de transmissão. Já que, os pacientes que se encontram colonizados por este fungo, são possíveis fontes de contaminação, podendo transmiti-la em até 3 meses após o tratamento. Esta levedura já foi encontrada colonizando diversos sítios como narinas, axilas, reto, virilha e unhas, sendo comumente encontrados na pele íntegra. Estudos apontam que é necessário um período de apenas 4 horas para que um paciente adquira *C. auris* e apenas 48 horas após

a admissão em UTI para evoluir para um quadro de candidemia (FORSBERG et al., 2018; JEFFERY-SMITH et al., 2017).

Porém pacientes colonizados não são a única fonte de contaminação existente. Estudos mostram que *C. auris* já foi encontrado em superfícies de diversos materiais, principalmente em ambientes plásticos, nos quais a levedura pode permanecer viável por 14 dias. Além de já ter sido isolado em colchões, móveis, pias, chão e equipamentos médicos, incluindo roupas (CORSI-VASQUEZ; OSTROSKY-ZEICHNER, 2019; JEFFERY-SMITH et al., 2017; FORSBERG et al., 2018). Em estudo de Eyre et al. (2018) foi notado que a levedura havia sido disseminada por meio de termômetros, mesmo após a higienização dos mesmos com um composto amoníaco.

Esta espécie pode se manter viável até 42°, possui alta tolerância a sal e consegue manter suas células agregadas na superfície contaminada, o que facilita sua permanência no ambiente hospitalar. Em função disso são necessários protocolos de desinfecção mais rigorosos (CHOWDHARY; SHARMA; MEIS, 2017).

A transmissão pode se dar então por contato com uma superfície contaminada, contato direto com pacientes ou profissionais de saúde colonizados, via *airborne* por meio de partículas de pele, objetos e utensílios médicos contaminados e fômites dentro do ambiente em que o paciente se encontra (CHOWDHARY; SHARMA; MEIS, 2017; M.WELSH et al., 2017).

3.3 MDR e fatores de virulência

Já se sabe que *C. auris* é, em sua maioria, resistente a pelo menos uma das 3 classes principais de antifúngicos disponíveis hoje para uso: azóis, polienos e equinocandinas.

A classe dos azóis corresponde ao grupo em que grande parte dos clones de *C. auris* apresenta-se resistente. Os principais representantes são: fluconazol, posaconazol e voriconazol. Estes antifúngicos atuam como inibidores da biossíntese do ergosterol, elemento essencial para manutenção da célula fúngica e sobrevivência da mesma. Estes medicamentos são inibidores reversíveis e não competitivos de enzimas que atuam na síntese do ergosterol, sendo a principal enzima a lanosterol-14-a-desmetilase, que tem relação com a CYP450 e é codificada pelo gene *ERG11*. A resistência associada aos azóis, principalmente ao fluconazol, é em grande parte aquelas que envolvem mutações no gene *ERG11* e superexpressão do mesmo. Esta é uma resistência frequentemente descrita na literatura quando se trata de *C. auris*. Além disso, também há relatos de mutações na CYP450, fazendo com que esta perca a afinidade por compostos azólicos, o que também corresponde a um perfil de resistência a estas drogas (BERTO et al., 2018; HOU et al., 2018; CORSI-VASQUEZ; OSTROSKY-ZEICHNER, 2019; BHATTACHARYA et al., 2019).

Quando se trata dos polienos, o principal representante é a anfotericina B (AmB, do inglês *Amphotericin B*), este complexo de drogas esgotam o ergosterol presente na membrana fúngica, e em altas concentrações, ainda inibem a produção de quitina, que

é essencial para manter a permeabilidade e estabilidade celular. Estas drogas estão associadas com nefro toxicidade, devido a interação entre a droga e a célula do paciente, porém esta condição pode ser reversível. Apesar da resistência a AmB ser menos notificada em *C. auris*, já foram relatadas cepas resistentes a esta classe. Os fatores de resistência mais comuns estão associados com mutações nos genes *ERG2*, *ERG6* ou *ERG3/ERG11*. Todos estes genes têm relação com a biossíntese do ergosterol e suas mutações reduzem a quantidade deste elemento na membrana da célula fúngica, ainda mantendo a viabilidade celular (BERTO et al., 2018; FORSBERG et al., 2018).

Enquanto os azóis e polienos atuam sobre a membrana plasmática da célula fúngica, as equinocandinas atuam na parede celular. Elas agem como inibidores não competitivos da enzima β -1,3-glucano sintase que atua sobre a polimerização de componentes da parede celular e é codificada pelos genes *FKS1*, *FKS2* e *FKS3*. Quando inibida, ocorre rompimento da célula fúngica em decorrência da alta pressão osmótica. Polimorfismos nas regiões *hot spot* do gene *FKS1* já foram descritos previamente na literatura. Estas mutações levam a substituição de aminoácidos na enzima alvo, o que leva a perda da afinidade da enzima com a droga, conferindo resistência. Alguns autores ainda afirmam que estes medicamentos não têm ação fungicida contra *C. auris* (BERTO et al., 2018; RHODES; FISHER, 2019; HOU et al., 2018; CORSI-VASQUEZ; OSTROSKY-ZEICHNER, 2019).

Além de todos estes fatores, também foi relatado nestas leveduras, a presença de bombas de efluxo MDR, que possuem a capacidade de transportar especificamente as drogas antifúngicas e deslocá-las para fora da célula, assim reduzindo a concentração da mesma e não permitindo que esta tenha seus efeitos. As principais destacadas são: *ATP-binding cassette* (ABC) e as da família *Major Facilitator Superfamilies* (MFS) (BERTO et al., 2018; FORSBERG et al., 2018; JEFFERY-SMITH et al., 2017; BHATTACHARYA et al., 2019).

Um estudo realizado por Lockhart et al. (2018), isolou 54 pacientes com infecções diversas por *C. auris*. As amostras eram provindas do Paquistão, Índia, África do Sul e Venezuela a fim de estudar o perfil de resistência dos clones de cada país. Foi demonstrado que 93% dos isolados apresentou resistência a fluconazol, 35% a AmB e 7% as equinocandinas. Sendo destes, 41% apresentou resistência a duas classes de antifúngicos e 4% era MDR às 3 classes. Estes dados corroboram com Pasqualotto et al. (2019), que afirma que cerca de 90% dos isolados eram resistentes a fluconazol, porém possuíam resistências variáveis quanto a outros azóis. Enquanto Eyre et al. (2018) demonstrou 100% de resistência a fluconazol, 98% a voriconazol e 90% a posaconazol, em contrapartida, apenas 18% de resistência a AmB. Frente a esta situação, já estão sendo desenvolvidas novas drogas que ainda não estão disponíveis para uso no mercado. Uma alternativa existente para tratamento dos pacientes infectados é a combinação de classes antifúngicas, como demonstra Fosberg et al. (2018), no qual foram avaliadas

combinações entre equinocandinas e azóis, que apresentaram sinergismo quando estudados em modelo murino e foi obtido resultados promissores.

Apesar de seus fatores de resistência, *C. auris* também apresenta inúmeros fatores de virulência importantes, e que podem ser associados com a alta taxa de mortalidade desta levedura. Alguns aspectos são similares aos presentes em outras espécies de *Candida*, como: sequestro de ferro, secreção de proteinases, secreção de fosfolipases (mesmo que fracamente), invasão tecidual importante e formação de biofilme. Entretanto, o biofilme formado por *C. auris* é consideravelmente mais fino e menos complexo do que o formado por *C. albicans* e possui menor aderência a superfícies. Porém tem capacidade de sequestrar as drogas antifúngicas que atravessarem a matriz, assim, conferindo resistência ao tratamento (FORSBERG et al., 2018; SPIVAK; HANSON, 2017; DOMINGUEZ et al., 2019).

Em estudo de Sherry et al. (2017), foi comparada a estrutura e patogenicidade entre biofilmes de *C. albicans* e *C. auris* em modelo animal, e foi notado que biofilmes de *C. auris* eram capazes de atingir 100% de mortalidade dos animais em apenas 48 horas, em contrapartida, biofilmes de *C. albicans*, no mesmo período de tempo, eram capazes de atingir 87% de mortalidade. Demonstrando então que apesar de biofilmes de *C. auris* não serem tão densos e aderentes, se comparado a outras espécies de *Candida*, estes ainda possuem alta virulência e resistência a drogas.

Um outro fator de virulência importante é a evasão do sistema imunológico do hospedeiro. Foi observado que neutrófilos não possuem tanta eficiência para fagocitose de *C. auris* se comparado a outras espécies de *Candida*. Ainda não se sabe que fatores influenciam esta condição (CORSI-VASQUEZ; OSTROSKY-ZEICHNER, 2019).

3.4 Problemas no diagnóstico

Além de possuir fácil disseminação no ambiente hospitalar e ser uma levedura MDR, *C. auris* também é de difícil identificação. Esta é facilmente confundida com outros fungos tanto por métodos bioquímicos, quanto por métodos automatizados o que dificulta o diagnóstico precoce. Em grande maioria, esta levedura é identificada erroneamente como: *Candida sake*, *Candida famata*, *Candida guilliermondii*, *Candida parapsilosis*, *Candida haemulonii*, *Candida* sp, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Rhodotorula glutinis* e *Saccharomyces* spp. (JEFFERY-SMITH et al., 2017; MARÇON, 2019).

Já foi descrito anteriormente diagnósticos incorretos provindos de aparelhos como API 20C AUX (bioMérieux), MicroScan (Beckman Coulter), Phoenix (BD) e Vitek (bioMérieux). Um estudo realizado na Índia descreveu que de 102 amostras isoladas de *C. auris*, cerca de 88,2% dos isolados, de 5 centros médicos diferentes, eram identificadas como *C. haemulonii* ou *C. famata* por meio do VITEK 2 (CHOWDHARY; SHARMA; MEIS, 2017; FORSBERG et al., 2018; JEFFERY-SMITH et al., 2017). Em estudo de Gaitán et al. (2017) todos os isolados de *C. auris* foram identificados de forma incorreta por AuxaColor,

que indicava que se tratava de isolados de *S. cerevisiae*. Enquanto que por API 20C e VITEK MS indicava se tratar de: um isolado de *C. lusitaniae*, um isolado de *C. haemulonii* e o restante das amostras não foi possível identificar a nível de espécie.

Apesar disso, o sistema MALDI-TOF e a análise genética por PCR convencional e Real-time PCR são técnicas promissoras quanto ao diagnóstico de *C. auris*. O MALDI-TOF necessita de um exemplar desta levedura em seu banco de dados para que a identificação seja feita com primor a nível de espécie. Já a técnica de PCR convencional e Real-time PCR consegue sequenciar principalmente loci *RPB1*, *RPB2*, *D1/D2* e domínios de RNA ribossômico específicos para *C. auris*. A desvantagem destas duas técnicas é o alto custo e a necessidade de profissionais capacitados para operarem corretamente os aparelhos, sendo assim, não são todos os locais que possuem estes testes disponíveis (JEFFERY-SMITH et al., 2017; SEARS; SCHWARTZ, 2017).

No Brasil, até hoje não se encontram relatos da presença de *C. auris*, entretanto, Pasqualotto et al. (2019) afirma que apenas 16,6% dos centros diagnósticos possuem a ferramenta de MALDI-TOF para realização da identificação correta; 15,5% conseguem realizar sequenciamento genético e apenas 9,5% podem realizar ambos. Este fato pode demonstrar que o país não está totalmente preparado para identificar este agente de forma correta, dificultando a notificação de possíveis casos.

Quanto aos métodos bioquímicos, apesar de serem mais acessíveis e baratos, já foi visto que cerca de 90% das amostras de *C. auris* permanecem não identificadas por estas técnicas. Em Ágar cromogênio *C. auris* se apresenta em colônias que variam do rosa ao bege e podem sobreviver a ambientes em até 42° e de alta salinidade. Além disso, conseguem assimilar açúcares como N-acetilglucosamina, succinato e gluconato o que a diferencia de *C. haemulonii* pois esta levedura assimila açúcares diferentes. Porém estas características fenotípicas sozinhas não são suficientes para completar um diagnóstico (CHOWDHARY; SHARMA; MEIS, 2017; JEFFERY-SMITH et al., 2017; FORSBERG et al., 2018).

3.5 Importância do teste de sensibilidade

Não existe ainda padronização pelos órgãos de regulação CLSI e EUCAST quanto aos valores de concentração inibitória mínima (CIM) para *C. auris*. Os valores usados são baseados em outras espécies de *Candida*. Isto dificulta a regularização de protocolos de tratamento adequados para este fungo. Por isso, a terapia de escolha varia quanto ao sítio de infecção, resposta do paciente ao tratamento, comorbidades associadas e outros fatores. Para casos de candidemia por *C. auris* as equinocandinas continuam sendo recursos terapêuticos de primeira escolha, principalmente a micafungina que tem obtido bons resultados em estudos clínicos. A AmB pode ser escolhida caso o paciente não responda adequadamente a primeira linha de medicamentos. Já o fluconazol é pouco

utilizado pois a resistência a esta droga é presente na maioria dos clones de *C. auris* (JEFFERY-SMITH et al., 2017; SEARS; SCHWARTZ, 2017; SPIVAK; HANSON, 2017).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

C. auris tem grande relevância nos casos de IRAS e pode ser considerado um patógeno emergente mundial. Sua multidroga resistência associada com a facilidade de transmissão e erros na identificação, tornam esta levedura preocupante para os centros de controle de infecção nestes locais, podendo causar infecções de corrente sanguínea com altas taxas de mortalidade. Além disso, comumente é realizado tratamento empírico com antimicrobianos e antifúngicos nos pacientes, o que é considerado fator de risco para colonização por esta levedura. Pouco se sabe sobre seus mecanismos de resistência e fatores de virulência, portanto são necessários mais estudos para a compreensão completa deste fungo, para assim, ocorrer o desenvolvimento de técnicas de controle e tratamentos adequados, sem dispensar a presença dos testes de sensibilidade.

REFERÊNCIAS

- BERTO, Caroline et al. **Bases Da Resistência Antifúngica: Uma Revisão Comentada**. Revista Uningá, Maringá, v. 55, n. 3, p. 52-71, set. 2018. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uninga/article/view/773/1721>. Acesso em: 04 set. 2019.
- BHATTACHARYA, Somanon et al. **Gene Duplication Associated with Increased Fluconazole Tolerance in *Candida auris* cells of Advanced Generational Age**. Scientific Reports, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 1-13, 25 mar. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-41513-6>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-41513-6>. Acesso em: 22 set. 2019.
- CHOWDHARY, Anuradha; SHARMA, Cheshta; MEIS, Jacques F. ***Candida auris*: a rapidly emerging cause of hospital-acquired multidrug-resistant fungal infections globally**. Plos Pathogens, [s.l.], v. 13, n. 5, p. 1006290-1006291, 18 maio 2017. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.ppat.1006290>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5436850/>. Acesso em: 05 set. 2019.
- CORSI-VASQUEZ, Gabriela; OSTROSKY-ZEICHNER, Luis. ***Candida auris*. Current Opinion In Infectious Diseases**, [s.l.], v. 32, n. 6, p. 559-564, dez. 2019. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/qco.0000000000000603>. Disponível em: https://journals.lww.com/co-infectiousdiseases/Fulltext/2019/12000/Candida_auris__what_have_we_learned_so_far_.7.aspx. Acesso em: 20 abr. 2020.
- DOMINGUEZ, E. G. et al. **Conserved Role for Biofilm Matrix Polysaccharides in *Candida auris* Drug Resistance**. Msphere, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 1-7, 2 jan. 2019. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/mspheredirect.00680-18>. Disponível em: <https://msphere.asm.org/content/4/1/e00680-18.abstract>. Acesso em: 06 set. 2019.
- EYRE, David W. et al. **A *Candida auris* Outbreak and Its Control in an Intensive Care Setting**. New England Journal Of Medicine, [s.l.], v. 379, n. 14, p.1322-1331, 4 out. 2018. Massachusetts Medical Society. <http://dx.doi.org/10.1056/nejmoa1714373>. Disponível em: <<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1714373>>. Acesso em: 05 set. 2019.

FORSBERG, Kaitlin et al. **Candida auris: The recent emergence of a multidrug-resistant fungal pathogen**. Medical Mycology, [s.l.], v. 57, n. 1, p.1-12, 31 jul. 2018. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/mmy/myy054>. Disponível em: <<https://academic.oup.com/mmy/article/57/1/1/5062854>>. Acesso em: 05 set. 2019.

GAITÁN, Alba Cecilia Ruiz et al. **Nosocomial fungemia by Candida auris: first four reported cases in continental europe: First four reported cases in continental Europe**. Revista Iberoamericana de Micología, [s.l.], v. 34, n. 1, p. 23-27, jan. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.riam.2016.11.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130140616300870>. Acesso em: 03 ago. 2019.

HOU, Xin et al. **Rapid Detection of ERG11-Associated Azole Resistance and FKS-Associated Echinocandin Resistance in Candida auris**. Antimicrobial Agents And Chemotherapy, [s.l.], v. 63, n. 1, p. 1-7, 5 nov. 2018. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/aac.01811-18>. Disponível em: <https://aac.asm.org/content/63/1/e01811-18.abstract>. Acesso em: 07 set. 2019.

JEFFERY-SMITH, Anna et al. **Candida auris: a Review of the Literature**. Clinical Microbiology Reviews, [s.l.], v. 31, n. 1, p.1-18, 15 nov. 2017. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/cmr.00029-17>. Disponível em: <<https://cmr.asm.org/content/31/1/e00029-17.full>>. Acesso em: 04 set. 2019.

LOCKHART, Shawn R. et al. **Simultaneous Emergence of Multidrug-Resistant Candida auris on 3 Continents Confirmed by Whole-Genome Sequencing and Epidemiological Analyses**. Clinical Infectious Diseases, [s.l.], v. 67, n. 6, p. 987-987, 31 ago. 2018. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/cid/ciy333>. Disponível em: <https://academic.oup.com/cid/article/64/2/134/2706620>. Acesso em: 07 set. 2019.

M.WELSH, Rory et al. **Sobrevivência, persistência e isolamento da levedura patogênica emergente multirresistente a Candida auris em uma superfície plástica de assistência médica**. Journal Of Clinical Microbiology, [s.i], v. 55, n. 10, p. 2997-3005, out. 2017. Disponível em: <https://jcm.asm.org/content/55/10/2996.short>. Acesso em: 03 set. 2019.

MARÇON, Camila. **Caracterização de Candida spp. isoladas da corrente sanguínea de pacientes internados em hospital terciário de Bauru – São Paulo**. 2019. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Doenças Tropicais, Faculdade de Medicina de Botucatu, Bauru, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181203>>. Acesso em: 23 out. 2019.

MORALES-LÓPEZ, Soraya E. et al. **Invasive Infections with Multidrug-Resistant Yeast Candida auris, Colombia**. Emerging Infectious Diseases, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 162-164, jan. 2017. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). <http://dx.doi.org/10.3201/eid2301.161497>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5176232/>. Acesso em: 22 abr. 2020.

PASQUALOTTO, Alessandro C.; SUKIENNIK, Teresa C.t.; MEIS, Jacques F. **Brazil is so far free from Candida auris. Are we missing something?** The Brazilian Journal Of Infectious Diseases, [s.l.], v. 23, n. 3, p. 149-150, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjid.2019.05.004>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-86702019000300149&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 23 abr. 2019.

RHODES, Johanna; FISHER, Matthew C. **Global epidemiology of emerging Candida auris**. Current Opinion In Microbiology, [s.l.], v. 52, n. 8, p. 84-89, dez. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mib.2019.05.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369527419300177>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SEARS, David et al. **Candida auris: an emerging multidrug-resistant pathogen: An emerging multidrug-resistant pathogen**. International Journal Of Infectious Diseases, [s.l.], v. 63, p. 95-98, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2017.08.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971217302230>. Acesso em: 11 set. 2019.

SHERRY, Leighann et al. **Biofilm-Forming Capability of Highly Virulent, Multidrug-Resistant *Candida auris*. Emerging Infectious Diseases**, [s.l.], v. 23, n. 2, p. 328-331, fev. 2017. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). <http://dx.doi.org/10.3201/eid2302.161320>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5324806/>. Acesso em: 05 set. 2019.

SPIVAK, Emily S.; HANSON, Kimberly E.. **Candida auris: an emerging fungal pathogen: an Emerging Fungal Pathogen**. Journal Of Clinical Microbiology, [s.l.], v. 56, n. 2, p. 1-10, 22 nov. 2017. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/jcm.01588-17>. Disponível em: <https://jcm.asm.org/content/56/2/e01588-17.short>. Acesso em: 05 set. 2019.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE LARVAS DÍPTERAS NECROFÁGICAS COLETADAS DE CARCAÇAS *Sus scrofa* (SUIDAE), EM CAMPO GRANDE – MS

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Geiza Thaiz Dominguez Monje

Universidade Católica Dom Bosco

Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/3616443357694892>

Carina Elisei de Oliveira

Universidade Católica Dom Bosco

Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/6860200290700215>

Jaire Marinho Torres

Universidade Católica Dom Bosco

Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/5261480141690058>

Beatriz Rosa de Oliveira

Universidade Católica Dom Bosco

Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/0576644119211346>

Daniela Lopes da Cunha

Universidade Católica Dom Bosco

Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/0317403015707143>

Rafael Rodrigues de Oliveira

Universidade Católica Dom Bosco

Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/7856999750514465>

RESUMO: A ordem Diptera apresenta elevada riqueza de espécies e as larvas das moscas das famílias Calliphoridae e Sarcophagidae são comumente encontradas colonizando cadáveres em decomposição, por isso são consideradas de grande interesse na ciências forenses. O conhecimento acerca da biologia desses insetos é extremamente importante, e para isso a identificação correta é essencial, para a determinação do intervalo *pós-mortem* e causa da morte. Objetivou-se com a execução deste trabalho, realizar as identificações morfológicas de larvas de díptera, que colonizam carcaças de *Sus scrofa* em diferentes estações do ano, em Campo Grande, MS. As larvas foram coletadas nas carcaças dos suínos nas quatro estações do ano, o processo de acompanhamento foi realizado desde o primeiro dia de inserção do suíno no local experimental até esqueletização. Os espécimes larvais foram retirados diariamente e armazenados em tubos de 50mL contendo álcool 70%. Para identificação, utilizou-se o estereomicroscópio, observando características morfológicas dos espiráculos, peritrema, esqueleto cefalofaringeano, presença de tubérculos, espinhos por todo o corpo e número de segmentos. Foram coletados 12.657 espécimes nos diferentes períodos, as espécies identificadas foram

Chrysomya albiceps, sendo a espécie mais abundante em todos os períodos, seguido de *Hemilucilia semidiaphana*, Sarcophagidae, *Lucilia* sp e *Hemilucilia segmentaria*. Com base nas características morfológicas das larvas foi possível diferenciar e identificar as espécies de dípteros que estão relacionados ao processo de decomposição do cadáver na região estudada auxiliando futuros trabalhos relacionados a entomologia forense.

PALAVRAS-CHAVE: Calliphoridae, *Chrysomya albiceps*, Sarcophagidae.

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF DIPTERAL LARVAES COLLECTED FROM *Sus scrofa* (SUIDAE) CARCACCASSES, IN CAMPO GRANDE – MS

ABSTRACT: The order Diptera has a high species richness and the larvae of flies of the families Calliphoridae and Sarcophagidae are commonly found colonizing decaying corpses, so they are considered of great interest in the forensic sciences. Knowledge about the biology of these insects is extremely important, and for this, correct identification is essential for determining the post-mortem interval and cause of death. The objective of this work was to carry out the morphological identifications of dipteran larvae that colonize *Sus scrofa* carcass in different seasons of the year, in Campo Grande, MS. The larvae were collected from the pig carcasses, in the four seasons of the year, the monitoring process was carried out from the first day of insertion of the suine in the experimental site until skeletonization. The larval specimens were removed daily and stored in 50mL tubes containing 70% alcohol. For identification, a stereomicroscope were used to observing the morphological characteristics of the spiracles, peritreme, cephalopharyngeal skeleton, presence of tubercles, spines throughout the body and number of segments. 12,706 species were collected in the different periods, followed by *Hemilucilia semidiaphana*, Sarcophagidae, *Lucilia* sp. And *Hemilucilia segmentaria*. As bases on the morphological characteristics of the larvae it was possible to differentiate and identify the species of dipterans that are related to the process of decomposition of the corpse in the studied region, helping future Works related to forensic entomology.

KEYWORDS: Calliphoridae, *Chrysomya albiceps*, Sarcophagidae.

INTRODUÇÃO

As famílias Calliphoridae e Sarcophagidae fazem parte da ordem Díptera, que são moscas consideradas de interesse forense, as quais atuam ecologicamente no processo de decomposição (Salviano et al. 1996). Essas moscas são as primeiras a colonizar o corpo cadavérico (Gomes, 2010). As fases de decomposição de um cadáver (estágio fresco, inchamento, decomposição ativa e esqueletização) atraem diferentes tipos de insetos (Turner, 1991). Para os insetos, a carcaça é um recurso efêmero. Smith (1986) identificou quatro categorias associadas à decomposição: (a) espécimes necrófagas, são aquelas que colonizam a carcaça e as larvas desenvolvem-se nela, consumindo-a. É o

grupo mais importante para a entomologia forense; (b) onívoros, se alimentam tanto da carcaça como da fauna associada; (c) predadores e parasitoides e (d) acidentais, utilizam a carcaça como extensão do seu habitat.

A entomologia forense é aplicada ao estudo de insetos para a resolução de casos criminais, destinada a fins legais (Lord & Stevenson, 1986). Existem várias aplicações nessa área, tais como: o intervalo pós-morte (IPM), investigações de causa da morte do indivíduo, se há presença ou ausência de insetos que danificam imóveis, saber se produtos estocados estão contaminados e investigações de crimes por morte violenta. Para a resolução de casos criminais é necessário ter conhecimento básico acerca dos insetos de interesse forense, bem como: identificação, ciclo de vida e ecologia dos mesmos (Gomes, 2016).

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em uma área periurbana ao município de Campo Grande, MS ($20^{\circ}24'23.49''S, 54^{\circ}36'54.77''O$). A pesquisa foi realizada nas quatro estações do ano, com uma carcaça suína para cada período, alojados no interior de uma caixa de metal, recoberta por tela metálica para impedir a ação da mastofauna e a entrada de moscas necrofágicas. Os animais utilizados apresentam peso médio de 10kg, com aprovação do comitê de ética em experimentação e uso animal CEUA UCDB de número 011/2014. A colonização da carcaça e o processo de decomposição foi observado desde o primeiro dia que a carcaça foi colocada até o último dia da esqueletização.

As larvas presentes nos cadáveres foram coletadas com o auxílio de pinças e acondicionadas em tubos de 50mL até o volume de 30mL e postas em gelo para baixar o metabolismo e evitar a predação. No laboratório, as larvas foram submetidas a banhos consecutivos com água corrente e armazenadas em tubo 50mL, devidamente identificados com a data de coleta, contendo álcool 70% e acondicionados em ultrafreezer – 80°C.

Para identificação das larvas foram utilizados o Manuel de Smith (1986) e a chave de Oliveira-Costa (2013), observando as estruturas externas, como: forma corporal achatado, dorso ventral ou cilíndrico, regiões anterior e posterior, número de segmentos, espiráculos anterior e posterior, estágio de desenvolvimento (instar), presença de botão vestigial, presença e quantidade de tubérculos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As larvas coletadas nas carcaças de *Sus scrofa* foram identificadas e separadas conforme sua espécie. Visto que, temperaturas climáticas podem influenciar no ciclo ecológico do inseto, foram utilizadas quatro carcaças de suínos, colocadas ao início de

cada estação. Foram identificadas sete espécies diferentes, obteve-se como resultado as seguintes quantidades de larvas para cada espécie: 11.110 de *Chrysomya albiceps*, 608 de *Chrysomya megacephala*, 80 de *Cochliomyia macellaria*, 192 de *Hemilucilia segmentaria*, 391 de *Hemilucilia semidiaphana*, 97 de *Lucilia* sp. e 228 da família Sarcophagidae. Totalizando 11.718 espécimes de larvas durante 1 ano de pesquisa. A quantidade de larvas coletadas por estação pode ser observada na Tabela 1.

Espécies	Quantidade de larvas coletadas durante as diferentes estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
<i>Chrysomya albiceps</i>	3.287	1.693	3.792	2.338
<i>Chrysomya megacephala</i>	-	1	6	601
<i>Cochliomyia macellaria</i>	-	6	3	71
<i>Hemilucilia segmentaria</i>	34	12	-	146
<i>Hemilucilia semidiaphana</i>	16	50	120	205
<i>Lucilia</i> sp.	3	3	-	91
Sarcophagidae	9	97	73	49

Tabela 1. Larvas coletadas durante o processo de decomposição de *Sus scrofa*.

As temperaturas médias do período de experimento foram de 21°C, ocorreram variações, onde a menor temperatura observada foi de 16,8°C no inverno, em Agosto e a maior com 27,8°C, no verão, em Fevereiro.

Na coleta realizada na primavera, no período de 22 de Novembro a 03 de Dezembro de 2016, houve captura de 3.349 larvas. Observa-se a variação de abundância de cada espécie e pouca oscilação de temperatura (Figura 1).

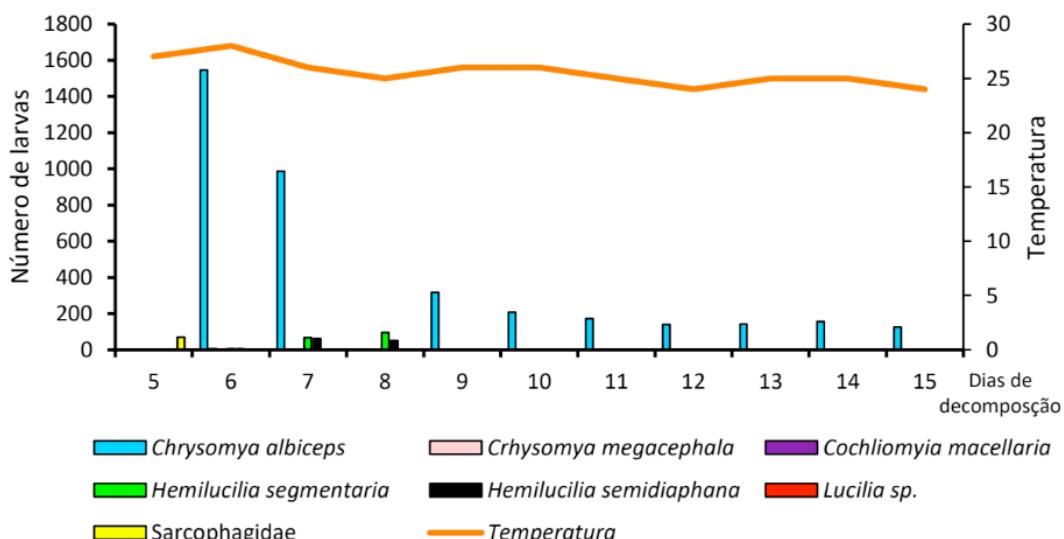


Figura 1. Variação da abundância de larvas necrófagas durante o processo de decomposição de *Sus scrofa*, durante a primavera. Gáfico feito no excel.

A coleta realizada no verão, de 07 a 16 de Fevereiro de 2017, o total de larvas identificadas foi de 1.765. É possível observar a variação de abundância entre as espécies e pouca oscilação de temperatura (Figura 2).

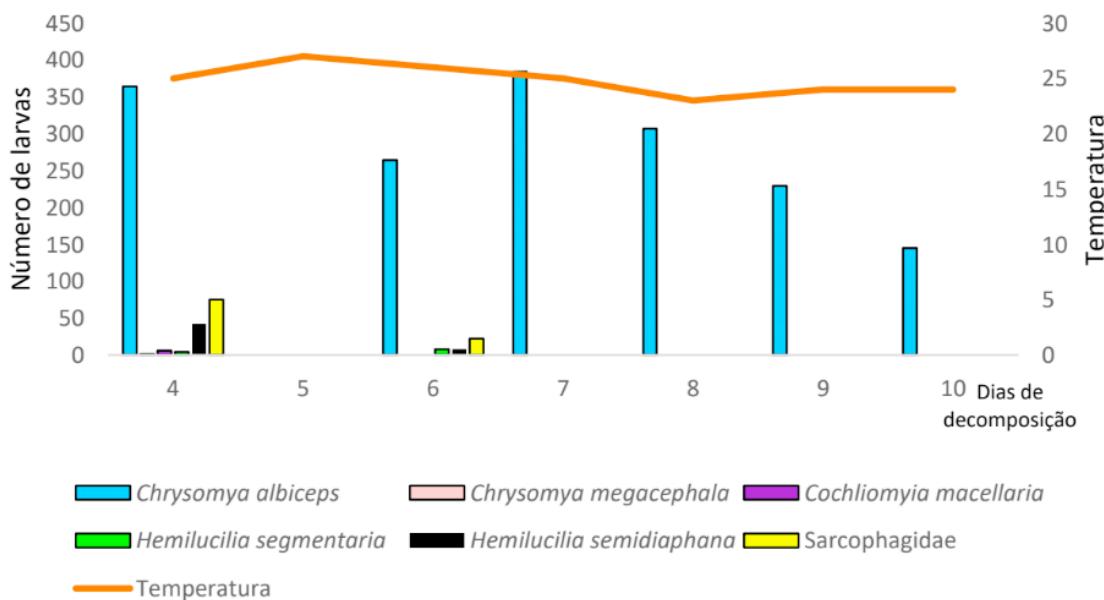


Figura 2. Variação da abundância de larvas necrófagas durante o processo de decomposição de *Sus scrofa*, durante o mês de Fevereiro. Gáfico feito no excel.

No outono, a coleta teve início no dia 16 e finalizando dia 30 de Maio de 2017 e foram obtidas 3.921 larvas. É possível analisar a abundância e variação de espécies, há pouca oscilação de temperatura (Figura 3).

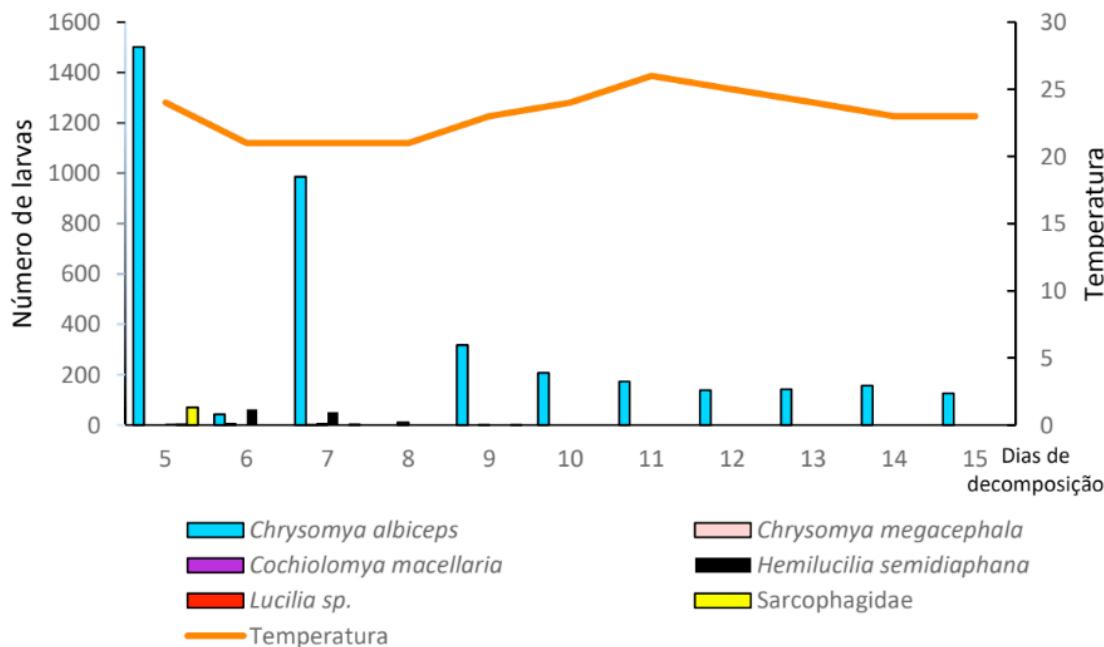


Figura 3. Variação da abundância de larvas necrófagas durante o processo de decomposição de *Sus scrofa*, durante o mês de Maio. Gáfico feito no excel.

Em Agosto, no inverno, a coleta iniciou-se dia 3 com término no dia 14 de 2017 e coletadas 3.361 espécies de larvas. Observa-se abundância e variações de espécies, nesta estação houve oscilações consideráveis de temperaturas, onde no primeiro dia da coleta a temperatura estava 16°C e no último dia 27°C (Figura 4).

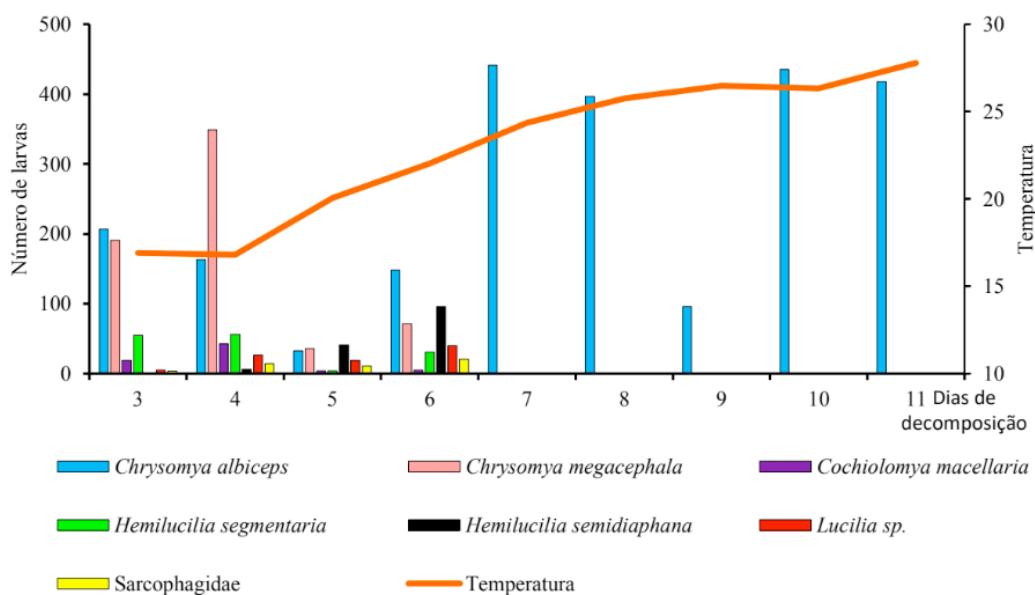


Figura 4. Variação da abundância de larvas necrófagas durante o processo de decomposição de *Sus scrofa*, durante o mês de Agosto. Gáfico feito no excel.

Dentre todas as espécies de larvas coletadas, a mais abundante foi do gênero *Chrysomya*, onde foram coletadas 11.718 espécimes, dentro deste gênero, a espécie mais numerosa foi *Chrysomya albiceps*, totalizando 11.110 larvas, este número é relevante devido a espécie ser a primeira a colonizar o corpo cadavérico e a sua predominância no mesmo (Catts & Goff, 1992).

As espécies *Hemilucilia segmentaria* e *Hemilucilia semidiaphana* foram mais abundantes durante o inverno (Figura 4), o estudo de Thyssen (2005) mostra que fatores como temperatura interferem e são determinantes no tempo de desenvolvimento e metabolismo larval, desse modo, essas espécies mostram-se mais tolerantes a baixas temperaturas.

As condições climáticas são determinantes para a duração do ciclo e eclosão de larvas (Urquhart et al. 1998). Deste modo, um ambiente ideal para a família Sarcophagidae, seria uma temperatura em torno de 26°C, onde há o desenvolvimento de imaturos de 13 a 15 dias (Guyton & Hall, 2006). Deste modo observa-se abundância durante o verão, totalizando 97 larvas coletadas (Figura 2).

A espécie mais coletada foi *Chrysomya albiceps* da família Calliphoridae assim como no trabalho de Marchiori, et al. (2000). *Lucilia sp.*, é uma das primeiras colonizadoras

desse substrato e possui grande competição com as outras espécies por sua grande ocorrência em todo o território brasileiro, pois não possui preferência por sazonalidade ou localização do indivíduo. Observou-se a presença da família Sarcophagidae que está em maior abundância no período de início da colonização da carcaça, relacionado com a fase de inchamento, como no trabalho de Barros, R. M.; Mello-Patiu, C. A.; Pujol-Luz, J. R. (2008) devido a forte atração ao cadáver e subsequentemente a sustentação da espécie como descreve Oliveira, R. L. S. (2012).

MORFOLOGIA DAS LARVAS

Chrysomya albiceps: as larvas da espécie podem apresentar variação. Larva de 3º instar, possui 12 segmentos distinguíveis pela região dorsal, todos com presença de tubérculos. A placa espiracular apresenta leve depressão, com presença de 14 tubérculos. O gancho bucal é curvo e dentado. (Figura 1)

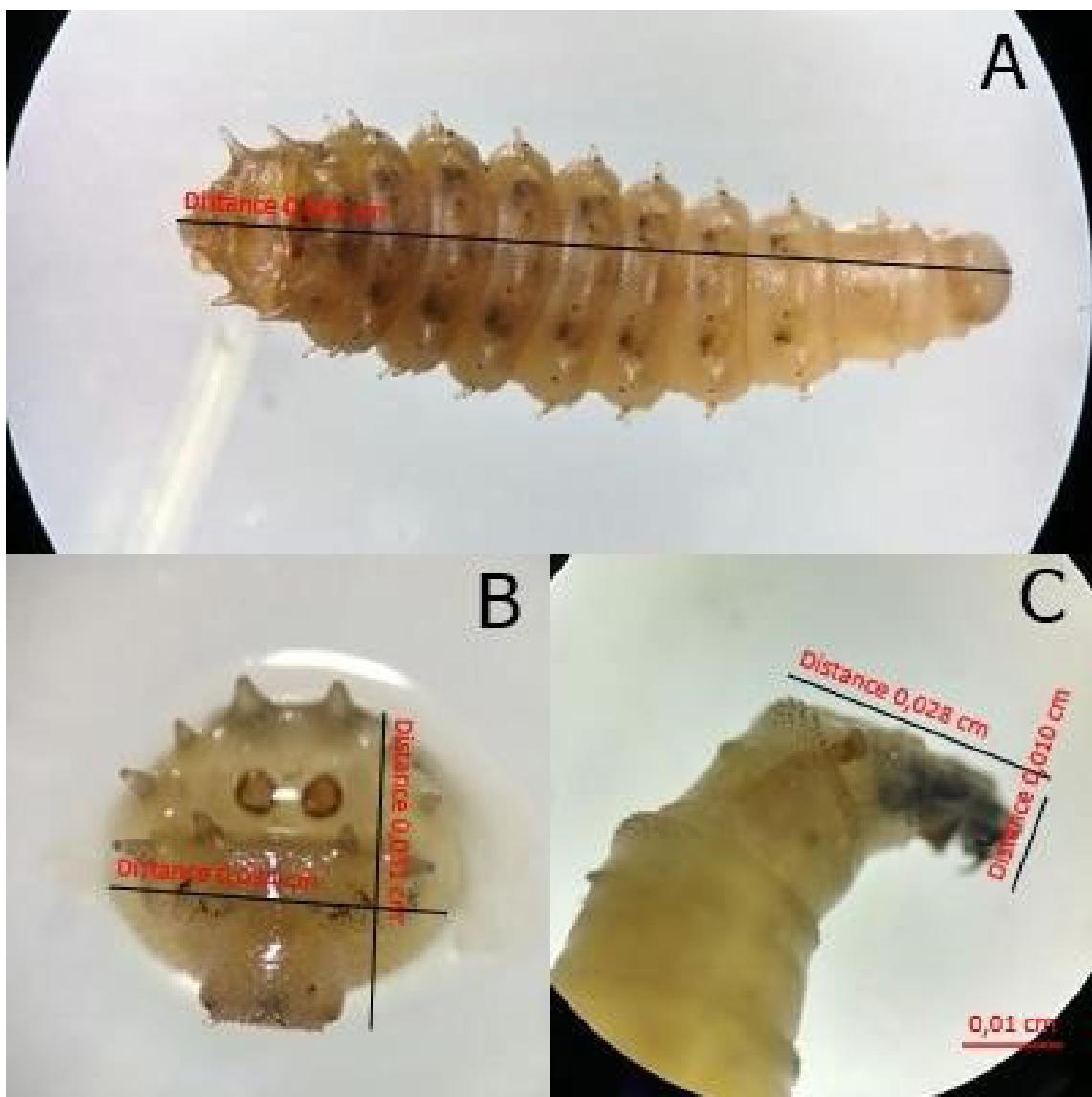


Figura 5. Larva de 3º instar de *Chrysomya albiceps*. (A) Região dorsal; (B) Placa espiracular; (C) Gancho bucal. Foto tirada e editada por Daniela Lopes da Cunha.

Hemilucilia semidiaphana: as larvas da espécie podem apresentar variação. Larva de 3º instar, apresentam 12 segmentos corporais, sendo observados seis partes de tubérculos no último segmento. Os espiráculos apresentando o peritremma quase completo com presença de botão. (Figura 2).

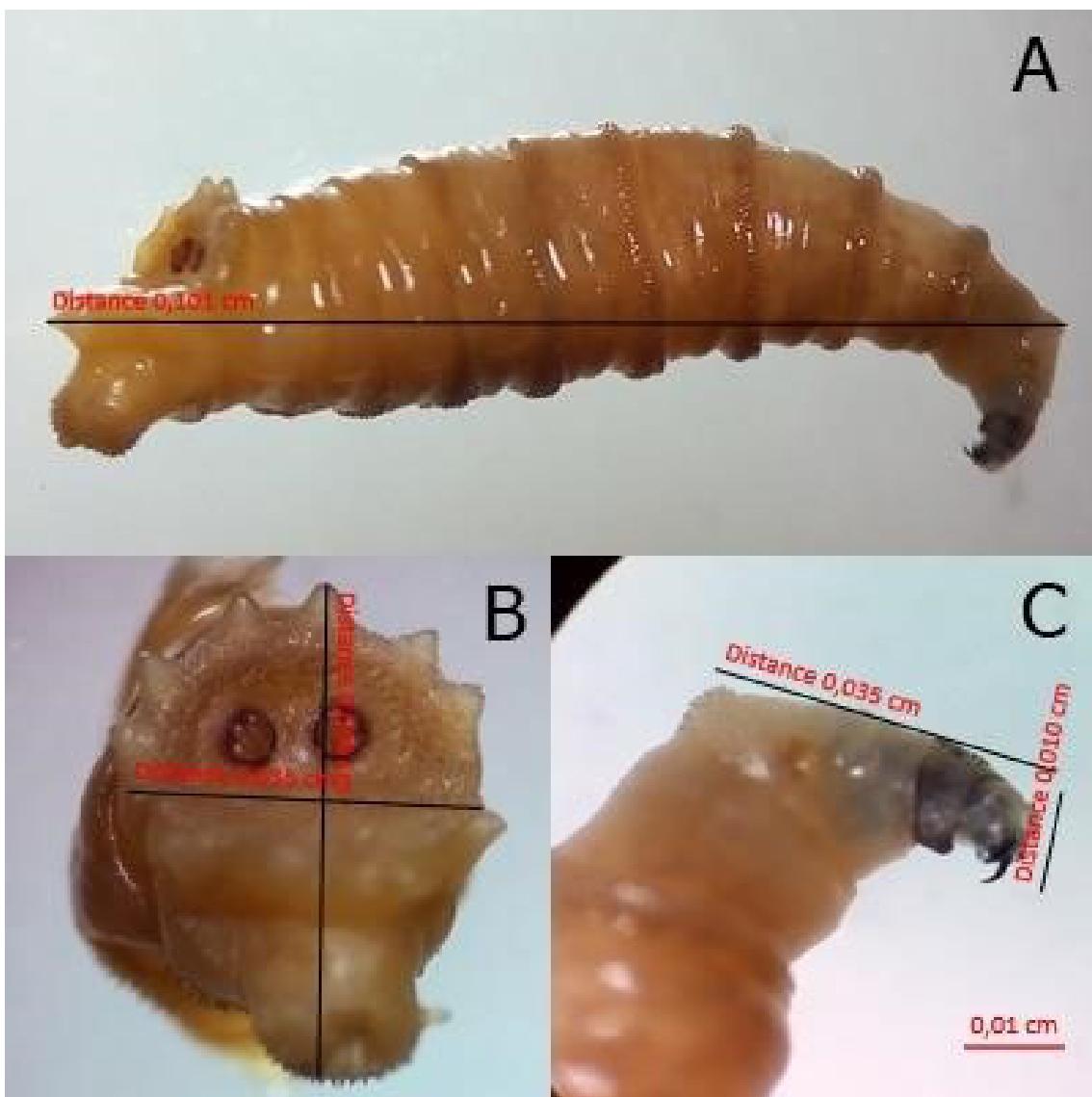


Figura 6. Larva de 3º instar de *Hemilucilia semidiaphana*. (A) Vista lateral; (B) Espiráculo; (C) Gancho Bucal. Foto tirada e editada por Daniela Lopes da Cunha.

Família Sarcophagidae: as larvas podem variar o tamanho dentro da própria espécie. A larva de 3º instar apresentam 12 segmentos, sem presença de tubérculos. A placa espiracular em profunda depressão, com um par de espiraculos posteriores, localizados no último segmento. São observados seis pares de tubérculos no último segmento. (Figura 3).

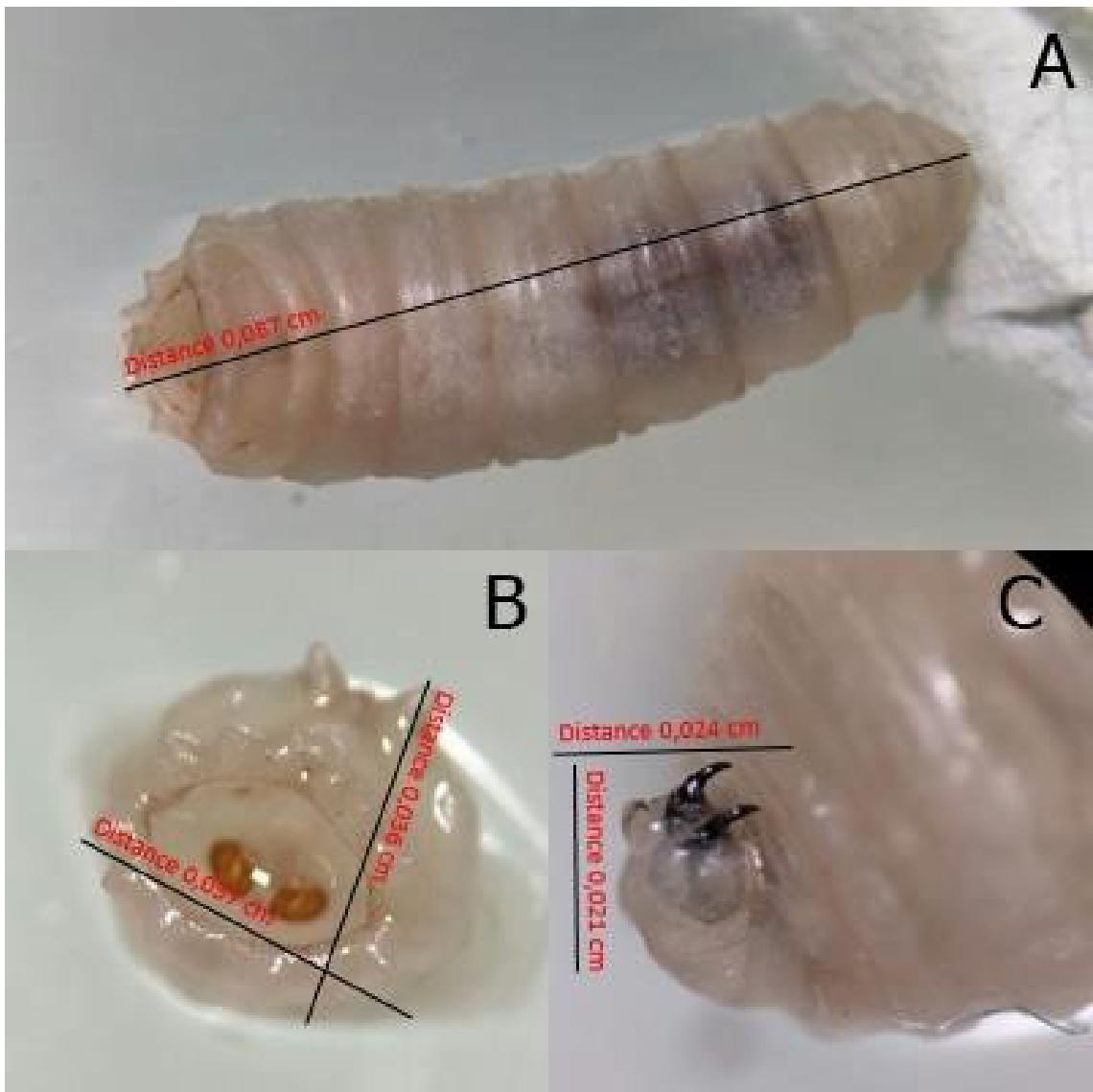


Figura 7. Família Sarcophagidae. Larva de 3º Instar. (A) Região dorsal; (B) Placa espiracular; (C) Gancho bucal. Foto tirada e editada por Daniela Lopes da Cunha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A família com maior ocorrência foi Calliphoridae, seguida por Sarcophagidae. As duas espécies com maior abundância foi de *Chrysomya albiceps* e *Chrysomya megacephala*, totalizando 11.718 espécimes, as larvas dessa família aparecem em grande quantidade durante qualquer estação do ano devido a sua grande importância ecológica. A terceira espécie mais abundante foi *Hemilucilia semidiaphana*, além de ser mais tolerante a baixas temperaturas. O total de larvas coletadas foi de 12.706 neste estudo.

REFERÊNCIAS

AMES C, TURNER B. 2003. Low temperature episodes in development of blowflies: implications for postmortem interval estimation. Med. Vet. Entomol. 17:178–86

BARBOSA, Marcela Alves. FERREIRA, José Lucena. SANTOS, Elaiza Rodrigues Rocha. SANTOS,

Elizangela Cardoso. GOMES, Bruno Severo. **Aplicação de fungos em estudos forenses no processo de degradação cadavérica.** Saúde e ambiente, Ver, Duque de Caxias, V.7, n1, p.1018, jan-jun 2012.

BYARD, R.W.; JAMES, R.A.; GILBERT, J.D. **Diagnostic Problems Associated with Cadaveric Trauma from Animal Activity.** Journal of Forensic Medicine and Pathology, v. 23, n. 3, p.238 – 244, 2002.

CARVALHO, L.M.L.; THYSSEN, P.J.; LINHARES, A.X.; PALHARES, F.A.B. **A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil.** Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 95, n. 1, p. 135-138, 2000.

CAMPOBASSO, CARLO P. MD; LINVILLE, Jason G. PhD; WELLS, Jeffrey D. PhD; INTRONA, Francesco. MD. **Forensic Genetic analysis of insect gut contents.** The American Journal of Forensic medicine and pathology. Volume 26, number 2. June 2005, pág. 161-165.

CATTS, E. P.; GOFF, M. L. 1992. **Forensic entomology in criminal investigations.** Anual review entomol. 272p.

DEL-CAMPO, Eduardo Roberto Alcântara. **Medicina Legal II.** Ed. Saraiva. 2^a edição. 2012.

GOMES, L. **Entomologia forense: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais.** 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

GUYTON, A. C.; HALL, J. C. 2006. **Tratado de fisiologia médica.** 11º ed.. Rio de Janeiro: Elsevier. 1264p.

JAMES, M. T. 1947. **The files that cause myiasis in man.** U.S. Departament of Agriculture. Mischlianfots Publication. 631p.

LENKO, K. & N. PAPAVERO. 1996. **Insetos no Folclore.** 2º edição. Plêiade/ FAPESP. 468p.

LORD, W. D. and STEVENSON, J. R. 1986. **American registered professional entomologists.** Chesapeake Chapter, Washinton DC.

MARCHIORI, C. H. et al. **Artrópodes associados com carcaça de suíno em Itumbiara, sul de Goiás.** Arq. Inst. Biol.. São Paulo, v. 67, n.2, p167-170, jul./dez. 2000.

MONDOR, E. B., TREMBLAY, M. N., TOMBERLIN, J. K., BENBOW, E. M., TARONE, A. M. & CRIPPEN, T. L. (2012) **The Ecology of Carrion Decomposition.** *Nature Education Knowledge* 3(10):21

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios.** São Paulo: Editora Millenium, p. 257, 2003.

OLIVEIRA-COSTA, J.; OLIVEIRA, R.G.; BASTOS, C.S. **Diptera calliphoridae de importância forense no município do Rio de Janeiro.** Revista Eletrônica Novo Enfoque, v. 16, n.16, p. 41-52, 2013

PAYNE, J. A., KING, E. W. & BEINHART, G. **Arthropod succession and decomposition of buried pigs.** *Nature* 219, 1180-1181 (1968).

PUJOL-LUZ, J.R.; ARANTES, L.C.; CONSTANTINO, R. **Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008).** Revista Brasileira de Entomologia, v. 52, n. 4, p. 485-492, 2008.

SALVIANO, R. et al. 1996. **Calliphoridae (Diptera) associated with human corpses in Rio de Janeiro, Brazil.** Entomología y vectores. 146p.

SMITH, K. **A Manual of Forensic Entomology.** ed. 1. Oxford: Cornell University Press, p. 102, 1986.

SILVA NETTO, Amílcar da Serra. **Manual de atendimento a locais de morte violenta.** Ed. Gráfica Oficial do Estado de MS. 1^a edição. 2011.

THYSSEN, P. J. 2005. **Caracterização das formas imaturas e determinação das exigências térmicas de duas espécies de califorídeos (DIPTERA) de importância forense.** Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. Dissertação de doutorado. 102p.

TOMBERLIN, J. K. & ADLER, P. H. **Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina.** *Journal of Medical Entomology* 35, 704-709 (1998).

TOMBERLIN, J. K., Wallace, J. R. & Byrd, J. H. **Forensic entomology: Myths busted!** *Forensic Magazine* October/November, 10-14 (2006).

TOMBERLIN, J. K. et al. **Basic research in evolution and ecology enhances forensics.** *Trends in Ecology & Evolution* 26, 53-55 (2011).

TURNER, E. C. et al. 1990. **Mass rearing and introduction of Ophyra aenescens (Widemann) (Diptera: Muscidae) in high-rise caged layer houses to reduce house fly population.** *J. Agric. Entomol.* 257p.

URGUHART, G. M. et al. **Parasitologia veterinária.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 273p.

TOMBERLIN, J. K. et al. **A roadmap for bridging basic and applied research in forensic entomology.** *Annual Review of Entomology* 56, 401-421 (2011).

CAPÍTULO 4

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF GALL-INDUCING INSECTS ASSOCIATED WITH COUEPIA OVALIFOLIA (CHYSOBALANACEAE), AN ENDEMIC PLANT TO BRAZIL

Data de aceite: 30/07/2020

Valéria Cid Maia

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro – RJ

<http://lattes.cnpq.br/3425008572187545>

which were previously known only in restingas. Examination of exsiccates from other herbaria and localities can expand the distribution area of both gall-inducing species.

KEYWORDS: Cecidomyiidae, Diptera, gall, host plant, herbarium.

ABSTRACT: *Dasineura couepiae* Maia, 2001 and *Lopesia marginalis* Maia, 2001 (Diptera, Cecidomyiidae) induce galls on *Couepia ovalifolia* (Chrysobalanaceae), endemic plant to Brazil. The former is reported in Espírito Santo and Rio de Janeiro, and the latter in Rio de Janeiro. As each species induces a gall of unique morphology, gall-inducers can be reported based on the presence of their galls. Exsiccates of *Couepia ovalifolia* from the Jardim Botânico do Rio de Janeiro and Museu Nacional/UFRJ herbaria were examined in order to verify new geographical records and contribute to establish the distribution limits of *Dasineura couepiae* and *Lopesia marginalis*. We found 87 exsiccates from several localities, about 62% with galls. *Dasineura couepiae* is recorded for the first time in Sergipe and Bahia, and *Lopesia marginalis* in Sergipe, Bahia, and Espírito Santo. Ombrofilous forest phytophysiognomy is added to the distribution area of both species,

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE INSETOS
GALHADORES ASSOCIADOS A COUEPIA
OVALIFOLIA (CHYSOBALANACEAE), UMA
PLANTA ENDÊMICA DO BRASIL

RESUMO: *Dasineura couepiae* Maia, 2001 e *Lopesia marginalis* Maia, 2001 (Diptera, Cecidomyiidae) induzem galhas em *Couepia ovalifolia* (Chrysobalanaceae), planta endêmica do Brasil. A primeira é assinalada no Espírito Santo e Rio de Janeiro, e a segunda apenas no Rio de Janeiro. Devido à morfologia peculiar da galha de cada espécie, é possível registrar a presença de ambos galhadores a partir da presença de suas galhas na planta. Com o objetivo de verificar novas ocorrências geográficas e contribuir para estabelecer os limites distribucionais de *Dasineura couepiae* e *Lopesia marginalis*, exsicatas de *Couepia ovalifolia* do herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e do Museu Nacional/UFRJ

foram examinadas. Encontramos 87 exsicatas de diversas localidades, 62% com galhas. *Dasineura couepiae* é registrada pela primeira vez em Sergipe e Bahia, e *Lopesia marginalis* em Sergipe, Bahia e Espírito Santo. A fitofisionomia de Floresta Ombrófila é acrescida à área de distribuição destas duas espécies, que incluía anteriormente apenas áreas de restinga. O exame de exsicatas de outros herbários provenientes de outras localidades pode ampliar ainda mais a área de distribuição das espécies estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Cecidomyiidae, Diptera, galha, planta hospedeira, herbário.

1 | INTRODUCTION

Couepia ovalifolia (Schott) Benth. ex Hook. f (Chrysobalanaceae) is an endemic plant to Brazil, with occurrence only in Atlantic Forest and Cerrado areas (Flora do Brasil, 2020). Two gall midge species (Diptera, Cecidomyiidae) are associated with this plant (Maia, 2001a,b), both described from the restinga de Maricá (Maricá, RJ), *Dasineura couepiae* Maia, 2001 and *Lopesia marginalis* Maia, 2001. Each species induces a leaf gall of unique morphology. Galls of *Dasineura couepiae* are lenticular (Fig. 1), while those of *Lopesia marginalis* are marginal rolls (Fig. 2). This specificity allows that the inducers` presence can be reported based on galls` presence.



Figures 1-2. Leaf galls on *Couepia ovalifolia* (Chrysobalanaceae). 1. Lenticular galls induced by *Dasineura couepiae* (Diptera, Cecidomyiidae), 2. Marginal rolls induced by *Lopesia marginalis* (Diptera, Cecidomyiidae).

Dasineura couepiae and *Lopesia marginalis* are known only from restinga areas of Southeastern Brazil. The geographical distribution of the former includes two states: Espírito Santo (Guarapari) and Rio de Janeiro (Maricá, Araruama, Arraial do Cabo, and Cabo Frio) (Maia, 2001b; Bregonci et al., 2010; Carvalho-Fernandes et al., 2016), while the latter a single state: Rio de Janeiro (Maricá, Arraial, Saquarema, and São João da Barra) (Maia, 2001b; Carvalho-Fernandes et al., 2016). As the geographical distribution of their host plant includes other Brazilian states, probably gall-inducing species can also

occur in these same states. The aim of this paper is to verify new geographical records of *Dasineura couepiae* and *Lopesia marginalis* and contribute to establish their distribution limits.

2 | MATERIALS AND METHODS

Exsiccates of *Couepia ovalifolia* from the Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB) and Museu Nacional/UFRJ (R) herbaria were examined for galls. The total number of exsiccates were counted as well as the number of those with galls. Labels were photographed (Fig. 3) to record collection localities, collection date and voucher number. Galled exsiccates and galls were also photographed as proof material. Previous distribution areas of *Dasineura couepiae* and *Lopesia marginalis* were retrieved from the literature and new geographical records were provided.



Figure 3. Label of one exsiccate from herbarium (R).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

A total of 87 exsiccates of *Couepia ovalifolia* were examined (RB: 62 and R: 25) from five Brazilian states: Amazonas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, and Rio de Janeiro. About 62% of them ($n=54$) sheltered galls (RB: 38 and R: 17). Galls of *Dasineura couepiae* (Fig. 4) were observed in 25 exsiccates, while those of *Lopesia marginalis* (Fig. 5) in 51 exsiccates, revealing the highest frequency of the last (about 59%).



Figures 4-5. Galled exsiccates of *Couepia ovalifolia* (Chrysobalanaceae). 4. Gall of *Dasineura couepiae* (Diptera, Cecidomyiidae), 5. Gall of *Lopesia marginalis* (Diptera, Cecidomyiidae).

In 20 exsiccates, both galls were found on the same leaf, showing the simultaneous presence of *Dasineura couepiae* and *Lopesia marginalis* (Fig. 6). Label data allowed inferences to the period of galls' occurrence. Both were found throughout all months of the year, differing from other galls on other plant species, whose period of occurrence is less extensive (Maia, 2001b). It is very curious to verify that although *Dasineura couepiae* and *Lopesia marginalis* were described in 2001, their galls had already been collected in 1899, date from the oldest galled exsiccate.



Figure 6. Exsiccate of *Couepia ovalifolia* (Chrysobalanaceae) with galls of *Dasineura couepiae* and *Lopesia marginalis* (Diptera, Cecidomyiidae).

Dasineura couepiae is recorded for the first time in two states: Sergipe (Pirambu) and Bahia (Caravelas, Conde, Porto Seguro, and Maraú), and in the two municipalities: São Mateus (Espírito Santo) and Rio de Janeiro (Rio de Janeiro state). *Lopesia marginalis* is recorded for the first time in three states: Sergipe (Pirambu), Bahia (Caravelas and Conde),

and Espírito Santo (Itaguaçu, Linhares, and São Mateus), and in four municipalities: Rio de Janeiro, Cabo Frio, Arraial do Cabo, and Araruama (Rio de Janeiro state). Both gall-inducers were previously restricted to restinga areas, but our results extended their distribution area to Ombrophilous Forest areas.

Our results reinforce the importance of herbaria as a fast, efficient and affordable source of information about the geographic distribution of gall-inducing species.

4 | CONCLUSION

The distribution limits of *Dasineura couepiae* and *Lopesia marginalis* were expanded to Brazil Northeast and to Ombrophilous Forest. Examination of exsiccates from other herbaria can extend their occurrence to other states, where the host plant has been reported, as well as to the Cerrado areas.

Herbaria can be an important and efficient source of information about the geographic distribution of gall-inducing insects.

ACKNOWLEDGMENT

We thank CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) for financial support, and Dr. Rafaela Forzza (RB) and Dr. Ruy José Válka Alves, curators of RB and R, respectively.

REFERENCES

- BREGONCI, J. M.; POLYCARPO. P.V. & MAIA, V.C. Galhas de insetos do Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari, ES, Brasil). **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 265-274, 2010.
- CARVALHO-FERNANDES, S. P.; ASCENDINO, S.; MAIA, V . C. & COURI, M. S. Diversity of insect galls associated with coastal shrub vegetation in Rio de Janeiro, Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 88, n. 3, p. 1407-1418, 2016.
- FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acessed in 19. April.2019
- MAIA, V. C. New genera and species of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) from three restingas of Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Paraná, v. 18, p. 1-32, 2001a. Supl.1
- MAIA, V. C. The gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) from three restingas of Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Paraná, v. 18, n. 2, p.: 583-630, 2001b.

CAPÍTULO 5

REPRESENTATIVIDADE DE ALYCAULINI (CECIDOMYIIDAE, DIPTERA) DA MATA ATLÂNTICA NA COLEÇÃO DE CECIDOMYIIDAE DO MUSEU NACIONAL (MNRJ)

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 20/05/2020

Alene Ramos Rodrigues

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/8190302451836695>
<https://orcid.org/0000-0003-3167-3198>

Valéria Cid Maia

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/3425008572187545>
<https://orcid.org/0000-0001-9396-5618>

RESUMO: Cecidomyiidae (Diptera) são mosquitos conhecidos por a maioria de suas larvas induzir galhas em plantas. São uma família de ampla distribuição geográfica, com cerca de 6.590 espécies divididas em seis subfamílias. Cecidomyiinae inclui todas as espécies galhadoras, muitas delas atingem o nível de praga, causando danos à agricultura. Posicionados dentro desta subfamília, estão os Alycaulini, tribo com 215 espécies descritas em 20 gêneros, ocorrendo somente nas Américas. A maioria das espécies induz galhas simples em caules, pecíolos e nervuras foliares. Este

trabalho tem como objetivos compilar os dados sobre os Alycaulini registrados em Mata Atlântica que se encontram depositados na Coleção de Cecidomyiidae do Museu Nacional (MNRJ), e registrar a representatividade da tribo nesse bioma. Todas as lâminas de microscopia dos Alycaulini depositadas na referida coleção foram analisadas em busca dos representantes registrados em Mata Atlântica e os dados disponíveis foram compilados. Foram encontrados 717 espécimes de Alycaulini provenientes da Argentina e do Brasil na Coleção MNRJ. Os exemplares coletados no Brasil estão distribuídos em 13 estados, principalmente na Região Sudeste. Os Alycaulini obtidos da Mata Atlântica somam 529 exemplares, identificados em diferentes níveis taxonômicos, incluindo material-tipo de três espécies. Esses Alycaulini estão associados a 20 famílias vegetais, destacando-se entre elas as Asteraceae por apresentar maior riqueza de espécies hospedeiras. Das 215 espécies de Alycaulini descritas, doze têm ocorrência na Mata Atlântica, sendo que 46,15% estão representadas na Coleção MNRJ.

PALAVRAS-CHAVE: Inseto galhador, galha, riqueza, Brasil.

REPRESENTATIVENESS OF ALYCAULINI (CECIDOMYIIDAE, DIPTERA) OF ATLANTIC
FOREST IN THE COLLECTION OF CECIDOMYIIDAE OF THE MUSEU NACIONAL
(MNRJ)

ABSTRACT: Cecidomyiidae (Diptera) are midges known for most of their larvae induce galls on plants. They are a family of wide geographical distribution, with about 6.590 species divided into six subfamilies. Cecidomyiinae include all gall-inducing species, many of which reach pest levels, causing damage to agriculture. In this subfamily, the Alycaulini are placed. This tribe has 215 species described in 20 genera, occurring only in the Americas. Most species induce simple galls on stem, petioles and leaf veins. This work aims to compile data on the Alycaulini from the Atlantic Forest that are deposited in the Collection of Cecidomyiidae of Museu Nacional (MNRJ), and to verify their representativeness. All material is mounted on microscope slides. We looked for specimens from the Atlantic Forest and available data were compiled. A total of 717 Alycaulini specimens from Argentina and Brazil were found in the MNRJ Collection. Brazilian specimens were collected in 13 states, mainly in the Southeast Region. Alycaulini from the Atlantic Forest add up to 529 specimens, identified at different taxonomic levels, including material-type from three species. These Alycaulini are associated with 20 plant families. Asteraceae highlighted among them by presenting the greatest richness of host species. From 215 described Alycaulinii species, twelve occur in the Atlantic Forest, being 46,15% represented in the MNRJ Collection.

KEYWORDS: Gall midge, gall, richness, Brazil.

1 | INTRODUÇÃO

A família Cecidomyiidae (Diptera) é composta de mosquitos conhecidos principalmente pelo hábito de induzir galhas ou cecídeas em plantas (crescimentos anormais em tecidos vegetais), dentro das quais a larva se desenvolve, encontrando alimento enriquecido e proteção. Embora a maioria seja galhadora, as larvas dessa família possuem hábitos alimentares variados (Gagné, 1994; Gagné & Jaschhof, 2009). Os Cecidomyiidae, com cerca de 6.590 espécies, têm ampla distribuição geográfica, sendo a sexta família de Diptera em número de espécies descritas (Gagné & Jaschhof, 2017). Cecidomyiidae possui seis subfamílias (Catotrichinae, Cecidomyiinae, Lestremiinae, Micromyiinae, Porricondylinae e Winnertzinae), das quais todas as espécies galhadoras estão incluídas em Cecidomyiinae. Muitas delas atingem o nível de praga, causando grandes prejuízos à agricultura (Fernandes, 1987). Cecidomyiinae é a subfamília mais numerosa, com quatro supertribos (Brachineuridi, Cecidomyiidi, Lasiopteridi e Stomatosematidi).

Os Alycaulini incluem-se dentro dos Lasiopteridi com 215 espécies descritas em 20 gêneros (Gagné & Jaschhof, 2017; Maia et. al, 2017; Urso-Guimarães, 2018). Ocorrem apenas nas Américas, sendo 10 gêneros exclusivamente neotropicais, oito

exclusivamente neárticos, e dois deles, *Meunieriella* Rübsaamen, 1905 e *Neolasioptera* Felt, 1908, têm ocorrência em ambas as regiões. A maioria é monobásica (11), seis são pouco diversificados, e três, *Neolasioptera*, *Meunieriella* e *Calamomyia* Gagné, 1969, incluem um número maior de espécies (135, 22 e 19 espécies, respectivamente) (Gagné & Jaschhof, 2017; Maia et. al, 2017; Urso-Guimarães, 2018). Grande parte induz galhas simples em caules, gavinhas ou pecíolos de várias espécies de plantas. As fêmeas da tribo possuem estruturas esclerotizadas na metade basal do ovipositor e os machos têm apenas a margem posterior do tergito 7 e ocasionalmente do tergito 8 esclerotizada e com cerdas (Gagné, 2010; Gagné & Jaschhof, 2017).

A Coleção de Cecidomyiidae do Museu Nacional (MNRJ) é a maior e a mais importante coleção de referência da família na região Neotropical, com um acervo de 10 mil exemplares em lâminas de microscopia, 1.400 dos quais são tipos de 112 espécies de 46 gêneros (dados obtidos diretamente da coleção, por contagem). Apesar do incêndio que destruiu recentemente o palácio sede do Museu Nacional, essa coleção não foi afetada, por encontrar-se no prédio anexo Alípio de Miranda Ribeiro.

2 | OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivos: compilar os dados sobre os Alycaulini com localidade registrada para o bioma Mata Atlântica, que se encontram depositados na Coleção de Cecidomyiidae do Museu Nacional (MNRJ), e verificar a representatividade da tribo para esse bioma na referida coleção.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

Para conhecer a representatividade dos Alycaulini da Mata Atlântica na Coleção de Cecidomyiidae do MNRJ, todas as lâminas dos representantes dessa tribo foram examinadas e os dados das etiquetas foram compilados, incluindo o nível taxonômico de identificação do exemplar, localidade da coleta, planta hospedeira, órgão vegetal hospedeiro e formato da galha, esse último seguindo a terminologia de Isaias et al., 2013. A ortografia e validade dos nomes botânicos, os domínios fitogeográficos das plantas, sua origem e categoria de vulnerabilidade foram verificados no site Flora do Brasil, 2020. A partir das localidades de coleta, foi estabelecido o bioma de cada espécie de Alycaulini.

Para avaliar a representatividade da tribo na coleção, comparamos o número de espécies registradas no mundo e no Brasil (Gagné & Jaschhof, 2017) de cada gênero encontrado, bem como o número de espécies na Mata Atlântica, com o total daquelas espécies presentes na coleção e provenientes desse bioma.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Alycaulini na Coleção de Cecidomyiidae MNRJ

A coleção MNRJ possui 717 espécimes de Alycaulini, coletados de 1986 a 2019, dos quais 714 exemplares oriundos do Brasil e três exemplares da Argentina. Os exemplares brasileiros são de 13 diferentes estados: AL (4 exemplares), BA (2), ES (52), GO (4), MG (117), MS (22), PA (24), PB (8), PE (7), RJ (298), RS (58), SE (1) e SP (114), representando todos os seis biomas do país (Tabela 1); dezesseis exemplares (2,2%) foram registrados para o estado de Minas Gerais, porém sem maior identificação de localidade, assim não sendo possível determinar o bioma de origem. O predomínio de exemplares do estado do Rio de Janeiro reflete a área de maior atuação dos especialistas no grupo.

Biomas brasileiros	Quantidade de espécimes de Alycaulini na Coleção MNRJ	
Amazônia	24	3,4%
Caatinga	7	1%
Cerrado	79	11,1%
Mata Atlântica	529	74,1%
Pampa	37	5,2%
Pantanal	22	3,1%

Tabela 1. Relação entre a quantidade de espécimes de Alycaulini (Cecidomyiidae, Diptera) depositados na Coleção do MNRJ e os biomas brasileiros onde foram coletados.

O nível de identificação taxonômica é variado, com 137 exemplares em nível de tribo, 311 em gênero e 269 em espécie. Os exemplares não determinados devem-se à necessidade de se observar a morfologia das larvas de terceiro instar, pupas, machos e fêmeas para a identificação específica.

Os espécimes de Alycaulini estão associados a 27 famílias vegetais hospedeiras, porém para 33 exemplares, não há informação da planta hospedeira. Representando as famílias com mais Alycaulini na coleção estão: Asteraceae (170 exemplares / 23,8%), Bignoniaceae (82 / 11,5%) e Smilacaceae (72 / 10,1%).

4.2 Alycaulini na Coleção MNRJ registrados para a Mata Atlântica

Foram encontrados 529 exemplares de Alycaulini com localidade registrada para a Mata Atlântica na Coleção MNRJ, que representa 74% do total de espécimes dessa tribo na referida coleção. As localidades de coleta abrangem sete estados, destacando-se a região Sudeste, com o Rio de Janeiro (301 exemplares / 56,9%), São Paulo (114 / 21,6%), Espírito Santo (52 / 9,8%) e Minas Gerais (26 / 4,9%), seguidos do Rio Grande do Sul (21

/ 4%), Paraíba (8 / 1,5%) e Pernambuco (7 / 1,3%).

Os Alycaulini estão associados a 46 espécies botânicas hospedeiras distribuídas em 20 famílias (Tabela 2), porém para 22 exemplares não foi possível quantificar as espécies hospedeiras, porque as mesmas estão identificadas em nível de gênero e para onze exemplares não há a informação taxonômica da planta.

Família botânica	Planta hospedeira	Origem / Bioma	Local de coleta	Número de exemplares
Família botânica	Espécie hospedeira	Origem / Bioma	Local de coleta	Número de exemplares
Acanthaceae	Não determinada	Nativa / -	ES	7
Apocynaceae	<i>Forsteronia leptocarpa</i>	Endêmica / MA	SP	15
Asteraceae	<i>Baccharis cf dentata</i>	Nativa / CE, MA	RS	3
	<i>Baccharis cf. crispa / Baccharis cf. trimera*</i>	Nativa / CA, CE, MA, PA	RS	3
	<i>Baccharis pseudomyriocephala</i>	Endêmica / MA	MG	22
	<i>Baccharis singularis</i>	Nativa / MA, PA	SP	27
	<i>Chromolaena laevigata</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA, PA	SP	12
	<i>Critonia cf morifolia</i>	Nativa / CE	RJ	1
	<i>Mikania cf biformis</i>	Endêmica (NT) / MA	SP	3
	<i>Mikania cordifolia</i>	Nativa / AM, CE, MA, PA	SP	7
	<i>Mikania glomerata</i>	Nativa / CE, MA	RJ	1
	<i>Mikania hoehnei</i>	Endêmica / MA	RJ	19
	<i>Mikania involucrata</i>	Nativa / MA	RS	12
	<i>Rolandra sp.</i>	Nativa / AM, CA	ES	24
	<i>Vernonanthura discolor / V.discolor*</i>	Nativa / CE, MA	RS	3
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma chamberlainii</i>	Nativa / CA, CE, MA	SP	8
	<i>Fridericia conjugata</i>	Nativa / AM, CE, MA, PN	RJ	21
	<i>Fridericia rego</i>	Endêmica / MA	RJ	28
	<i>Lundia sp.</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	13
	<i>Mansoa sp.</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA, PN	RJ	1
Cactaceae	<i>Hylocereus setaceus / Selenicerus setaceus*</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	26
Convolvulaceae	Não determinada	Nativa / -	RJ	10
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i>	Endêmica / CA, CE, MA	RJ	7
	<i>Inga laurina</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	10
	<i>Inga maritima</i>	Endêmica (VU) / MA	RJ	3
	<i>Inga sp.</i>	Nativa / -	ES	3
Gesneriaceae	<i>Codonanthe gracilis</i>	Endêmica (LC) / MA	SP	3
Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i>	Nativa / CA, CE, MA	SP	5
Lythraceae	<i>Cuphea sp.</i>	Nativa / -	RJ	5
Melastomataceae	Não determinada	Nativa / -	RJ	7
	<i>Tibouchina sp.</i>	Nativa / -	RJ	2
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA	ES	3
	<i>Guarea macrophylla</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA	SP	2
	<i>Guarea sp.</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA	ES	4
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	Nativa / CE, MA, PA	RJ	50
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i>	Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	1
Olacaceae	Não determinada	Nativa / -	RJ	2
Orchidaceae	<i>Rodriguezia obtusifolia</i>	Endêmica (NT) / MA	SP	9
Rubiaceae	<i>Pagamea sp.</i>	Nativa / -	MG	4

	<i>Palicourea hoffmannseggiana</i> / <i>Psychotria hoffmannseggiana</i> *	Nativa / AM, CA, CE, MA, PA, PN	SP	2
	<i>Psychotria vellosiana</i>	Nativa / CA, CE, MA	ES	1
	<i>Borreria verticillata</i> / <i>Spermacoce verticillata</i> *	Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	6
Sapindaceae	<i>Paulinia</i> sp.	Nativa / -	SP	21
Smilacaceae	<i>Smilax rufescens</i>	Endêmica / AM, CE, MA	RJ	60
Verbenaceae	<i>Avicennia</i> sp.	Nativa / -	PB, PE	15
	Lantana sp.	Nativa / -	RJ	5

Tabela 2. Relação das famílias de planta e espécies hospedeiras dos Alycaulini da Coleção MNRJ, incluindo a origem e os biomas de ocorrência de cada espécie de planta, o local de coleta (estado) e número de exemplares. AM – Amazônia, CA – Caatinga, CE – Cerrado, MA – Mata Atlântica, PA – Pampa, PN – Pantanal. Categorias de risco de extinção: LC – menos preocupante, NT – quase ameaçada, VU – vulnerável. Os nomes assinalados com asterisco representam sinônimos encontrados nas etiquetas.

As Asteraceae se destacaram por apresentar maior número de espécies hospedeiras (treze), enquanto as demais apresentam cinco ou menos espécies cada uma (Tabela 2). A maioria das espécies botânicas é nativa, sendo dez espécies endêmicas da Mata Atlântica. Segundo as categorias de risco de extinção, seis dessas espécies endêmicas ainda não foram avaliadas (NE), porém *Codonanthe gracilis* (Mart.) Hanst. está categorizada como em risco menos preocupante (LC), *Mikania biformis* DC. e *Rodriguezia obtusifolia* (Lindl.) Rchb.f. estão como espécies quase ameaçadas (NT), e *Inga maritima* Benth. está como espécie vulnerável (VU). O conhecimento da fauna associada às plantas endêmicas é muito importante, devido à alta especificidade dos Cecidomyiidae em relação ao hospedeiro e ao fato de serem pragas em potencial.

4.2.1 Alycaulini identificados em nível de gênero

Os Alycaulini identificados em nível genérico incluem 416 espécimes (78,6%) distribuídos em cinco gêneros: *Alycaulus* Rübsaamen, 1915 (26 exemplares), *Baccharomyia* Tavares, 1917 (15), *Meunieriella* Kieffer, 1909 (30), *Neolasioptera* Felt, 1908 (285) e *Smilasioptera* Möhn, 1975 (60), associados a 18 famílias e 41 espécies de plantas hospedeiras (Tabela 3), porém para 20 exemplares não foi possível a confirmação da espécie hospedeira, com os dados disponíveis nas etiquetas, e cinco exemplares não apresentam dados taxonômicos da planta hospedeira.

Gênero de Alycaulini e no. exemplares	Família botânica	Planta hospederia	Local de coleta	Número de exemplares
<i>Alycaulus</i> Rübsaamen, 1915 / n=26	Asteraceae	<i>Mikania cf biformis</i> / Endêmica (NT) / MA <i>Mikania glomerata</i> / Nativa / CE, MA	SP RJ	3 1

		<i>Mikania hoehnei</i> / Endêmica / MA	RJ	16
<i>Baccharomyia</i> Tavares, 1917 / n=15	Asteraceae	<i>Baccharis pseudomirycephala</i> / Endêmica / MA	MG	15
<i>Meunieriella</i> Kieffer, 1909 / n=30	Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i> / Endêmica / CA, CE, MA	RJ	7
		<i>Inga laurina</i> / Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	7
		<i>Inga</i> sp. / Nativa / -	ES	1
	Verbenaceae	<i>Avicennia</i> sp. / Nativa / -	PB, PE	15
<i>Neolasioptera</i> Felt, 1908 / n= 285	Acanthaceae	Não determinada	ES	7
	Apocynaceae	<i>Forsteronia leptocarpa</i> / Endêmica / MA	SP	15
	Asteraceae	<i>Baccharis cf dentata</i> / Nativa / CE, MA <i>Baccharis singularis</i> / Nativa / MA, PA	RS	3
		<i>Chromolaena laevigata</i> / Nativa / AM, CA, CE, MA, PA	SP	12
		<i>Critonia cf morifolia</i> / Nativa / CE	RJ	1
		<i>Mikania cordifolia</i> / Nativa / AM, CE, MA, PA	SP	7
		<i>Rolandra</i> sp. / Nativa / AM, CA	ES	24
	Bignoniaceae	<i>Anemopaegma chamberlainii</i> / Nativa / CA, CE, MA	SP	8
		<i>Fridericia conjugata</i> / Nativa / AM, CE, MA, PN	RJ	21
		<i>Lundia</i> sp. / Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	13
		<i>Mansoa</i> sp. / Nativa / AM, CA, CE, MA, PN	RJ	1
	Cactaceae	<i>Hylocereus setaceus</i> / <i>Selenicerus setaceus</i> * / Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	26
	Fabaceae	<i>Inga laurina</i> / Nativa / AM, CA, CE, MA <i>Inga maritima</i> / Endêmica (VU) / MA	RJ	3
		<i>Inga</i> sp. / Nativa / -	ES	2
	Gesneriaceae	<i>Codonanthe gracilis</i> / Endêmica (LC) / MA	SP	3
	Lauraceae	<i>Nectandra oppositifolia</i> / Nativa / CA, CE, MA	SP	5
	Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp. / Nativa / -	RJ	5
	Melastomataceae	<i>Tibouchina</i> sp. / Nativa / -	RJ	2
	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> / Nativa / AM, CA, CE, MA	ES	3
		<i>Guarea macrophylla</i> / Nativa / AM, CA, CE, MA	SP	2
		<i>Guarea</i> sp. / Nativa / AM, CA, CE, MA	ES	4
	Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> / Nativa / CE, MA, PA	RJ	50
	Olacaceae	Não determinada	RJ	2
	Orchidaceae	<i>Rodriguezia obtusifolia</i> / Endêmica (NT) / MA	SP	9
	Rubiaceae	<i>Pagamea</i> sp. / Nativa / -	MG	4

		<i>Palicourea hoffmannseggiana</i> / <i>Psychotria hoffmannseggiana</i> * / Nativa / AM, CA, CE, MA, PA, PN	SP	2
		<i>Psychotria vellosiana</i> / Nativa / CA, CE, MA	ES	1
		<i>Borreria verticillata</i> / <i>Spermacoce verticillata</i> * / Nativa / AM, CA, CE, MA	RJ	6
	Sapindaceae	<i>Paulinia</i> sp. / Nativa / -	SP	21
	Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp. / Nativa / -	RJ	5
<i>Smilasioptera</i> Möhn, 1975 / n=60	Smilacaceae	<i>Smilax rufescens</i> / Endêmica / AM, CE, MA	RJ	60

Tabela 3. Relação dos Alycaulini identificados em gênero da Coleção MNRJ, número de exemplares e informações da planta hospedeira (família, gênero, origem e o bioma de ocorrência). AM – Amazônia, CA – Caatinga, CE – Cerrado, MA – Mata Atlântica, PA – Pampa, PN – Pantanal. Categorias de risco de extinção: LC – menos preocupante, NT – quase ameaçada, VU – vulnerável. Os nomes assinalados com asterisco são sinônimos encontrados nas etiquetas.

A família de planta com maior riqueza de representantes e maior abundância de exemplares foi Asteraceae, com cinco gêneros em dez espécies e 83 exemplares de Alycaulini (Tabela 3).

4.2.2 Alycaulini identificados em nível específico

Seis espécies de Alycaulini estão identificadas: *Alycaulus globulus* Gagné, 2001 (4 exemplares), *Baccharomyia magna* Maia, 2012 (15), *Neolasioptera cerei* Rübsaamen, 1905 (26), *N. cupheae* Gagné, 1998 (5), *N. eugeniae* Maia, 1993 (50) e *Smilasioptera candelariae* Möhn, 1975 (60), com destaque para o gênero *Neolasioptera*, representado por três espécies (81 exemplares), enquanto os outros gêneros apresentaram uma única espécie cada (Tabela 4). O material-tipo de três espécies encontra-se depositado na coleção MNRJ: *B. magna*, *N. cupheae* e *N. eugeniae*, (3 holótipos e 34 parátipos).

Cinco espécies de Alycaulini estão associadas a uma única espécie de planta cada uma, porém *A. globulus* é a única espécie registrada em duas espécies vegetais, totalizando sete espécies hospedeiras em cinco famílias botânicas: Asteraceae (3 spp.), Cactaceae, Lythraceae, Myrtaceae e Smilacaceae. Essas espécies induzem galhas somente em caules (3 spp.) e folhas (3 spp.), a maioria forma espessamentos fusiformes do caule (3) e nervuras (1) (Tabela 4).

Espécies de Alycaulini / no. De exemplares	Local de coleta	Espécie de planta hospedeira	Órgão	Forma da galha
<i>Alycaulus globulus</i> Gagné, 2001 / n=4	RJ, SP	<i>Mikania glomerata</i> e <i>Mikania cf biformis</i> ** (NT) (Asteraceae)	Folha (nervura)	fusiforme
<i>Baccharomyia magna</i> Maia, 2012* / n=15	MG	<i>Baccharis pseudomyriocephala</i> ** (Asteraceae)	Caule	fusiforme
<i>Neolasioptera cerei</i> Möhn, 1964 / n=26	RJ	<i>Hylocereus setaceus</i> = <i>Selenicerus setaceus</i> (Cactaceae)	Caule	fusiforme
<i>Neolasioptera cupheae</i> Gagné, 1998* / n=5	RJ	<i>Cuphea</i> sp. (Lythraceae)	Caule	fusiforme
<i>Neolasioptera eugeniae</i> Maia, 1993* / n=50	RJ	<i>Eugenia uniflora</i> (Myrtaceae)	Folha	lenticular (=parenquimática)
<i>Smilasioptera candelariae</i> Möhn, 1975 / n=60	RJ	<i>Smilax rufescens</i> ** (Smilacaceae)	Folha	lenticular (=parenquimática)

Tabela 4. Dados das espécies de Alycaulini da Coleção de Cecidomyiidae do MNRJ. *material-tipo depositado na coleção. **espécie vegetal endêmica do Brasil. NT – categoria de risco de extinção para espécie quase ameaçada. Segundo Isaias et al., 2013, a forma “parenquimática” foi denominada “lenticular”.

Os exemplares das espécies determinadas foram coletados no Brasil em três estados: RJ (5 spp.), MG e SP (1 sp. cada). Apenas *Alycaulus globulus* foi coletado em dois estados (RJ e SP).

Gêneros com espécies identificadas	Número de espécies do gênero no mundo/no Brasil/na Mata Atlântica	Número de espécies na coleção MNRJ	
		Em outros biomas	Na Mata Atlântica
<i>Alycaulus</i>	3/2/1	-	1
<i>Baccharomyia</i>	5/2/2	-	1
<i>Couridiplosis</i>	1/1/1	1	-
<i>Meunieriella</i>	21/3/3	1	-
<i>Neolasioptera</i>	134/7/5	3	3
<i>Smilasioptera</i>	1/1/1	-	1
Total	165/16/13	5	6

Tabela 5. Dados comparativos dos gêneros de Alycaulini com espécies identificadas na Coleção de Cecidomyiidae do MNRJ, indicando o número de espécies no mundo e no Brasil (Gagné & Jaschhof, 2017), na Mata Atlântica e quantas das espécies desse bioma estão representadas na coleção (presente estudo).

Podemos verificar que a Coleção de Cecidomyiidae do MNRJ é representativa do Brasil e da Mata Atlântica, uma vez que inclui 68,75% dos Alycaulini registrados no país e 46,15% daqueles com registro na Mata Atlântica (Tabela 5).

5 | CONCLUSÃO

Na coleção de Cecidomyiidae do MNRJ, está depositada grande quantidade de espécimes de Alycaulini, coletados principalmente no Brasil. A maioria dos exemplares não está identificada em espécie, indicando a necessidade da obtenção de mais espécimes

para possibilitar a sua identificação. *Neolasioptera* é o gênero melhor representado na coleção pela quantidade de indivíduos e de espécies identificadas. A região sudeste do Brasil aparece com a maior amostragem dos Alycaulini da coleção. Nota-se que não existe uma preferência das espécies galhadoras identificadas por uma família de planta hospedeira.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro (Processo: 145600/2018-1).

REFERÊNCIAS

- Fernandes, G. W. 1987. **Gall forming insects: their economic importance and control**. Revista Brasileira de Entomologia, 31(3): 379-398.
- Flora do Brasil. 2020 (em construção). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB105425> (23/03/2019).
- Gagné, R. J. 1994. **The Gall Midges of the Neotropical Region**. Ithaca, Cornell University, Press, 352p.
- Gagné, R. J. 2010. **Update for a catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the world**. Digital version 1. Disponível em: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12754100/Gagne_2010_World_Catalog_Cecidomyiidae.pdf (10/2012).
- Gagné, R. J. & Jaschhof, M. 2009. **Cecidomyiidae (gall midges)**. In: Brown, B. V. et. al 2009. **Manual of Central American Diptera**: Volume 1, NRC Research Press, Ottawaa, Ontario, Canadá, 293-314.
- Gagné, R. J. & Jaschhof M., 2017. **A Catalog of the Cecidomyiidae (Diptera) of the World**. Fourth Edition, Digital, 762 pp.
- Isaias, R. M. S.; Carneiro, R. G. S.; Oliveira, D. C. & Santos, J. C. 2013. **Illustrated and annotated checklist of Brazilian gall morphotypes**. Neotropical Entomology, 42: 230–239.
- Maia, V. C.; Catian, G. & Leme, F. M. 2017. ***Neolasioptera pantaneira*, a new species of Cecidomyiidae (Diptera) associated with *Aeschynomene denticulata* (Fabaceae) from Brazil**. Brazilian Journal of Biology, 77(1): 170-175.
- Urso-Guimarães, M. V. 2018. **Two new species of the tribe Alycaulini (Diptera: Cecidomyiidae) from Brazil**. Florida Entomologist, 101(4): 603-611. Downloaded from: <https://bioone.org/journals/Florida-Entomologist> (19/03/2019).

CAPÍTULO 6

USO DE BARCODING DNA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTÁGIOS IMATUROS DE DÍPTEROS DE IMPORTÂNCIA FORENSE

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Beatriz Rosa de Oliveira

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/0576644119211346>

Carina Elisei de Oliveira

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/6860200290700215>

Geiza Thaiz Dominguez Monje

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/3616443357694892>

Daniela Lopes da Cunha

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/0317403015707143>

Rafael Rodrigues de Oliveira

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/7856999750514465>

Keren Rappuk Martins Shirano

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – MS

<http://lattes.cnpq.br/4828291693054203>

RESUMO: A Entomologia Forense emprega o uso de insetos encontrados em cadáveres em investigações criminais. Entretanto, a identificação exata dos espécimes é essencial, mas muito difícil de ser efetuada em estágios imaturos. A utilização do DNA *barcoding* para identificação desses indivíduos torna-se de grande aplicabilidade, a fim de identificar dípteros de interesse forense como os da família Calliphoridae. Com a execução do presente trabalho objetivou-se identificar estágios imaturos de dípteros de importância forense da família Calliphoridae, utilizando a ferramenta *Barcode* DNA. Para isso, foram utilizadas larvas (estágios 1º, 2º, 3º), obtidas em carcaças de *Sus scrofa* em decomposição e identificadas morfológicamente para separação de espécimes da família Calliphoridae. As larvas foram submetidas à extração de DNA com protocolo pré-estabelecido. O produto da extração de DNA foi analisado por eletroforese; (quanto a qualidade e quantidade). As amostras de DNA consideradas de boa qualidade foram submetidas à PCR para a amplificação da região do gene citocromo oxidase I (COI) e avaliadas por eletroforese. As amostras amplificadas foram preparadas e enviadas para sequenciamento e os sequenciados obtidos foram confrontados com o banco de dados BLAST N (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>).

[ncbi.nlm.nih.gov/](https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/)) para determinação das espécies de larvas. Na identificação morfológica foram identificadas duas espécies predominantes, com as mesmas foi possível obter sucesso na padronização da amplificação do COI. A comparação do produto de sequenciamento resultou na identificação das espécies *Chrysomya albiceps* e *Hemilucilia segmentaria*, ambas com identidade de 100% com as sequências depositadas no banco de dados com os seguintes acessos KX161558.1 e JQ246667.1, respectivamente. As espécies identificadas são estão de acordo com o esperado, pois são as espécies mais encontradas em processo de decomposição de cadáveres. Sendo assim, o DNA Barcoding pode ser aplicado na identificação de estágios imaturos e fragmentos de insetos coletados junto às investigações criminais.

PALAVRAS-CHAVE: Calliphoridae, citocromo oxidase I, Entomologia Forense.

USE OF BARCODING DNA TO IDENTIFY DIPTERS OF FORENSIC IMPORTANCE IMMATURE STAGES OF

ABSTRACT: Forensic Entomology employs the use of insects found on corpses in criminal investigations. However, accurate identification of specimens is essential, but very difficult to perform in immature stages. The use of DNA barcoding to identify these individuals is highly applicable in order to identify diptera of forensic interest such as those of the family Calliphoridae. With the execution of this work, the objective was to identify immature stages of diptera of forensic importance of the Calliphoridae family, using the Barcoding DNA tool. For this, larvae (stages 1, 2, 3) were used, obtained in decaying *Sus scrofa* carcasses and morphologically identified for the separation of specimens of the Calliphoridae family. The larvae were submitted to DNA extraction with a pre-established protocol. The product of DNA extraction was analyzed by electrophoresis; (regarding quality and quantity). DNA samples considered to be of good quality were submitted to PCR to amplify the region of the cytochrome oxidase I (COI) gene and evaluated by electrophoresis. The amplified samples were prepared and sent for sequencing and those obtained were compared with the BLAST N database (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>) to determine the larvae species. In the morphological identification, two predominant species were identified, with which it was possible to obtain success in the standardization of the amplification of the COI. The comparison of the sequencing product resulted in the identification of the species *Chrysomya albiceps* and *Hemilucilia segmentaria*, both with 100% identity with the sequences deposited in the database with the following accessions KX161558.1 and JQ246667.1, respectively. The identified species are in accordance with the expected, as they are the most found species in the process of decomposition of corpses. Thus, DNA Barcoding can be applied to identify immature stages and fragments of insects collected from criminal investigations.

KEYWORDS: Calliphoridae, cytochrome oxidase I, Forensic Entomology.

1 | INTRODUÇÃO

Os insetos são representantes de um dos maiores e mais diversificados grupos de animais. Como consequência dessa grande biodiversidade, os humanos possuem um relacionamento constante com diversos grupos de insetos, com alguns deles apresentando importância aplicada. Na Entomologia Forense, por exemplo, os dados biológicos e ecológicos dos insetos são utilizados para solucionar questões judiciais no âmbito cível e criminal (PEREIRA, 2016).

Essa área apresenta muita importância na Medicina Legal, auxiliando na investigação do uso de entorpecentes, maus tratos e abandono a incapazes, e principalmente em casos de mortes violentas onde auxiliam na identificação do intervalo pós-morte (IPM), tendo em vista que os insetos, atraídos pelos odores da decomposição, são os primeiros a colonizarem o cadáver. Os dípteros das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae se destacam, com grande importância na entomologia forense (PEREIRA, 2016), pois a ação de adultos e imaturos estimula a putrefação e a desintegração da carcaça (OLIVEIRA-COSTA 2008).

A identificação correta da espécie, como também o estágio larval da mesma, viabiliza a estimativa do intervalo pós-morte com um alto grau de proximidade, especialmente em cadáveres em condição de decomposição elevada (WELLS & LAMOTTE, 2001). No entanto, os espécimes apresentam grande similaridade morfológica e comportamental nos estágios larvais, em alguns não é possível empregar o uso da identificação morfológica a partir das estruturas externas por estarem em estágio imaturo (PEREIRA, 2016).

Uma alternativa para solucionar este problema é a adesão da prática de Biologia Molecular, a qual consiste do uso de marcadores moleculares que amplificam regiões específicas do DNA (PEREIRA, 2016). Para tal, tem-se utilizado o DNA mitocondrial (DNAm) (KOSMANN, 2009). Através destes marcadores as espécies podem ser rapidamente identificadas em qualquer estágio do desenvolvimento, reduzindo o tempo despendido na identificação e auxiliando na agilidade das investigações criminais (PEREIRA, 2016).

Apesar da sua relevância reconhecida desde o século XIX na Europa, apenas nos últimos anos tem sido utilizada cientificamente à prática de insetos em investigações (CRUZ, 2006; VASCONCELOS, 2006, BENECKE, 2001). Com a tecnologia avançada nos dias atuais, a Entomologia passou a ser uma ferramenta de grande auxílio e importância em investigações criminais, através de técnica especializada e equipamentos científicos de precisão, foi possível oferecer dados para apontar vestígios de um crime e um suposto criminoso (PARADELA; FIGUEIREDO; GREDI, 2007). Portanto, o objetivo deste trabalho é identificar por meio do uso de *Barcode* DNA estágios imaturos de dípteros de importância forense de larvas de dípteros necrofágicas, por meio da padronização de um método de PCR/COI para as larvas necrófagas da família Calliphoridae.

2 | METODOLOGIA

Material utilizado nas análises moleculares

As larvas foram obtidas na região do Instituto Salesiano São Vicente, Lagoa da Cruz, 23°00' S e 54° 36' 00' W, no município de Campo Grande, MS. As larvas foram obtidas carcaças de suínos *Sus scrofa* expostas para colonização por dípteros, coletando-se diariamente as larvas eclodidas e conservando-as em tubos contendo álcool 70%. As larvas foram identificadas em laboratório utilizando-se guias específicos (OLIVEIRA-COSTA, 2013) para a separação de larvas de Calliphoridae para as análises moleculares.

Extração de DNA

Para a extração de DNA foi utilizado o protocolo de Sambrook et al. (1989). Em um tubo de eppendorf (2 ml) contendo em média 104 mg de larvas, equivalente a três larvas em cada tubo, as quais são maceradas com auxílio de bastão de vidro em 500 µL de PBS 1x (137 mM NaCl, 10 mM Na₂HPO₄, 2.7 mM KCl, 2 mM KH₂PO₄ pH 7,4). Em seguida foi acrescentado proteinase K (20 mg/ml) e homogeneizada em vortex e incubada em banho-maria à 55°C por 30 minutos, após o período acrescentou 250 µL de Dodecil Sulfato de Sódio-SDS (20%), novamente homogeneizada e incubada por mais 60 minutos em banho-maria à 65°. Após o banho maria adiciona-se 600 µL de Fenol-Clorofórmio, homogeneizado, e adicionado 400 µL de solução de Precipitação Proteica (3M C₂H₃KO₂, 2MCH₃COOH) e novamente homogeneizada. Em seguida das amostras são centrifugadas a 4°C, na velocidade de 14000xg por 10 minutos, o sobrenadante foi coletado e colocado em outro tubo eppendorf, e acrescido ao sobrenadante 1 ml de Etanol Absoluto, homogeneizado, e as amostras foram armazenadas por 24 horas a -20°C. Após o tempo as amostras foram centrifugadas a velocidade máxima 14000xg por 5 minutos. O sobrenadante foi descartado e adicionado 1 ml de Etanol a 70% ao sedimento formado. O sedimento foi seco em temperatura ambiente e acrescentado de 50 µL a 100 µL de água ultrapura, seguindo para o banho-maria 65°C por 5 minutos e em seguida armazenado.

O DNA extraído foi quantificado em espectrofotômetro UV (BioDrop-µLITE), sendo utilizado 1µL de água ultrapura como o branco e também para limpar os resíduos entre uma amostra e outra, para avaliar a quantidade nota-se a razão entre A260/230 e A260/280.

PCR (Reação em cadeia de polimerase)

As amostras com boa qualidade foram diluídas na concentração de 100 ng/µL seguindo para a PCR com os primers CIJ1632 (5'-TGATCAAATTATAAT- 3') e CIN2191 (5' - GGTAAAATTAAAATATAAACTTC- 3') (ECHEVERRÍA-FONSECA et al., 2015), sendo realizada variações nas quantidades de reagentes para a amplificação. As reações foram

preparadas em volume total de 50 μ L, sendo, 5 μ L de Tampão 10X, 3 μ L de MgCl₂ (50mM), 1 μ L de dNTP's (10mM), 1 μ L de primers forward e reverse (10 moles), 1,3 μ L de Taq polimerase (5U/ μ L), 1,5 ng/ μ L de DNA diluído a 100 ng/ μ L e 36,2 μ L de água ultrapura. A termociclagem foi de 95°C por 3 minutos, seguido de 35 ciclos de 95°C por 30 segundos, 41°C por 45 segundos e 72°C por 1 minuto e 72°C por 7 minutos.

Gel Eletroforese

Para a observação da eficiência da extração de DNA e amplificação dos produtos de PCR, as amostras foram submetidas à eletroforese em gel de agarose a 1,5%, utilizando tampão TBE 0,5%, com a voltagem de 100V. Após a migração do gel foi corado com Brometo de Etídio (0,5 μ g ml⁻¹) por 10 minutos e descorado em água destilada por 10 minutos, sendo posteriormente observado em fotodocumentado sob luz ultravioleta para visualização do DNA.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extração do DNA genômico das larvas selecionadas foi realizada de forma eficiente, com concentrações variando de 919,1 ng/ μ a 1863,6 ng/ μ . O DNA obtido pode ser empregado na amplificação da região de DNA mitocondrial, empregada na identificação das espécies através da prática de DNA *barcoding* (HEBERT *et al.*, 2003).

Foram amplificadas amostras de larvas de duas espécies morfologicamente distintas, apresentaram aproximadamente 450 pares de bases (pb) referente ao de gene COI realizado, as quais foram enviadas para sequenciamento genético na empresa ACTGene Analises Moleculares LTDA (Rio Grande do Sul, Brasil), com os oligonucleotídeos iniciadores utilizados na PCR. Após sequenciamento, os produtos foram confrontados com o banco de dados BLASTN (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>), observando-se 100% de correspondência de uma das amostras com espécie *Chrysomya albiceps* (KX161558.1) e 100% de identidade de outra amostra com *Hemilucilia segmentaria* (JQ246667.1). É importante ressaltar que em ambas as amostras não foram observados gaps entre as sequências obtidas e as sequências consultadas.



Figura 1. (A) *Chrysomya albiceps*, larva de 3º Instar, possui 12 segmentos com presença de tubérculos, placa espiracular em leve depressão, com presença de 14 tubérculos. (B) *Hemilucilia segmentaria*, larva de 3º instar possui 12 segmentos, último segmento apresentando seis pares de tubérculos, um par de espiráculos com peritremma bem pigmentado e incompleto.

O DNAmt é exclusivamente de origem materna e apresenta várias vantagens com relação ao DNAnuclear, envolvendo: evolução acelerada, pouca exposição à recombinação, um grande número de cópias (GOU *et al.*, 2012). As características citadas do DNAmt, são significativas para aplicação da técnica de Reação em cadeia da polimerase (PCR) com o intuito de amplificar a sequência de DNA a ser observada (BLAGOEV *et al.*, 2016), dessa forma essa região tem sido utilizada como DNA *barcoding* ou seja, o código de barras que auxilia a identificação das espécies.

Nelson *et al.* (2007) evidenciam que o *DNA barcoding* determina com sucesso as nove espécies do gênero *Chrysomya* que são encontradas na Austrália. O gênero *Chrysomya* é originário do Velho Mundo e foi introduzido no Novo Mundo no meio da década de 70 e instaurou-se em toda América do Sul e Central, e chegou ao Sul dos Estados Unidos. Devido à sua grande dimensão econômica como causadores de miíases, o gênero possui uma taxonomia bem determinada.

O DNA barcoding tem como ideia inicial que toda espécie deve exibir um “código de barras” único e que a variação interespecífica é bem maior que a intraespecífica (HEBERT *et al.*, 2003). Sua sequência é extremamente curta se comparada ao genoma inteiro e pode ser adquirida de uma maneira moderadamente rápida e barata. A padronização de técnicas em geral diminui custos e aumenta a confiabilidade, resulta em maior difusão e uso (STOECKLE *et al.*, 2005). Diferentes estudos expressaram a eficiência dessa sequência na identificação de mais de 95% das espécies animais (HERBET *et al.*, 2009).

Na prática forense, as diversas técnicas utilizadas pela Biologia Molecular são

capazes de identificar os exemplares em nível específico de forma ativa e confiável por meio de protocolos padrões, sem que se necessite de um profundo conhecimento de Taxonomia por parte dos peritos criminais, e podem ser empregados em qualquer estágio de desenvolvimento e condição de preservação desses insetos (OLIVEIRA-COSTA *et al.*, 2007), por isso cada vez mais tem-se estudado técnicas moleculares que possam ser aplicadas a identificação de espécies de importância forense. Há alguns anos, a tecnologia do DNA *barcoding* vem sendo amplamente aplicada na identificação de espécies, pois foi evidenciado que em vários grupos, incluindo insetos, a variabilidade interespecífica em sequências de DNA de alguns genes é superior à intraespecífica e acabou por proporcionar uma chance de usar sequências de DNA com o objetivo de identificar espécies (ARCHANA *et al.*, 2016; BLAGOEV *et al.*, 2016; LI *et al.*, 2016).

As chaves morfológicas costumam ser eficazes somente para alguns estágios do ciclo de vida ou para apenas um dos sexos (HEBERT *et al.*, 2003; HERBERT *et al.*, 2004; VALENTINI *et al.*, 2008; YASSIN *et al.*, 2008). As chaves dicotômicas normalmente envolvem um alto nível de especialização e entendimento para a adequada aplicação, o que intensifica a frequência de erros associados a essas identificações. As limitações citadas acima transformam o uso da tecnologia do DNA *barcoding* uma excelente ferramenta para solucionar o problema da identificação de espécies no momento em que seus caracteres morfológicos demonstrarem alguma limitação (VALENTINI *et al.*, 2008).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego da metodologia de DNA *barcoding* pode ser considerada uma grande oportunidade no auxílio da identificação dos imaturos e fragmentos de insetos coletados junto às investigações criminais. Contudo, seu uso deve ser limitado a grupos bem revisados e com taxonomia bem definida, levando em consideração que o erro na identificação pode levar à obstrução da justiça.

REFERÊNCIAS

- BENECKE, Mark; LESSIG, Rüdiger. Child neglect and forensic entomology. **Forensic Science International**, v. 120, n. 1-2, p. 155-159, 2001.
- BYRD, Jason H.; TOMBERLIN, Jeffery K. (Ed.). **Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations**. CRC press, 2019.
- CAMPOBASSO, Carlo P. et al. Drug analysis in blowfly larvae and in human tissues: a comparative study. **International journal of legal medicine**, v. 118, n. 4, p. 210-214, 2004.
- CRUZ, Tadeu Moraes; VASCONCELOS, Simão Dias. Entomofauna de solo associada à decomposição de carcaça de suíno em um fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. **Biociências**, v. 14, n. 2, p. 193-201, 2006.

ECHEVERRÍA-FONSECA, Gustavo et al. A new DNA extraction protocol for screwworm fly *Cochliomyia* species (Diptera: Calliphoridae). **Frontiers in Environmental Science**, v. 2, p. 68, 2015.

HEBERT, Paul DN et al. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 270, n. 1512, p. 313-321, 2003.

HEBERT, Paul DN et al. Biological identifications through DNA barcodes. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 270, n. 1512, p. 313-321, 2003.

HEBERT, Paul DN; RATNASINGHAM, Sujeevan; DE WAARD, Jeremy R. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 270, n. suppl_1, p. S96-S99, 2003.

HEBERT, Paul DN et al. Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 41, p. 14812-14817, 2004.

KOSMANN, Cecília et al. Chrysomya albiceps (Wiedemann) and Hemilucilia segmentaria (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) used to estimate the postmortem interval in a forensic case in Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 55, n. 4, p. 621-623, 2011.

LUZ, José Roberto Pujol; ARANTES, Luciano Chaves; CONSTANTINO, Reginaldo. Cem anos da entomologia forense no Brasil (1908-2008). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 52, n. 4, 2009.

NELSON, L. A.; WALLMAN, J. F.; DOWTON, M. Using COI barcodes to identify forensically and medically important blowflies. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 21, n. 1, p. 44-52, 2007.

OLIVEIRA-COSTA, Janyra. A Entomologia forense e suas aplicações. **J. Oliveira-Costa. Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios. 2ª ed. Campinas: Millennium. xxii**, p. 39-50, 2007.

OLIVEIRA-COSTA, J. Entomologia Forense - quando os insetos são vestígios. 2ed. **Millennium Editora**. 2007.

OLIVEIRA-COSTA, J. Insetos "Peritos"- A Entomologia Forense no Brasil. 1ed. **Millennium Editora**. 2013.

OLIVEIRA-COSTA, J. Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios. São Paulo. **Millennium, 257p**, 2003.

OLIVEIRA-COSTA, J.; LOPES, S. M. A relevância da entomologia forense para a perícia criminal na elucidação de um caso de suicídio. **Entomología y Vectores**, v. 7, n. 2, p. 203-209, 2000.

PARADELA, Eduardo Ribeiro; FIGUEIREDO, André Luís dos Santos; GREDI, Rodrigo. Entomologia forense: insetos aliados da lei. **Jus Navigandi, Teresina, ano**, v. 12, 2007.

PEREIRA, Bárbara Natieli Silva. **Caracterização molecular de dípteros imaturos com interesse forense**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SAMBROOK, J.; FRITSCH, E. F.; MANIATIS, T. **Molecular cloning: a laboratory manual**. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, ed. 2, 1989.

SOLÉ-CAVA, Antonio M.; WÖRHEIDE, Gert. The perils and merits (or the Good, the Bad and the Ugly) of DNA barcoding of sponges—a controversial discussion. **Museu Nacional Serie Livros**, p. 603-612, 2007.

STOECKLE, M.; P.E. WAGGONER & J.H. AUSUBEL. 2005. Barcoding Life, illustrated, Goals, Rationale, Results. Ppt v.1.3. Disponível em: <<http://phe.rockefeller.edu/PDF FILES/BLIllustrated26jan04print%20v1-3.pdf>>. Acesso em: 15/08/2019.

VALENTINI, Alice; POMPANON, François; TABERLET, Pierre. DNA barcoding for ecologists. **Trends in ecology & evolution**, v. 24, n. 2, p. 110-117, 2009.

WELLS, Jeffrey D. et al. Human and insect mitochondrial DNA analysis from maggots. **Journal of Forensic Science**, v. 46, n. 3, p. 685-687, 2001.

YASSIN, Amir et al. DNA barcode discovers two cryptic species and two geographical radiations in the invasive drosophilid *Zaprionus indianus*. **Molecular Ecology Resources**, v. 8, n. 3, p. 491-501, 2008.

CAPÍTULO 7

LEVEDURAS DO TRATO DIGESTÓRIO DE *Anopheles darlingi* COMO ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PARATRANSGÊNESE PARA O CONTROLE DA MALÁRIA

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Andrelisse Arruda
Fundação Oswaldo Cruz,
Porto Velho – Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/2905360231586712>

Antonio dos Santos Júnior
IFRO Porto Velho Calama
Porto Velho – Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/1163256313423554>

Gabriel Eduardo Melim Ferreira
Fundação Oswaldo Cruz
Porto Velho – Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/5234521391957594>

Juliana Conceição Sobrinho
Faculdades Integradas Aparício Carvalho, FIMCA
Vilhena
Vilhena - Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/3295331737232547>

Luiz Shozo Ozaki
Virginia Commonwealth University, CSBC, Life
Sciences
Richmond - Virginia
<http://lattes.cnpq.br/6440720566226268>

Alexandre Almeida e Silva
Universidade Federal de Rondônia
Porto Velho – Rondônia
<http://lattes.cnpq.br/6440720566226268>

RESUMO: Microrganismos contidos no trato digestório de insetos vem sendo isolados e identificados com o intuito de desenvolver ferramentas biotecnológicas para o controle de doenças transmitidas por esses animais. Nesse contexto, mosquitos *Anopheles* de diferentes partes do globo têm sua microbiota investigada com foco em paratransgênese. No entanto, começa a ser desvendada a informação sobre microrganismos associados aos anofelinos neotropicais, especialmente *Anopheles darlingi*. Relatamos nesse trabalho o isolamento e a identificação de leveduras cultiváveis, com potencial para paratransgênese, isoladas das fezes de *An. darlingi*, o principal vetor da malária no Brasil. As fêmeas de mosquitos *An. darlingi* foram coletadas em localidades rurais de Porto Velho, Rondônia, Brasil. Para favorecer o crescimento de leveduras, fezes dos mosquitos foram coletadas em meio YPD ágar com cloranfenicol e cultivadas à 30°C por 48 horas. Sessenta colônias leveduriformes foram amostradas. Os isolados foram preservados em freezer -80 °C. Foram realizadas PCR utilizando DNA genômico dos isolados com iniciadores para a região do DNA ribossomal 26S e ITS. Das 60 leveduras isoladas, 27 foram

identificadas. Os fragmentos foram sequenciados pelo método Sanger e as sequências com similaridades superiores a 97% frente a sequências disponíveis em bancos de dados foram depositadas no GenBank. As leveduras identificadas pertencem a 9 gêneros: *Candida*, *Diutina*, *Hanseniaspora*, *Metschnikowia*, *Meyerozyma* (=*Pichia*), *Moesziomyces*, *Papiliotrema* (=*Cryptococcus*), *Pseudozyma* e *Rhodotorula*. Sugere-se como candidatas à paratransgênese para o controle da malária em *An. darlingi* as leveduras dos gêneros *Meyerozyma* (*Pichia*), *Metschkowia*, *Hanseniaspora* e *Pseudozyma*.

PALAVRAS-CHAVE: Microbiota de mosquito. Identificação molecular. 26S rRNA. ITS. Amazônia brasileira.

YEASTS FROM THE DIGESTIVE TRACT OF *Anopheles darlingi* AS ALTERNATIVE TO DEVELOP THE PARATRANSGENESIS FOR THE CONTROL OF MALARIA

ABSTRACT: Microorganisms living in insects' digestive tract have been isolated and identified for developing biotechnological tools to fight vector-born diseases. In this context, mosquitoes *Anopheles* from different regions around the world have been studied about their midgut microbiota focused on paratransgenesis. However, we started to understand the information about microorganisms living in neotropical mosquitoes midgut, specially about *Anopheles darlingi*. The first step for paratransgenesis is to isolate culturable microorganisms naturally associated to the insect vector, and thus amenable to experimentation in laboratory. The objectives of this work were to isolate and to identify culturable yeasts isolated from feces of *Anopheles darlingi*, the main vector of malaria in Brazil; to estimate the frequency distribution of the sampled yeasts and to characterize and to select among the yeasts isolated from feces of *An. darlingi* those with potential for paratransgenesis. The female mosquitoes of *An. darlingi* were captured in two rural places of Porto Velho, Rondônia, Brasil. For improving the yeast growth, mosquito feces were collected on YPD agar medium with chloramphenicol and cultivated at 30 °C for 48 hours. Sixty pure yeast colonies were sampled. The isolates were preserved in -80 °C freezer. PCR reactions with genomic DNA from each isolate were performed using the primers of 26S and ITS for yeasts. From 60 yeast isolates, just 27 samples were identified. The fragments were sequenced with the Sanger method and the sequences with similarities above of 97% with sequences in reference database were deposited in Genbank (NCBI). The identified yeast fall into 9 genera: *Candida*, *Diutina*, *Hanseniaspora*, *Metschnikowia*, *Meyerozyma* (=*Pichia*), *Moesziomyces*, *Papiliotrema* (=*Cryptococcus*), *Pseudozyma* and *Rhodotorula*. We suggest as candidates to paratransgenesis to control of malaria in *An. darlingi* those yeasts belonging to the genera *Meyerozyma* (=*Pichia*), *Metschnikowia*, *Hanseniaspora* and *Pseudozyma*.

KEYWORDS: Mosquito microbiota. Molecular identification. 26S rRNA. ITS. Brazilian Amazon.

1 | INTRODUÇÃO

Microrganismos contidos no trato digestório de insetos têm sido isolados e identificados com o intuito de desenvolver ferramentas biotecnológicas para diversas finalidades. Um exemplo é a investigação da microbiota de mosquitos *Anopheles* de diferentes partes do globo com foco em paratransgênese como estratégia para combater a malária (WANG et al., 2017; WANG e JACOBS-LORENA, 2017).

“Paratransgênese” pode ser definida como a modificação genética de microrganismos associados a um invertebrado vetor parasitário para produzir neste moléculas antiparasitárias (RIEHLE; JACOBS-LORENA, 2005; WANG; JACOBS-LORENA, 2013). Tal abordagem é apropriada com relação à malária, visto que o *Plasmodium* se desenvolve no mesmo ambiente em que outros microrganismos estão presentes, i.e., no trato digestório do mosquito vetor. Este compartilhamento ambiental é uma oportunidade para o engenheiramento genético de microrganismos, por exemplo leveduras, que podem ser utilizados como uma ferramenta para bloquear o desenvolvimento do parasita no inseto e, em consequência, interromper o ciclo da doença (WANG et al., 2017).

O primeiro passo para a utilização de microrganismos associados a invertebrados transmissores de doenças em paratransgênesis é isolá-los em cultura, uma vez que é imprescindível que o organismo seja passível de cultivo em laboratório para a sua manipulação genética (WANG; JACOBS-LORENA, 2013).

Majoritariamente, bactérias associadas aos mosquitos desse gênero têm sido isoladas (RANI et al., 2009; DJADID et al., 2011; MANGUIN; NGO; TAINCHUM, 2013; VILLEGAS; PIMENTA, 2014; NGO et al., 2015; CHEN; BLOM; WALKER, 2017) e informações sobre microrganismos em anofelinos neotropicais começaram a ser desvendadas (TERENIUS et al., 2008; ARRUDA et al., 2017; ARRUDA, 2017; CORREA, 2019; SERRÃO, 2019; ROCHA, 2020).

Estudos relacionados a fungos em *Anopheles* são relatados, com sugestões de leveduras com potencial à paratransgênese (RICCI et al. 2011a; RICCI et al. 2011b; ARRUDA, 2017), leveduras com importância clínica disseminadas por mosquitos (BOZIC et al., 2017), ou ainda sobre a utilização de fungos como controle simbótico para bloquear a transmissão de malária (CAPPPELLI et al, 2014; CAPPPELLI et al, 2019; CECARINI et al 2019; HERREN et al., 2020).

Para a pesquisa aqui relatada, consideramos que o conteúdo fecal ao passar pelo trato digestório carrega consigo microrganismos que estavam presentes nesse trânsito, e refletem, ao menos em parte, a diversidade da microbiota associada ao trato digestório desses insetos. Assim, a coleta de microrganismos a partir das fezes dos anofelinos é uma estratégia que facilita a investigação da microbiota que coexiste no trato digestório (ARRUDA et al., 2017) (Figura 1).

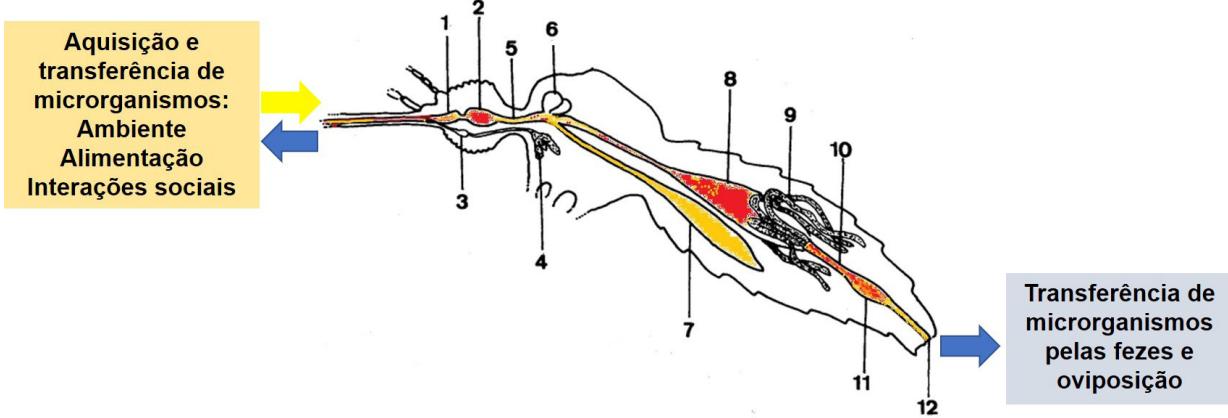


Figura 1 - Fluxo da microbiota no sistema digestório de mosquitos adultos

1: Bomba cibarial; 2: Bomba faringeana; 3: Bomba salivar; 4: Glândula salivar; 5: Esôfago; 6: Divertículos doesais; 7: Divertículo ventral; 8: Estômago ou intestino médio; 9: Tubos de Malpighi; 10: Íleo/côlon; 11: Reto; 12: Ânus. Adaptado de Consoli e Oliveira (1994) e Engel e Moran 2013.

O objetivo do presente trabalho foi isolar e identificar leveduras cultiváveis das fezes de mosquito *Anopheles darlingi* para utilizá-las no controle da malária na Amazônia brasileira através de paratransgênesis.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As fêmeas de mosquitos *An. darlingi* foram coletadas em área rural de Porto Velho, Rondônia, Brasil. As leveduras foram isoladas de fezes dos mosquitos pelo método descrito em Arruda et al. (2017), modificado para o meio de cultura YPD ágar com 34 µg/mL de cloranfenicol. O dispositivo utilizado para a coleta de fezes de mosquitos pode ser visualizado na figura 2. Após a coleta das fezes por 24 horas, as placas contendo o meio de cultura seletivo com as fezes foram incubadas à temperatura de 30° C por 48 horas para favorecer o crescimento de leveduras.

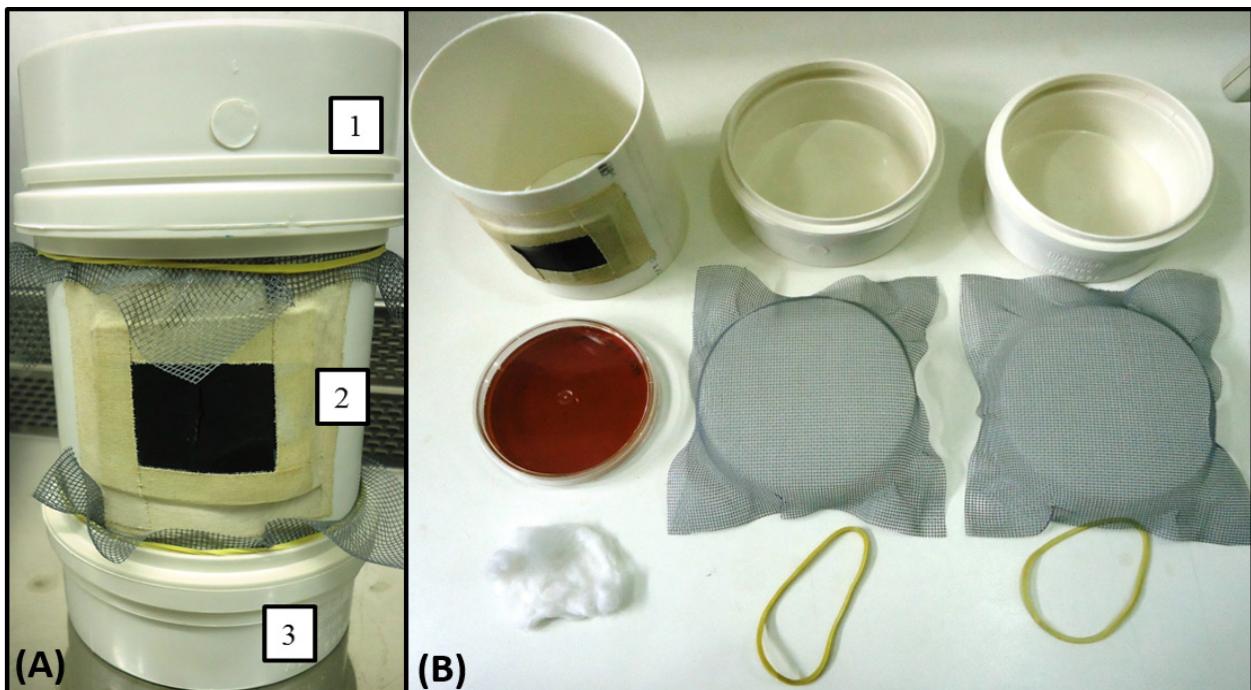


Figura 2- Dispositivo para coleta de fezes de mosquitos

(A) Vista frontal do dispositivo montado; 1. Compartimento superior para o fornecimento de alimentos; 2. Compartimento intermediário para conter mosquitos; 3. Compartimento inferior para coleta de fezes de mosquito. (B) Vista superior do dispositivo desmontado. Fonte: ARRUDA et al., (2017).

Em seguida, sessenta colônias de leveduras foram amostradas e isoladas para culturas puras e, então, cultivadas à temperatura de 30° C por 48 horas em meio de cultura YPD ágar com 34 µg/mL de cloranfenicol, e então preservadas em glicerol a 30% em freezer a -80 °C.

As leveduras isoladas foram submetidas à extração de DNA genômico utilizando o protocolo de FERRER et al. (2001) e foram identificadas por sequenciamento de fragmentos de DNA amplificados por PCR das regiões gênicas D1/D2 do RNA 26S e ITS ribosomais (FERREIRA et al., 2010).

Das 60 colônias leveduriformes foram amplificados com sucesso fragmentos de DNA ribosomal de 27 isolados. Os fragmentos amplificados foram purificados e sequenciados pelo método Sanger. As sequências com similaridades superiores a 97% frente a sequências disponíveis em bancos de dados e que apresentaram agrupamentos filogenéticos com *bootstrap* acima de 90% quando realizadas 1000 aleatorizações, foram utilizadas para as identificações, sendo estas depositadas no GenBank.

Os critérios para a seleção das leveduras identificadas e com potencial para a realização de paratransgênese, adotados de acordo com Wang e Jacobs-Lorena (2013) e Wilke e Marelli (2015), foram os seguintes: 1) leveduras consideradas como não-patogênicas a humanos e animais e 2) com possibilidade de serem cultivadas e manipuladas geneticamente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 14 espécies de leveduras dentre os 27 isolados submetidos à identificação pelo método ribosomal (Tabela 1). As mais frequentes foram *Moesziomyces antarcticus*, *Candida metapsilosis* e *Meyerozyma caribbica* (Figura 3). No entanto, é importante destacar que foram triadas menos de 50% das amostras coletadas (N=60), fato ocorrido pela ausência da amplificação nas reações de PCR de algumas amostras. Portanto, é razoável esperar o registro de outras espécies conforme o processo de identificação avançar.

Filó/ Classe/ Família	Amostra nº	Espécie identificada	26S			ITS				
			Acesso da sequência 26S no GenBank*	Similaridade %	Código de acesso do táxon mais relacionado	Acesso da sequência ITS no GenBank*	Similaridade %	Código de acesso do táxon mais relacionado		
ASCOMYCOTA										
Saccharomycetes										
Debaryomycetaceae	24	<i>Candida metapsilosis</i>	MF940152	99,8	KY106574.1	MF940118	98,8	FJ872019 ^a		
	29	<i>Candida metapsilosis</i>	MF940154	99,8	KY106574.1	MF940120	98,9	FJ872019 ^a		
	36	<i>Candida metapsilosis</i>	MF940158	99,8	KY106574.1	MF940124	98,95	FJ872019 ^a		
	55	<i>Candida metapsilosis</i>	MF940166	99,8	KY106574.1	MF940131	100	KY102208		
	35	<i>Candida orthopsilosis</i>	MF940157	100	FN812686.1	MF940123	100	FM178394		
	23	<i>Candida parapsilosis</i>	MF940151	100	KT282393.1	MF940117	100	AY391843		
	49	<i>Candida oleophila</i>	MF940163	100	U45793.1	MF940128	100	HQ876045		
	38	<i>Meyerozyma guilliermondii</i> = <i>Pichia guilliermondii</i>	MF940159	100	JQ689047.1	MF940125	100	KC119205		
	28	<i>Meyerozyma caribbica</i> = <i>Pichia caribbica</i>	MF940153	100	NG 054806.1	MF940119	100	FN428931		
	30	<i>Meyerozyma caribbica</i> = <i>Pichia caribbica</i>	MF940155	100	NG 054806.1	MF940121	100	FN428931		
	33	<i>Meyerozyma caribbica</i> = <i>Pichia caribbica</i>	MF940156	100	NG 054806.1	MF940122	100	FN428931		
	59	<i>Diutina catenulata</i> = <i>Candida catenulata</i>	MF940170	100	CBS 564	MF940135	100	AY493436		

Metschnikowiaceae	42**	<i>Metschnikowia koreensis</i>	MF940160	100	KF059236.1	MF940126	96,3	KF059236
	48**	<i>Metschnikowia koreensis</i>	MF940162	100	KF059236.1	MF940127	97,33	KF059236
Saccharomycodaceae	57	<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	MF940167	100	KC111447.1	MF940132	100	FM199951
	60	<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	MF940171	99,8	KC111447.1	MF940136	100	FM199951
BASIDIOMYCOTA								
Microbotryomycetes								
Sporidiobolaceae	58	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	MF940168	100	KF411551.1	MF940133	100	KP132585.1
Tremellomycetes								
Tremellaceae	51	<i>Papiliotrema laurentii</i> = <i>Cryptococcus laurentii</i>	MF940169	100	AY315663.1	MF940134	100	FN428903
Ustilaginomycetes								
Ustilaginaceae	8	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940145	99,8	AJ235302.1	MF940111	97,11	AY641557
	12	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940148	99,8	AJ235302.1	MF940114	97,17	AY641557
	13	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940149	99,8	AJ235302.1	MF940115	97,19	AY641557
	14	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940150	99,8	AJ235302.1	MF940116	97,25	AY641557
	46***	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940161	99	AJ235302.1	—	—	—
	9	<i>Pseudozyma parantarctica</i>	MF940146	100	AB089357.1	MF940112	99,86	JN942671
	10	<i>Pseudozyma parantarctica</i>	MF940147	100	AB089357.1	MF940113	99,7	JN942671
	50	<i>Pseudozyma hubeiensis</i>	MF940164	99,8	KY108956.1	MF940129	97,65	DQ008954
	53	<i>Pseudozyma hubeiensis</i>	MF940165	99,8	KY108956.1	MF940130	97,65	DQ008954

Tabela 1- Leveduras identificadas utilizando sequência D1/D2 do 26S rRNA e ITS. As leveduras foram isoladas a partir das fezes de fêmeas *Anopheles darlingi* selvagens oriundas de Porto Velho, RO.

*Estes números de acesso do GenBank somente estarão disponíveis após 30 de setembro de 2018 ou após a publicação do artigo contendo esta informação, o que vier primeiro. Amostras que não amplificaram: 1, 4, 5, 7, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 31, 32, 34, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 47, 52, 54 e 56. Amostras que não possuem DNA: 2, 3, 6 e 11. **árvore para ITS separada. ***Não amplificou para ITS. ^a – A sequência FJ872019 não está representada na árvore filogenética construída com sequências ITS por não haver agrupamento dessa sequência com o clado das leveduras 24, 29 e 36. Fonte: ARRUDA, 2017.

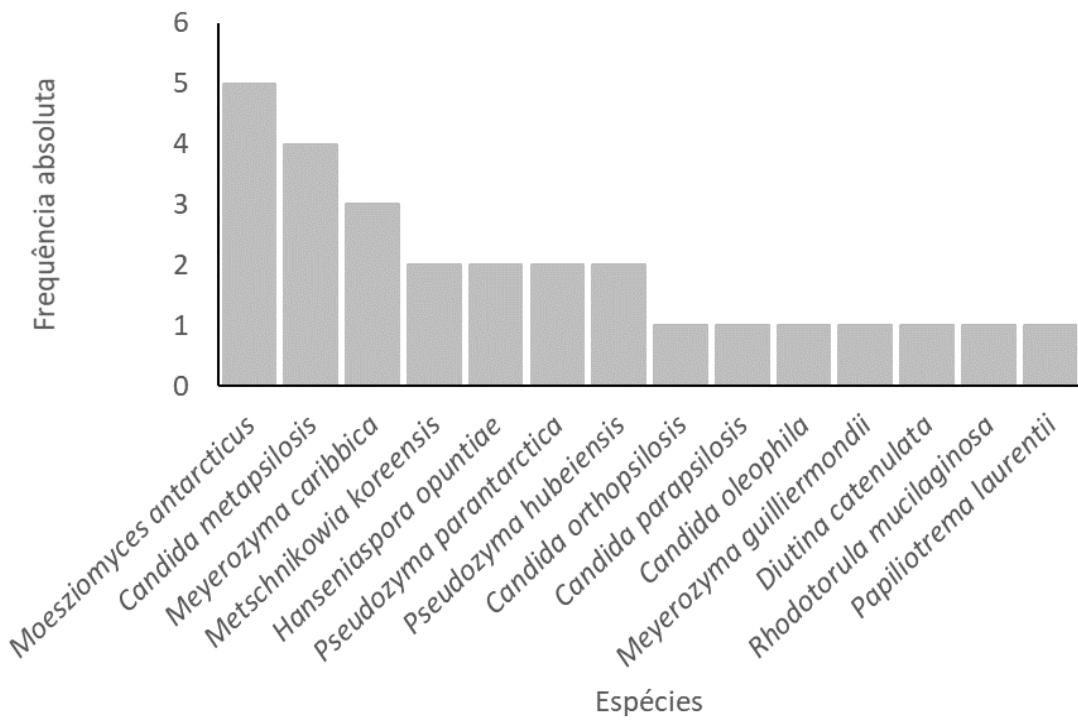


Figura 3 - Distribuição de frequência das espécies de leveduras coletadas em fezes de fêmeas *Anopheles darlingi* coletadas em Porto Velho, RO.
Conjunto de colônias amostradas (N=60). Fonte: ARRUDA, 2017.

Conhecer os microrganismos contido nas fezes dos anofelinos é uma estratégia que pode facilitar a investigação da microbiota que passou pelo intestino e cinco espécies são sugeridas como candidatas à paratransgênese: *M. caribbica*, *Metschkowia koreensis*, *Hanseniaspora opuntiae*, *Candida oleophila* e *Pseudozyma hubeiensis*, por serem leveduras conhecidamente associadas a néctar e frutos (MORAIS et al., 1995; MORAIS et al., 2006) e não serem consideradas fungos de importância médica (ANVISA, 2013).

Além disso, a existência de plataformas comerciais para expressão heteróloga, as quais utilizam vetores integrativos que tem como alvo regiões de genes homólogos, altamente conservadas, como *locus* de genes da via glicolítica (INVITROGEN, 2010), os quais poderiam ser utilizados como vetores de expressão em outras espécies de leveduras, como aquelas indentificadas neste trabalho.

A utilização de leveduras para o uso em paratransgênese em *Anopheles* apresenta como principal vantagem o fato de ser um eucarioto, podendo facilitar a expressão e secreção de peptídeos heterológos que podem ser alvos ou competidores por sítios de reconhecimento celular dentro do intestino do mosquito (RICCI et al., 2011a, 2011b). Estes peptídeos, expressos dentro do intestino do mosquito, serviriam para impedir a passagem do oocineto de *Plasmodium* pela parede do intestino do mosquito *Anopheles* interrompendo a formação de oocistos, sendo assim, úteis no controle da transmissão da malária (WANG; JACOBS–LORENA, 2013; WANG et al., 2017).

É válido destacar que das leveduras isoladas a partir das fezes de *An. darlingi* seis

espécies foram descritas anteriormente com potencial biotecnológico: *Moesziomyces parantarcticus* e *Pseudozyma hubeiensis* foram investigadas para produção de biodiesel (AREESIRISUK et al., 2015; ROSA et al., 2015) *Hanseniaspora opuntiae* foi utilizada na produção de chocolates PAPALEXANDRATOU et al., 2013) *Metschnikowia koreensis*, *Meyerozyma caribbica* e *Meyerozyma guilliermondii* são fermentadoras de xilose (MARTINS et al., 2018; MUKHERJI et al., 2013). Como estão isoladas e preservadas, estas podem ser exploradas em diferentes processos biotecnológicos, de paratransgêneses até utilizações industriais para produção de alimentos e biocombustíveis (Figura 4).

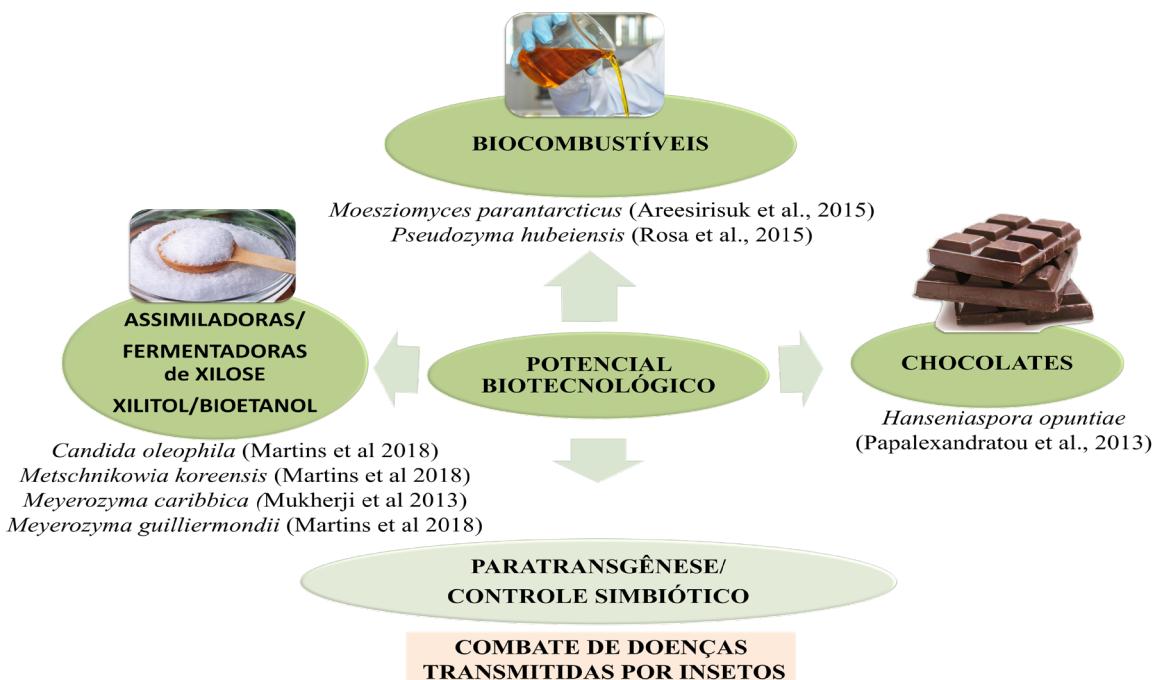


Figura 4 – Potencial biotecnológico de leveduras isoladas a partir das fezes de *Anopheles darlingi*.

Fonte: O autor (2019).

Acreditamos que a biodiversidade de microrganismos associadas a insetos deva ser investigada, pois nela contém tanto espécies com potencial biotecnológico como as aqui apresentadas, quanto microrganismos de importância para a saúde pública, não relatadas nesta comunicação (*dados não mostrados*).

4 | CONCLUSÕES

O isolamento das leveduras, descritas neste trabalho, permitiu realizarmos o primeiro passo rumo à execução de paratransgênese em leveduras para o controle da transmissão

da malária pelo mosquito *An. darlingi* na Amazônia brasileira.

Foram isoladas e preservadas 14 espécies de leveduras, das quais foram sugeridas como potenciais candidatas à paratransgênese *M. caribbica*, *M. koreensis*, *H. opuntiae*, *C. oleophila* e *P. hubeiensis*. Estudos complementares devem ser realizados para o pleno desenvolvimento da técnica.

APOIO

CNPq, CAPES, IFRO Porto Velho Calama/ProfEPT, Fiotec, Rede de Plataformas Tecnológicas Fiocruz, subunidades RPT01E - Sequenciamento de DNA – BH. Inicialmente, este projeto teve também um apoio “Grande Challenges” da Bill and Melinda Gates a L.S.O.

REFERÊNCIAS

AREESIRISUK, A. *et al.* A novel oleaginous yeast strain with high lipid productivity and its application to alternative biodiesel production. **Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologii**, v. 51, n. 4, p. 387–94, 2015.

ARRUDA, A. *et al.* A simple methodology to collect culturable bacteria from feces of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae). **Journal of Microbiological Methods**, v. 141, n. Oct. 2017, p. 115–117, 2017.

ARRUDA, A. (2017). **Identificação de microrganismos cultiváveis associados ao intestino de *Anopheles darlingi* (DIPTERA:CULICIDAE) com potencial à paratransgênese para o controle da malária.** Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte) - Universidade Federal do Amazonas. 170 f.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde. Módulo 8: **Detecção e identificação de fungos de importância médica** /Agência Nacional de Vigilância Sanitária.– Brasília: Anvisa, 2013. 46p.

BOZIC, J. *et al.* Mosquitoes can harbour yeasts of clinical significance and contribute to their environmental dissemination. **Environmental Microbiology Reports**, 9(5), 642–648. doi:10.1111/1758-2229.12569, 2017.

CAPPELLI, A. *et al.* A *Wickerhamomyces anomalus* Killer Strain in the Malaria Vector *Anopheles stephensi*. **PLoS ONE**, 9(5), e95988. doi:10.1371/journal.pone.0095988, 2014.

CAPPELLI, A. *et al.* Killer yeasts exert anti-plasmoidal activities against the malaria parasite *Plasmodium berghei* in the vector mosquito *Anopheles stephensi* and in mice. **Parasites & Vectors**, 12(1). doi:10.1186/s13071-019-3587-4, 2019.

CECARINI, V. *et al.* Identification of a Killer Toxin from *Wickerhamomyces anomalus* with β-Glucanase Activity. **Toxins**, 11(10), 568. doi:10.3390/toxins11100568, 2019.

CHEN, S.; BLOM, J.; WALKER, E. D. Genomic, physiologic, and symbiotic characterization of *Serratia marcescens* strains isolated from the mosquito *Anopheles stephensi*. **Frontiers in Microbiology**, 2017.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. DE. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994.

CORREA, L.V. (2019). **Estudo do potencial paratransgênico de bactérias cultiváveis associadas ao *Anopheles darlingi* ROOT, 1926, para controle da malária.** Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas. 93f.

DJADID, D. N. et al. Identification of the midgut microbiota of *An. stephensi* and *C. maculipennis* for their application as a paratransgenic tool against malaria. **PLoS ONE**, v. 6, n. 12, p. 6–12, 2011.

ENGEL, P.; MORAN, N. A. The gut microbiota of insects - diversity in structure and function. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 37, n. 5, p. 699–735, 2013.

FERRER, C. et al. Detection and Identification of Fungal Pathogens by PCR and by ITS2 and 5 . 8S Ribosomal DNA Typing in Ocular Infections Detection and Identification of Fungal Pathogens by PCR and by ITS2 and 5 . 8S Ribosomal DNA Typing in Ocular Infections. **J Clin Microbiol.**, v. 39, n. 8, p. 2873–2879, 2001.

FERREIRA, N. et al. Yeast microflora isolated from brazilian cassava roots: Taxonomical classification based on molecular identification. **Current Microbiology**, v. 60, n. 4, p. 287–293, 2010.

HERREN, J. K. et al. A microsporidian impairs *Plasmodium falciparum* transmission in *Anopheles arabiensis* mosquitoes. **Nature Communications**, 11(1). doi:10.1038/s41467-020-16121-y, 2020.

INVITROGEN. pGAPZ A, B, and C, pGAPZa A, B, and C: **Pichia expression vectors for constitutive expression and purification of recombinant proteins.** MAN0000043. User Manual. 2010.

MANGUIN, S.; NGO, C.; TAINCHUM, K. Bacterial Biodiversity in Midguts of Anopheles Mosquitoes, Malaria Vectors in Southeast Asia. **Anopheles mosquitoes - New insights into malaria vectors and**, 2013.

MARTINS, G.M. et al. The isolation of pentose-assimilating yeasts and their xylose fermentation potential. **Brazilian Journal of Microbiology**. V. 49, 1. P. 162-168. 2018.

MORAIS, P. B. et al. Yeast succession in the Amazon fruit *Parahancornia amapa* as resource partitioning among *Drosophila* spp. **Applied and environmental microbiology**, v. 61, n. 12, p. 4251–7, dez. 1995.

MORAIS, P. B.; PAGNOCCA, F.; ROSA, C. Yeast Communities in Tropical Rain Forests in Brazil and other South American Ecosystems. In: ROSA, C.; GÁBOR, P. (Eds.). **The Yeast Handbook: Biodiversity and Ecophysiology of Yeasts.** Springer, 2006.

MUKHERJI, R. et al. A Crystalline Xylitol Production by a Novel Yeast, *Pichia caribbica* (HQ222812), and Its Application for Quorum Sensing Inhibition in Gram-Negative Marker Strain *Chromobacterium violaceum* CV026. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 169, n. 6, p. 1753–1763, 2013.

NGO, C. T. et al. Bacterial diversity associated with wild caught Anopheles mosquitoes from Dak Nong Province, Vietnam using culture and DNA fingerprint. **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, p. 1–18, 2015.

PAPALEXANDRATOU, Z. et al. *Hanseniaspora opuntiae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus fermentum*, and *Acetobacter pasteurianus* predominate during well-performed Malaysian cocoa bean box fermentations, underlining the importance of these microbial species for a successful cocoa bean fermentation process. **Food Microbiology**, v. 35, n. 2, p. 73–85, set. 2013.

RANI, A. et al. Bacterial diversity analysis of larvae and adult midgut microflora using culture-dependent and culture-independent methods in lab-reared and field-collected *Anopheles stephensi* an Asian malarial vector. **BMC microbiology**, v. 9, p. 96, 2009.

RICCI, I. et al. Different mosquito species host *Wickerhamomyces anomalus* (*Pichia anomala*): Perspectives on vector-borne diseases symbiotic control. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 99, n. 1, p. 43–50, 2011a.

RICCI, I. *et al.* The yeast *Wickerhamomyces anomalus* (*Pichia anomala*) inhabits the midgut and reproductive system of the Asian malaria vector *Anopheles stephensi*. **Environmental Microbiology**, v. 13, n. 4, p. 911–921, 2011b.

RIEHL M.A.; JACOBS-LORENA, M. Using bacteria to express and display anti-parasite molecules in mosquitoes: current and future strategies. **Insect Biochem Mol Biol** 35:699–707, 2005.

ROCHA, E.M. (2020). **Seleção de espécies bacterianas cultiváveis, simbiontes de *Anopheles darlingi* (Root, 1926), para o controle da malária por paratransgênese.** Tese (Doutorado em Biotecnologia). Universidade Federal do Amazonas. 90 f.

ROSA, S. A. **Produção de lipase de *Pseudozyma hubeiensis* e aplicação na biocatalise de biodiesel.** 2015.

SERRÃO, D. M. (2019) **Bioprospecção de bactérias cultiváveis isoladas de *Anopheles darlingi* ROOT, 1926 para o controle da malária por paratransgênese.** Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas. 84f.

TERENIUS, O. *et al.* 16S rRNA gene sequences from bacteria associated with adult *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. **J Med Entomol**, v. 45, n. 1, p. 172–175, 2008.

VILLEGAS, L. M.; PIMENTA, P. F. P. Metagenomics, paratransgenesis and the Anopheles microbiome: a portrait of the geographical distribution of the anopheline microbiota based on a meta-analysis of reported taxa. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 109, n. 5, p. 672–684, 2014.

WANG, S.; JACOBS-LORENA, M. Genetic approaches to interfere with malaria transmission by vector mosquitoes. **Trends in Biotechnology**, v. 31, n. 3, p. 185–193, 2013.

WANG, S.; & JACOBS-LORENA, M. (2017). Paratransgenesis Applications: Fighting Malaria With Engineered Mosquito Symbiotic Bacteria. In **Vector Microbiome and Innate Immunity of Arthropods** (Vol. 1, pp. 219–234). Elsevier Inc.. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805350-8.00013-1>

WANG, S. *et al.* Driving mosquito refractoriness to *Plasmodium falciparum* with engineered symbiotic bacteria. **Science**. Vol. 357, Issue 6358, pp. 1399-1402, 2017.

WILKE, A.B.B.; MARRELLI, M. T. Paratransgenesis: a promising new strategy for mosquito vector control. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 1, p. 342, 2015.

CAPÍTULO 8

INTERAÇÕES ENTRE MARSUPIAIS E *Hovenia dulcis* Thunb. (RHAMNACEAE) EM DUAS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 05/04/2020

Cristina Vargas Cademartori

Universidade La Salle

Canoas – Rio Grande do Sul

CV: <http://lattes.cnpq.br/1660994056029791>

Fernanda Souza Silva

Universidade La Salle

Canoas – Rio Grande do Sul

CV: <http://lattes.cnpq.br/4853184623539009>

Patrícia Carla Bach

Universidade La Salle

Canoas – Rio Grande do Sul

CV: <http://lattes.cnpq.br/0247864910982875>

Marcelo Millan Rollsing

Universidade La Salle

Canoas – Rio Grande do Sul

CV: <http://lattes.cnpq.br/5448992304108555>

Cristiano Leite Stahler

Universidade La Salle

Canoas – Rio Grande do Sul

CV: <http://lattes.cnpq.br/6008598727174691>

Thaís Brauner do Rosário

Universidade La Salle

Canoas – Rio Grande do Sul

CV: <http://lattes.cnpq.br/6218758310232404>

Gilson Schlindwein

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa

Agropecuária (DDPA) SEAPDR

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

CV: <http://lattes.cnpq.br/4709750473442761>

RESUMO: Os animais são os principais dispersores de sementes em florestas tropicais e seus padrões de forrageamento podem ter fortes efeitos sobre a distribuição de plantas. Quando interações mutualísticas se estabelecem entre componentes da fauna local e plantas invasoras com sementes, tal como *Hovenia dulcis*, isso pode potencializar os impactos negativos nos ambientes invadidos. Os objetivos deste estudo foram investigar as interações entre marsupiais e a uva-do-japão, espécie considerada exótica e invasora, e testar a viabilidade das sementes ingeridas por *Didelphis albiventris*, a partir de amostras fecais. As amostragens transcorreram de abril a agosto de 2018 e de março a junho de 2019, respectivamente na REBIO Mata Paludosa e na Pousada Recanto da Mata, totalizando nove expedições mensais de quatro noites consecutivas. Armadilhas do tipo *Tomahawk* foram utilizadas para captura e coleta de amostras fecais de marsupiais frugívoros. Duas espécies de marsupiais foram capturadas, *Philander quica* e *Didelphis*

albiventris, totalizando 32 capturas e 31 amostras fecais. Sementes de *H. dulcis* foram encontradas em 48% das amostras coletadas de *D. albiventris*. Abril foi o mês com maior ocorrência de sementes (64%) nas amostras fecais e também aquele com o maior número de sementes encontradas em uma única amostra (6). O percentual de germinação de sementes encontradas nas amostras fecais foi significativamente inferior ao de sementes extraídas dos pseudofrutos. *Philander quica* não consumiu pseudofrutos e a ingestão das sementes da uva-do-japão por *Didelphis albiventris* reduziu o percentual de germinação.

PALAVRAS-CHAVE: Marsupiais, uva-do-japão, interações animal-planta.

INTERACTIONS BETWEEN MARSUPIALS AND *Hovenia dulcis* Thunb. (RHAMNACEAE)

IN TWO AREAS OF ATLANTIC FOREST IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT: Animals are the main seed dispersers in tropical forests and their foraging patterns may have strong effects on plant distribution. When mutualistic interactions are established between components of local fauna and invasive seed plants such as *Hovenia dulcis*, this can potentialize their negative impacts on invaded environments. The objectives of this study were to investigate the interactions between marsupials and the Japanese raisin tree, a species considered exotic and invasive, and to test the viability of seeds ingested by *Didelphis albiventris* from fecal samples. Sampling took place from April to August 2018 and from March to June 2019, respectively at REBIO Mata Paludosa and Pousada Recanto da Mata, totaling nine monthly expeditions for four consecutive nights. Tomahawk traps were used to capture marsupials and to collect its fecal samples. Two species of marsupials were captured, *Philander quica* and *Didelphis albiventris*, totaling 32 captures and 31 fecal samples. *Hovenia dulcis* seeds were found in 48% of *D. albiventris* fecal samples. April was the month with the highest occurrence of seeds (64%) in fecal samples and also the month with the largest number of seeds found in a single sample (6). Percentage of seed germination found in fecal samples was significantly lower than that of seeds extracted from pseudofruits. *Philander quica* did not consume pseudofruit and the ingestion of the Japanese raisin tree seeds by *Didelphis albiventris* reduced the percentage of seed germination.

KEYWORDS: Marsupials, Japanese raisin tree, animal-plant interactions.

1 | INTRODUÇÃO

A importância das interações entre espécies vem ganhando destaque na compreensão sobre a organização e a manutenção da integridade das comunidades naturais desde a década de 1990 (JORDANO et al., 2006), a exemplo da dispersão de sementes, um processo essencial no ciclo de vida da maioria das plantas. A uva-do-japão é uma espécie nativa de regiões da Ásia (HYUN et al., 2010), sendo considerada uma espécie introduzida em algumas regiões e exótica invasora em outras, como na Região Sul do Brasil (DECHOUM, 2015). Esta planta exótica tem pseudofrutos carnosos, doces e ricos

em açúcares (CARVALHO, 1994).

Diversos animais consomem frutos, mas dentre os principais dispersores de sementes se destacam as aves e os mamíferos (JORDANO et al., 2006). No Brasil, os marsupiais fazem parte de uma rica fauna de pequenos mamíferos, em sua maioria, onívoro-frugívoros, sendo considerados potenciais dispersores de sementes (CHARLES et al., 1981; CORDERO, 1987; CÁCERES et al., 2002; CANTOR et al., 2010). Várias espécies não se encaixam exclusivamente em nenhuma síndrome de dispersão reconhecida, devido ao seu hábito generalista e oportunista (CÁCERES et al., 1999), pois consomem e dispersam sementes de frutos que estão disponíveis no ambiente (CÁCERES, 2012).

A estratégia zoocórica, dispersão efetuada por animais, é muitas vezes predominante, especialmente em florestas tropicais e subtropicais (BUDKE et al., 2005; JORDANO et al., 2006), onde os frutos representam uma importante fonte energética para um grande número de espécies (GALETTI et al., 2003). Nesses ecossistemas, os animais são os principais dispersores de sementes e seus padrões de forrageamento podem ter fortes efeitos sobre a distribuição de plantas (JORDANO, 2000). Estas questões podem ser determinantes, quando as interações bióticas ocorrem entre componentes da fauna local e espécies exóticas invasoras de plantas com sementes (ASLAN, 2011). Tais espécies podem representar uma fonte alternativa de alimento e potencializar sua dispersão por meio de interações com a fauna local. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi investigar as interações entre marsupiais Didelfídeos e a uva-do-japão, uma planta exótica e invasora, em duas áreas de Mata Atlântica no litoral do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil. Buscou-se, ainda, testar a viabilidade das sementes de *Hovenia dulcis* consumidas por *Didelphis albiventris*, um marsupial onívoro-frugívor, a partir de amostras fecais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

A pesquisa foi realizada em duas áreas de Floresta Ombrófila Densa no litoral norte do estado do Rio Grande do Sul (RS), com ocorrência da espécie exótica invasora (EEI) *Hovenia dulcis* em ambas as áreas (Figura 1). Inicialmente, de abril a agosto de 2018, foram realizadas amostragens na Reserva Biológica Estadual (REBIO) Mata Paludosa (Figura 2) e, posteriormente, de março a junho de 2019, na Pousada Ecológica Recanto da Mata (Figura 3) durante quatro noites consecutivas.

A REBIO Mata Paludosa localiza-se no município de Itati, na região Nordeste do RS ($29^{\circ}30'S$ e $50^{\circ}05'W$), e compreende uma área de 271,87 ha (SEMA, 2019). Esta Unidade de Conservação de Proteção Integral situa-se no curso médio da bacia hidrográfica do rio Três Forquilhas, ao longo de uma extensão de 17 km, sendo seccionada em dois lotes pela rodovia RS-486; a vegetação é formada por Floresta Ombrófila Densa de terras

baixas, aluvial, e Floresta Ombrófila Densa Submontana (VIEIRA, 2007).

A Pousada Ecológica Recanto da Mata é uma propriedade particular com 0,64 ha, localizada no vale do rio Pinheiro, no município de Maquiné, RS (Figura 3), utilizada basicamente para atividades de ecoturismo. Encontra-se dentro da zona de amortecimento da Reserva Biológica da Serra Geral (SEMA, 2019).

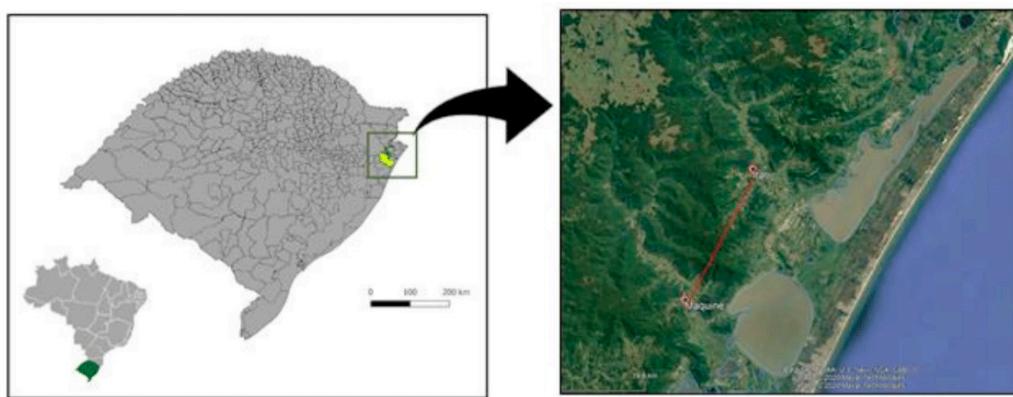


Figura 1. Mapa com a localização das áreas de estudo no estado do Rio Grande do Sul. Em detalhe, os marcadores vermelhos mostram a localização de cada área, em Itati e Maquiné, com a indicação da distância entre elas, no Litoral Norte do RS (Fonte: Google Earth, 2019).



Figura 2. Imagem de satélite indicando, pelos polígonos delimitados pelas linhas amarelas, a área da Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa (Fonte: SEMA, 2017).



Figura 3. Imagem de satélite indicando, pelo polígono delimitado pela linha vermelha, a área da Pousada Recanto da Mata. (Fonte: Google Earth, 2017)

2.2 Procedimentos de amostragem

Armadilhas do tipo *Tomahawk* foram utilizadas para captura e coleta de amostras fecais de marsupiais frugívoros (licença Sisbio nº11066-1). Na REBIO Mata Paludosa, as amostragens foram realizadas em dois locais, definidos com base na concentração de indivíduos de *H. dulcis* (mínimo de três indivíduos com no máximo 2 m de distância um do outro). Em cada local foram traçadas quatro transecções, partindo-se de um indivíduo de *H. dulcis*, considerado como ponto central, a partir do qual foram dispostas sete armadilhas do tipo *Tomahawk* (Figura 4) por transecção, equidistantes 15 m. Deste modo, totalizaram 21 armadilhas por local de amostragem e 42 estações de captura na área de estudo. Essas armadilhas, expostas ao longo de quatro noites consecutivas e durante cinco expedições, resultaram em um esforço de 840 armadilhas-noite na área.

Na Pousada Recanto da Mata, aplicaram-se os mesmos critérios, definindo-se três transecções, a partir de trilhas já existentes na área. Armadilhas do tipo *Tomahawk* foram dispostas com um espaçamento de 10 m, totalizando 40 estações de captura na área de amostragem. As armadilhas, expostas ao longo de quatro noites consecutivas e durante quatro expedições, resultaram em um esforço de 640 armadilhas-noite na área.

Em ambas as áreas, utilizou-se, como isca, uma mistura de pasta de amendoim, essência de baunilha, sardinha e milho-verde. Plásticos foram colocados embaixo de cada armadilha para facilitar a coleta e evitar a perda de material fecal. Os animais capturados foram marcados por meio de tonsura no dorso para evitar recontagem em uma mesma expedição. Após identificação e marcação, os animais foram libertados nas respectivas estações de captura.



Figura 4. Armadilha *Tomahawk* evidenciando a captura de um indivíduo da espécie *Didelphis albiventris*.

2.3 Teste de germinação de sementes de *Hovenia dulcis*

As fezes dos marsupiais capturados foram coletadas manualmente no interior das gaiolas e durante a manipulação do animal; as amostras foram identificadas e armazenadas

individualmente. Cada amostra fecal constituiu uma amostra de um indivíduo capturado. No Laboratório de Conservação e Manejo da Biodiversidade da Universidade La Salle (LabCMBio), as fezes foram lavadas em água corrente, utilizando-se filtro de café, e secas em temperatura ambiente. Após a completa secagem, o conteúdo fecal foi triado e as sementes identificadas, em comparação com sementes de frutos coletados na área de estudo e com a coleção de referência do Museu de Ciências Naturais La Salle (MCNLS).

Os testes de germinação foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes da FEPAGRO. O experimento foi realizado com sementes obtidas nas fezes dos animais (grupo teste) e com sementes coletadas diretamente da planta (grupo controle). As sementes foram plantadas em caixas de germinação tipo “gerbox” com dimensões de 11 x 11 x 3,5 cm, em areia esterilizada e úmida, colocadas sobre a areia, e as caixas foram tampadas e identificadas com o número da amostra, nome da espécie, número de sementes, data da coleta e data da semeadura. A seguir, foram incubadas em germinadores modelo Mangelsdorf sob luz constante (~10 µmol m⁻² s⁻¹) e temperatura controlada, mantida a 25 °C – 24 horas. Os experimentos de germinação foram acompanhados uma vez por semana, realizando-se a contagem das sementes que apresentaram o primeiro sinal de rompimento do tegumento pela radícula ou emergência da estrutura na superfície da areia. O experimento foi finalizado quando o número de sementes germinadas permaneceu constante por pelo menos três semanas consecutivas.

2.4 Análise de dados

A representatividade das sementes de *H. dulcis* encontradas nos bolos fecais foi estimada através da Frequência de Ocorrência (FO) desses itens nas amostras, onde:

$$FO = (n^{\circ} \text{ de amostras com sementes de } H. dulcis / n^{\circ} \text{ total de amostras ou bolos fecais}) \times 100$$

Os resultados dos experimentos de germinação foram avaliados por meio do teste do Qui-Quadrado (χ^2) com correção de Yates (indicada para amostras pequenas). O número de sementes da uva-do-japão que germinou no grupo-teste foi comparado com o número de sementes que germinou no grupo-controle, considerando-se significativas as diferenças a um nível de significância equivalente ou inferior a 5% ($\alpha \leq 0,05$). As análises foram realizadas por meio do programa GraphPad InStat 3.01.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Duas espécies de marsupiais da família Didelphidae foram capturadas em ambas as áreas de estudo, totalizando 32 capturas e uma recaptura referentes a 32 indivíduos: oito indivíduos da espécie *Philander quica* (cuíca-de-quatro-olhos) e 24 indivíduos da espécie *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca). 31 bolos fecais de ambas as espécies foram coletados e triados, 23 dos quais de *D. albiventris* (Lund, 1840) e oito de

P. quica (Temminck, 1824). Sementes de *H. dulcis* foram encontradas em quase metade das amostras coletadas de *D. albiventris* (11 bolos fecais ou 47,82%), exclusivamente na Pousada Recanto da Mata, em Maquiné, totalizando 22 sementes; as amostras fecais de *P. quica* não continham sementes da uva-do-japão. Nas amostras de *D. albiventris* também foi encontrado um total de 710 sementes de outras espécies, ainda em fase de identificação. Somente nos meses de março e abril foram detectadas sementes de *H. dulcis* nas amostras, sendo abril o mês com maior frequência de ocorrência de sementes (64%) nas amostras fecais e também àquele com o maior número de sementes encontradas em uma única amostra (6 sementes). A frequência de ocorrência para o mês de março foi bem mais baixa, 36%, variando de uma a duas sementes por bolo fecal. A diferença encontrada nas frequências entre os meses pode estar associada ao menor número de unidades amostrais com sementes de uva-do-japão em março e a uma maior quantidade de pseudofrutos maduros no mês de abril. Porém, o número de sementes registradas foi baixo em todos os bolos fecais coletados, não ultrapassando seis sementes por bolo fecal (Figura 5). Cantor et al. (2010) também observaram uma baixa frequência de ocorrência de sementes *H. dulcis* em fezes de *D. albiventris*, apenas 0,34% do total de espécies encontradas em seus levantamentos. Levando-se em consideração que marsupiais maiores em tamanho, tais como os do gênero *Didelphis*, são capazes de totalizar de 1.000 a 10.000 sementes de uma única espécie em uma amostra fecal (CÁCERES, 2012), o número máximo de sementes de *H. dulcis* registrado neste estudo, cujo tamanho médio é de 4 mm a 8 mm de diâmetro foi, de fato, muito baixo. Jungues et al. (2018), em área de Floresta Estacional Semidecidual, encontraram uma variação de uma a 1.480 sementes em uma única amostra fecal, enfatizando que a maioria das amostras continha grande número de sementes pequenas. O tamanho do marsupial pode influenciar na quantidade das sementes ingeridas, em função dos seus requerimentos energéticos, que estão relacionados diretamente à sua massa corporal (CÁCERES, 2012). Portanto, animais maiores, como *D. albiventris* (1500 g), irão necessitar de maior número de frutos para satisfazerem suas necessidades metabólicas, enquanto animais menores, como *P. quica* (360 g), irão consumir menos frutos (CÁCERES et al., 2002; CÁCERES, 2004). Consequentemente, tendo como base os hábitos alimentares similares e a simpatia dos marsupiais (com maior probabilidade de consumo dos mesmos frutos), os de maior tamanho corporal irão consumir e dispersar maior número de sementes (CÁCERES, 2012). Na Pousada Ecológica Recanto da Mata, em Maquiné, RS, onde foram encontradas as sementes de *H. dulcis* nas amostras fecais de *D. albiventris*, os pseudofrutos da uva-do-japão foram muito abundantes. Contudo, apesar da oferta elevada, o número de sementes encontradas nas fezes foi baixo, o que sugere um baixo consumo.

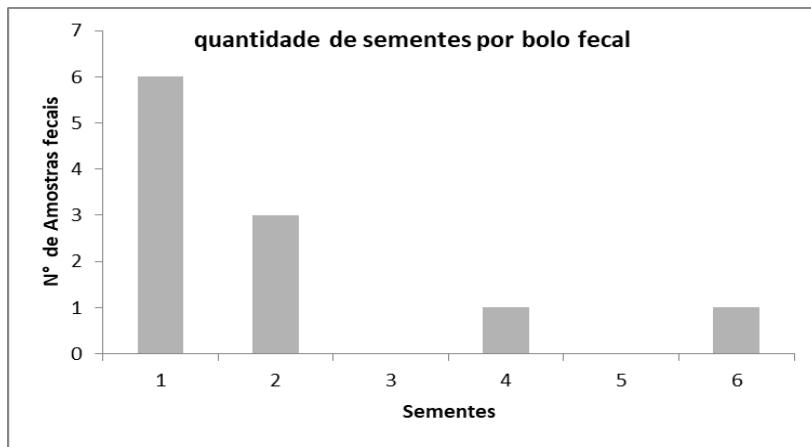


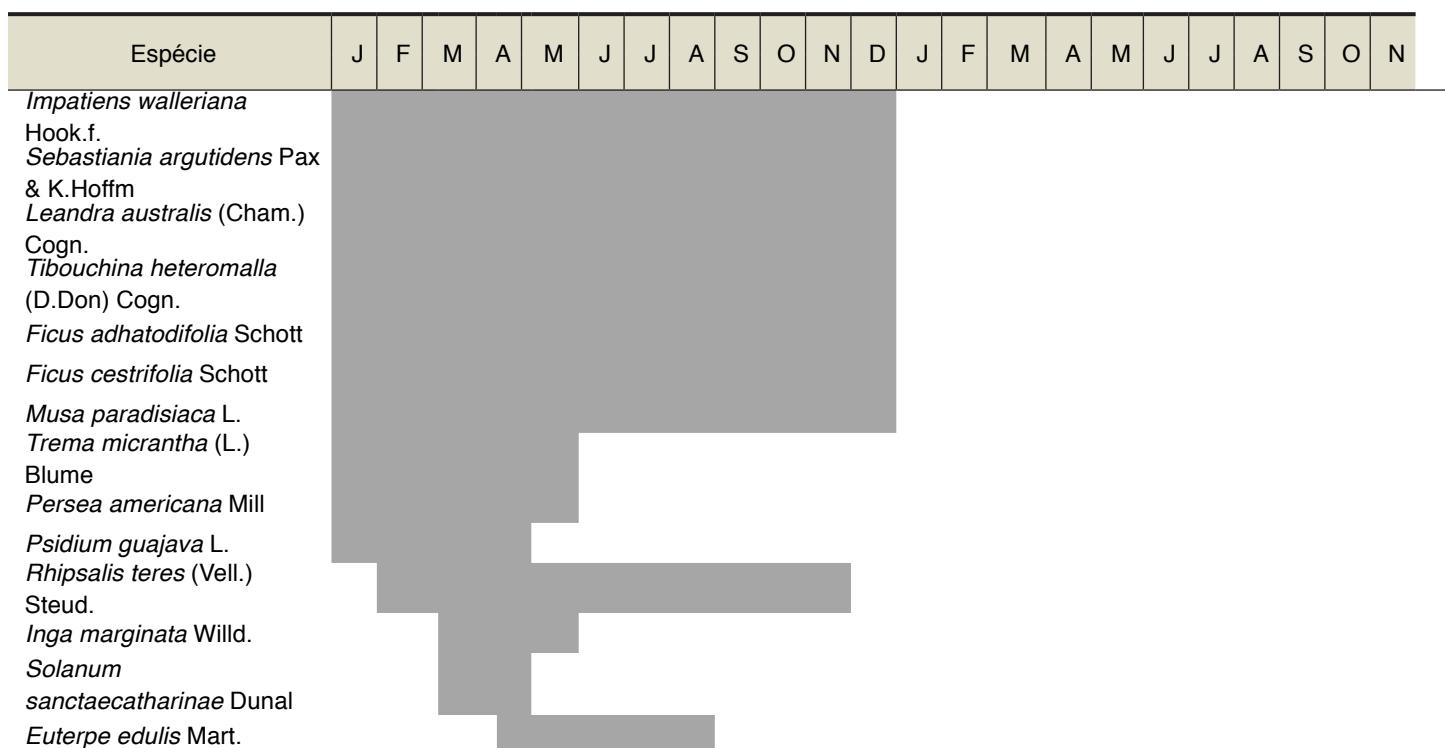
Figura 5. Quantidade de sementes de *Hovenia dulcis* encontradas nas amostras fecais de *Didelphis albiventris* de março a junho de 2019, na Pousada Ecológica Recanto da Mata, em Maquiné, RS.

Outro fator que parece contribuir para o sucesso de dispersão é o tamanho da semente, além da disponibilidade dos frutos no ambiente (CÁCERES, 2012). As sementes desta planta invasora variam de 4 mm a 8 mm de diâmetro (CARVALHO, 1994), o que coincide com o tamanho de sementes ingeridas por marsupiais didelfídeos, as quais não são danificadas pela mastigação (0,5 a 7,0 mm), sendo ingeridas normalmente intactas (CÁCERES, 2012). A maior parte das sementes encontradas por Cantor et al. (2010), em fezes de *D. albiventris*, variou de 0,5 a 13,3 mm, mas predominaram as sementes pequenas. Jungues et al. (2017) também observaram, na maioria das amostras de *D. albiventris*, o predomínio de sementes pequenas (0,3 e 3,7 mm), destacando que as sementes maiores estavam danificadas. O tamanho da semente pode, então, influenciar a probabilidade de sua dispersão por um animal (CACERES, 2012). Um trabalho sobre dispersão de sementes por *D. albiventris*, realizado em Floresta Estacional Semidecidual, relata a presença de sementes de *H. dulcis* nas amostras fecais, bem como de sementes de plantas pioneiras, comuns em ambientes perturbados, o que confirma o hábito oportunista descrito para a espécie (CANTOR et al., 2010). Algumas espécies de marsupiais, a exemplo de *D. albiventris*, se mostram oportunistas, consumindo frutos na medida em que estão disponíveis (CÁCERES, 2003) e de maneira sequencial ao longo do tempo (CÁCERES et al., 1999).

As famílias botânicas com maior número de espécies ocorrentes na Pousada Ecológica Recanto da Mata, em Maquiné, foram Euphorbiaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Moraceae, Orchidaceae, Lauraceae, Meliaceae e Solanaceae (TRENTIN, 2017). Das 105 espécies registradas na área, pelo menos 31 apresentam período de frutificação que coincide, ainda que em parte, com aquele de *H. dulcis* (Tabela 1). Esta oferta variada de frutos pode ter contribuído para o baixo número de sementes de *H. dulcis* encontradas nas fezes dos gambás-de-orelha-branca. Conforme Carvalho (1994), a uva-do-japão frutifica de março a outubro. Na área de estudo, em Maquiné, a frutificação se estendeu, em 2019, de fevereiro a agosto, mês em que os pseudofrutos já estavam no chão e em alto grau

de deterioração. De acordo com Cáceres (2006), os marsupiais neotropicais consomem frutos pertencentes a, pelo menos, 34 famílias de plantas, principalmente bagáceos ou drupáceos, com destaque para Solanaceae, Araceae, Urticaceae, Melastomataceae e Moraceae (MARTINS et al., 2006; LESSA e COSTA, 2010). À exceção de Araceae, as demais famílias estão representadas em uma ou ambas as áreas de estudo (VIEIRA, 2007; TRENTIN, 2017).

Muitas espécies de frutos zoocóricos apresentam um longo período de frutificação durante o ano, como é o caso de espécies dos gêneros *Cecropia*, *Ficus* e *Solanum* (CÁCERES et al., 1999; CÁCERES, 2003; CÁCERES, 2012), os quais são consumidos por vários didelfídeos (CARVALHO et al., 1999; CÁCERES, 2002, 2004; CASELLA, 2011). Espécies destes três gêneros de plantas ocorrem na área de estudo, em Maquiné, e algumas frutificam no mesmo período da uva-do-japão, tais como *Cecropia glaziovii* Snelth., *Ficus adhatodifolia* Schott, *Ficus cestrifolia* Schott, *Solanum pseudoquina* A. St.-Hill. e *Solanum sanctaecathariniae* Dunal (Tabela 1). Na REBIO Mata Paludosa, por sua vez, embora estas ou outras espécies pertencentes a estes três gêneros, com período de frutificação coincidente com o de *Hovenia dulcis*, não constem na lista florística de Vieira (2007), inúmeros indivíduos de *Ficus cestrifolia* foram observados durante as amostragens na unidade de conservação. Cáceres et al. (2009) e Jungues et al. (2017) destacam que um dos itens alimentares mais frequentes no conteúdo fecal de *D. albiventris* foi *Ficus cestrifolia*, registrada em ambas as áreas de estudo. O gênero *Ficus* é considerado um dos mais importantes para os frugívoros de florestas tropicais, fornecendo recurso alimentar durante as estações com escassez de frutos, em razão de sua frutificação assincrônica (SUGAI e CARA, 2009).



<i>Machaerium paraguariense</i>
Hassl
<i>Luehea divaricata</i> Mart. &
Zucc.
<i>Randia ferox</i> (Cham. &
Schltdl.) DC
<i>Psychotria carthagagenensis</i>
Jacq.
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl
<i>Guapira opposita</i> (Vell.)
Reitz
<i>Chrysophyllum marginatum</i>
(Hook. & Arn.) Radlk
<i>Solanum pseudoquina</i> A.
St.-Hill.
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.)
Mart
<i>Pachystroma longifolium</i>
(Nees) I.M.Johnst.
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.)
R.Br.
<i>Roupala brasiliensis</i>
Klotzsch
<i>Acianthera glumacea</i>
(Lindl.) Pridgeon &
M.W.Chase
<i>Mollinedia elegans</i> Tul.
<i>Mollinedia schottiana</i>
(Spreng.) Perkins
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.)
L.G.Lohmann

Tabela 1. Lista das espécies florísticas encontradas na Pousada Ecológica Recanto da Mata, em Maquiné, RS, que frutificam no mesmo período da *Hovenia dulcis* Thunb, e o respectivo gradiente de frutificação. As letras nas colunas significam as iniciais dos meses, de janeiro a dezembro.

Aparentemente, os pseudofrutos de *H. dulcis* não se mostraram um item importante na dieta de *D. albiventris*, uma vez que as sementes da uva-do-japão corresponderam a apenas 3,1% das sementes encontradas nas amostras fecais, considerando todas as demais espécies vegetais. Embora esta espécie de marsupial tenha incluído os pseudofrutos em sua dieta, quando estavam disponíveis no ambiente, demonstrou preferência por outras espécies de plantas.

Os experimentos de germinação realizados com *Hovenia dulcis* demonstraram que as diferenças encontradas não foram ao acaso. Houve diferença significativa no percentual de germinação entre o grupo controle e o grupo teste ($\chi^2 = 16,598$; $gl = 1$; $p < 0,0001$). O percentual de sementes encontradas nas amostras fecais, que germinaram (16%), foi significativamente inferior ao percentual de sementes extraídas dos pseudofrutos, que germinaram (48%). Portanto, parece que a ingestão das sementes pelos marsupiais prejudicou a germinação da planta invasora. Cáceres e Monteiro-filho (2007) testaram a germinação de 14 espécies vegetais e a maioria das sementes não diferiu significativamente entre os grupos controle e teste. Cantor et al. (2010) avaliaram o sucesso de germinação de cinco espécies vegetais após a passagem pelo trato digestório de *D. albiventris* e observaram que a viabilidade das sementes variou entre as espécies. Jungues et al. (2018) apontam que tanto a porcentagem como a velocidade de germinação aumentaram

após a passagem das sementes pelo sistema digestório de *D. albiventris* em amostras de *Ficus cestrifolia* e de *Psidium* sp. Neste contexto, é possível afirmar que *D. albiventris* pode contribuir para a dispersão de várias espécies de plantas.

Vários trabalhos sobre dieta de marsupiais registraram sementes de *Hovenia dulcis* em amostras fecais (SOHN, 2006; CANTOR, 2010; LEIVA, 2010; CÁCERES 2013; CANTOR 2013). No entanto, poucos testaram a viabilidade das sementes após a passagem pelo trato digestório do animal. Sohn (2006) testou a viabilidade das sementes de *H. dulcis* encontradas em fezes de *D. albiventris* e obteve uma taxa de 54,76% de germinação, concluindo que possivelmente o gambá-de-orelha-branca contribui para a dispersão da planta, o que difere dos resultados apresentados neste estudo. Jungues et al. (2018) demonstraram que *D. albiventris* pode dispersar uma grande quantidade de sementes endozoocóricas de pequenas dimensões, aumentando tanto o percentual quanto a velocidade de germinação de algumas espécies. Cáceres (2012) enfatiza, ainda, que o tempo de digestão de marsupiais didelfídeos (em torno de 24h) não danifica as sementes, principalmente quando as sementes são pequenas. Porém, isso parece ter ocorrido com as sementes de *H. dulcis* encontradas nas amostras fecais avaliadas neste estudo, uma vez que o grupo teste evidenciou uma baixa taxa de germinação comparado ao grupo controle. Por consequência, possivelmente *D. albiventris* não está contribuindo para a dispersão desta planta exótica e invasora na área de estudo, em Maquiné. No entanto, estes resultados devem ser considerados com cautela, em razão do baixo tamanho amostral, sendo necessários estudos complementares.

4 | CONCLUSÃO

Apesar de alguns estudos demonstrarem o consumo e dispersão de *Hovenia dulcis* por mamíferos, *Philander quica* não consumiu pseudofrutos da uva-do-japão, pois não foram encontradas sementes nas amostras fecais coletadas. *Didelphis albiventris*, por sua vez, apesar de incluir os pseudofrutos em sua dieta, parece não estar contribuindo para a dispersão desta planta exótica e invasora, já que a ingestão das sementes reduziu o percentual de germinação. No entanto, estudos complementares são necessários para uma melhor compreensão das interações entre *Hovenia dulcis* e os marsupiais.

AGRADECIMENTOS

À Capes e à Fapergs pela bolsa concedida.

À SEAPDR- DDPA pela disponibilização da infraestrutura.

Aos Gestores da Reserva Biológica Estadual (REBIO) Mata Paludosa.

Aos proprietários da Pousada Ecológica Recanto da Mata, Marcelo Tcheli e Ivania Kunzler.

REFERÊNCIAS

ASLAN, C. E. Implications of newly-formed seed-dispersal mutualism between birds and introduced plants in northern California, USA. **Biological Invasions**, v. 13, p. 2829-2845, 2011.

BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia, Botânica**, v. 60, n. 1, p.17-24, 2005.

CÁCERES, N.; DITIRICH, V A.O.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Fruit consumption, distance of seed dispersal and germination of Solanaceous plants ingested by the common opossum (*Didelphis aurita*) in southern Brazil. **Revue d'Ecologie (Terre et la Vie)**, v. 54, p. 225-234, 1999.

CÁCERES, N.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Tamanho corporal em populações naturais de *Didelphis* (Mammalia: Marsupialia) do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 461-469, 1999.

CÁCERES, N.C.; GHIZONI-JR, I.R.; GRAIPEL, M.E. Diet of two marsupials, *Lutreolina crassicaudata* and *Micoureus demerarae*, in a coastal Atlantic Forest island of Brazil. **Mammalia**, v. 66, p. 331-340, 2002.

CÁCERES, N. C.; MOURA, M. O. Fruit removal from a wild tomato, *Solanum granulosoleprosum* Dunal (Solanaceae), by birds, bats and non-flying mammals in an urban Brazilian environment. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 519-522, 2003.

CÁCERES, N. C. Diet of three didelphid marsupials (Mammalia, Didelphimorphia) in southern Brazil. **Mammalian Biology**, v. 69, n. 6, p. 430-433, 2004.

CÁCERES, N. C.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Germination in seed species ingested by opossums: implications for seed dispersal and forest conservation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 6, p. 921-928, 2007.

CÁCERES, N C.; PRATES, L.Z.; GHIZONI-JR, I. R.; GRAIPEL, M. E. Frugivory by the black-eared opossum *Didelphis aurita* in the Atlantic Forest of southern Brazil: roles of sex, season and sympatric species. **Biota Neotropica**, v. 22, p. 203-211, 2009.

CÁCERES N. C.; LESSA, L. G. O papel de marsupiais na dispersão de sementes. In: CÁCERES, N. C. (Ed.). **Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação**. Campo Grande: UFMS, p. 407-417. 2012.

CÁCERES, N. C. MACHADO, A. F. Spatial, Dietary and Temporal Niche Dimensions in Ecological Segregation of Two Sympatric, Congeneric Marsupial Species *The Open Ecology Journal*, v. 6, p. 10-23, 2013.

CANTOR, M.; FERREIRA, L. A.; SILVA, W. R.; SETZ, E. Z. F. Potential seed dispersal by *Didelphis albiventris* (Marsupialia: Didelphidae) in highly disturbed environment. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 45-51, 2010.

CANTOR, M.; PIRES, M.; LONGO, G.; GUIMARÃES, P.; SETZ, E. Individual variation in resource use by opossums leading to nested fruit consumption. **Oikos**, v. 122, p. 1085-1093, 2013.

CARVALHO, P. E. R. Ecologia, silvicultura e usos da uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg). **Boletim Técnico**, Embrapa – CNPFloresta, v. 23, p. 1-24, 1994.

CARVALHO, F. M. V.; PINHEIRO, P. S.; FERNANDEZ, F. A.; NESSIMIAN, J. L. Diet of small mammals in Atlantic Forest fragments in southeastern Brazil. **Zoociências**, v. 1, n. 1, p. 91-101, 1999.

CASELLA, J. Diet of *Didelphis aurita* and *Micoureus paraguayanus* and the fruit availability in a semideciduous Atlantic Forest in Southern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 6, p. 85-93, 2011.

CHARLES-DOMINIQUE, P.; ATRAMENTOWICZ, M.; CHARLES-DOMINIQUE, M.; GERARD, H.; HLADIK, C.M.; PREVOST, M.F. Les mammifères frugivores arboricoles nocturnes d'une forest guyanaise: interrelations plantes-animaux. **Revie d'Ecologie** (Terre et Vie), v. 35, p. 341-435, 1981.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Ecology and social adaptations in didelphid marsupials: comparison with eutherians of similar ecology. In: EISENBERG, J. F.; KLEIMAN, D. G. **Advances in the study of mammalian behavior**. Special Publication of the American Society of Mammalogist, n. 7, p. 395-422, 1983.

CORDERO, G. A.; NICOLAS, R. A. Feeding habits of the opossum (*Didelphis marsupialis*) in northern Venezuela. **Fieldiana Zoology**, v. 39, p. 125-131, 1987.

DECHOUM, M. D. S. **Invasão por *Hovenia dulcis* / Thunb. (Rhamnaceae) nas florestas do rio Uruguai: aspectos ecológicos e diretrizes para o manejo**. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. 148p.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 14 de janeiro de 2017.

GALLETI, M.; PIZZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Fenologia, frugivoria e dispersão de sementes. In: CULLEN, L. JR.; RUDRAN, R.; PÁDUA, C. V. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. 667p.

HYUN T. K; EOM S. H; YU C. Y. , ROITSCH T. *Hovenia dulcis* - an Asian traditional herb. **Planta Medica**, v. 76, n. 10, p. 943-949, 2010.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. Local: Wallingford, UK. Edcabi Publ, 2000. p. 125-166.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZZO, M. A.; SILVA, W. R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à Biologia da Conservação. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. (Orgs.). **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos, SP: Rima, 2006. p. 411-436.

JUNGES, S. O.; CONSATTI, G.; PÉRICO, E.; BORDIGNON, S. A. L.; FREITAS, E. M.; CADEMARTORI, C. V. Endozoochory by *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (Mammalia, Didelphimorphia) in a Semideciduous Seasonal Forest remnant in the South of Brazil. **Biota Neotropica**, n.18, p. 1-8, 2017.

LEIVA, M. **Frugivoria e germinação de sementes após passagem pelo sistema digestivo de marsupiais em Floresta Estacional Semidecidual**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2010. 53 p.

LESSA, L. G.; COSTA, F. N. Diet and seed dispersal by five marsupials (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian Cerrado reserve. **Mammalian Biology**, v. 75, p. 10-16, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 1. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992. 385p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 2. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1998. 384p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 3. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2009. 385p.

LORENZI, H. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. v. 1. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992. 385p.

MARTINS, E. G.; BONATO, V.; PINHEIRO, H. P.; REIS, S. F. Diet of the gracile mouse opossum (*Gracilinanus microtarsus*) (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian Cerrado: patterns of food consumption and intrapopulation variation. **Journal of Zoology**, v. 269, p. 21–28, 2006.

SOHN, N. **Estudo da dieta do gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris* Lund, 1841) em uma área urbana de Curitiba-PR (Mammalia, Marsupialia)**. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. 40p.

TRENTIN, B. A. **Laudo de cobertura vegetal da Pousada Ecológica Recanto da Mata**. Laudo técnico. Maquiné, 2017. 55p.

VIEIRA, L.F.S. **A leitura da paisagem como instrumento para o plano de manejo: Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa, Itati - RS**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, 2007. 197p.

CAPÍTULO 9

MONITORAMENTO DAS PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA PRESENTES NA ALÇA RODOVIÁRIA NORTE, ITABIRITO-MG

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 25/05/2020

- Elaine Ferreira Barbosa**
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4779626501006184>
- Douglas Henrique da Silva**
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4069445542636187>
- Bernardo de Faria Leopoldo**
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4686217619085256>
- Laís Ferreira Jales**
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7262633110716010>
- Daniel Milagre Hazan**
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5708667445477998>
- Raphael Costa Leite de Lima**
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1096807064622759>
- Ana Elisa Brina**
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1794799043368428>

RESUMO: Em paisagens fragmentadas, a conservação da biodiversidade só é possível a partir da adoção de medidas concretas

para o reestabelecimento de conexões entre ambientes naturais que permitam a manutenção dos processos ecológicos naturais. Este estudo objetiva avaliar a eficácia de duas passagens inferiores de fauna implantadas na Alça Rodoviária Norte em Itabirito - MG, cerca de 1300 metros a leste da BR-040: uma passagem úmida no Córrego do Sabão e uma passagem seca/úmida em drenagem intermitente. Ambas estabelecem importante conectividade florestal entre as unidades de conservação Estação Ecológica Estadual de Arêdes e Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda e outras áreas. Em cada passagem de fauna foi instalada uma câmera digital de vídeo com sensor infravermelho para monitoramento contínuo por armadilhamento fotográfico. De novembro de 2016 a maio de 2018, foi empreendido um esforço amostral de 1.076 armadilhas-noite, aproximadamente 26.544 horas de amostragem; foram registradas 301 travessias de indivíduos da fauna pertencentes a 12 táxons, sendo outros 7 táxons registrados no entorno das passagens, durante buscas ativas por evidências. As espécies que mais utilizaram as passagens foram *Cuniculus paca* (paca) com 114 registros; *Mazama gouazoubira* (veado-catingueiro) com 104; e *Leopardus guttulus* (gato-do-mato) com 28 registros.

A ordem Carnívora foi a mais representativa no estudo, com oito espécies, incluindo as ameaçadas de extinção *Leopardus guttulus* (gato-do-mato), *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) e *Puma concolor* (onça-parda). A utilização das passagens por espécies de habitats e níveis tróficos variados evidencia a importância da sua implantação para mitigar ações que alteram a conectividade de ecossistemas; confirma sua eficácia como ferramenta de planejamento da paisagem e efetivação de corredores de interligação entre UCs e áreas naturais remanescentes em seu entorno; e possibilita acompanhar e propor eventuais adequações dos mecanismos de passagem e definir ações de manejo e conservação da fauna no território.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia de estradas, passagens de fauna, conectividade na paisagem, médios e grandes mamíferos.

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=Z1EC9NFkBYE>

ABSTRACT: Biodiversity in fragmented landscapes is made possible by adoption of concrete actions to reestablishing connections between natural remnants areas and to allow the maintenance of ecological processes. The present study aims to evaluate the effectiveness of two fauna underpasses implanted in the Alça Rodoviária Norte in Itabirito - MG, about 1300 meters east of BR-040: a wet passage in the Córrego do Sabão and a dry / wet passage in intermittent drainage. Both establish important connectivity between the Conservation Units Arêdes State Ecological Station and Serra da Moeda State Natural Monument and other areas. In each fauna passage, a camera trap with infrared sensor was installed for continuous monitoring by photographic trapping. From November 2016 to May 2018, a sampling effort of 1,076 night traps was undertaken, approximately 26,544 hours of sampling; 301 crossings of fauna individuals belonging to 12 taxa were recorded, with another 7 taxa recorded around the passages, during active searches for evidence. The species that most used these passages were *Cuniculus paca* (paca) with 114 records; *Mazama gouazoubira* (brocket deer) with 104; and *Leopardus guttulus* (wild cat) with 28 records. The Carnívora order was the most representative in the study, with eight species, including the endangered *Leopardus guttulus* (wildcat), *Chrysocyon brachyurus* (maned wolf) and *Puma concolor* (cougar). The use of passages by species of varied habitats and trophic levels shows the importance of their implementation to mitigate actions that alter the connectivity of ecosystems; confirms its effectiveness as a landscape planning tool and the implementation of interconnection corridors between UCs and remaining natural areas in its surroundings; and makes it possible to monitor and propose any adjustments to the passage mechanisms and to define actions for the management and conservation of fauna in the territory.

KEYWORDS: Road ecology, fauna crossings, landscape connectivity, medium and large mammals, Camera trapping.

INTRODUÇÃO

Os efeitos de empreendimentos lineares, sobre ambientes naturais, vêm sendo debatidas no mundo, há mais de 60 anos (BAGER *et al.*, 2007). Técnicas de minimização de impacto (BAGER, 2003; GARDNER *et al.*, 2004), modelos de predição de atropelamento (GUNDERSEN e ANDREASSEN, 1998; GIBBS e SHRIVER, 2002, BARBOSA *et al.*, 2020), métodos de compensação ecológica (CUPERUS *et al.*, 1999) já foram discutidos. Porém, em geral resultam quase exclusivamente, de estudos sobre a mortalidade de vertebrados em estradas e rodovias (BAGER *et al.*, 2007).

Estradas afetam os habitats de maneira desproporcional à área que ocupam, impactando a vida silvestre, em decorrência da perda e da fragmentação de habitat, atropelamentos e distúrbios na movimentação da fauna (BELLIS *et al.*, 2013). Alguns autores sugerem, que a barreira formada por estradas, além de fragmentar a paisagem, interrompe o fluxo de algumas espécies e causa uma expressiva alteração, nas relações ecológicas, entre as espécies que utilizam a borda (MADER, 1984; BURNETT, 1992; FORMAN e ALEXANDER, 1998).

As margens de uma estrada podem ser consideradas ambientes de borda (MURCIA, 1995; SCOSS *et al.*, 2004) e influenciam os ecossistemas adjacentes, pois criam um ecotone, atuam como fonte de poluição, barreiras para a dispersão de plantas e de animais, além de provocar a perda direta de indivíduos por atropelamento. Também podem atuar como corredores (BENNETT, 1991; FORMAN, 1998), já que facilitam a movimentação de plantas e de animais, além da propagação de distúrbios como os incêndios e a captura de animais silvestres (SCHONEWALD-COX e BUECHNER, 1992; FORMAN e ALEXANDER, 1998; SPELLERBERG, 1998).

Os principais impactos causados por estradas, sobre ambientes naturais, incluem: alteração do ambiente físico e químico; aumento do uso antrópico; destruição e alteração de habitats; efeito de borda; introdução e dispersão de espécies exóticas; modificação do comportamento animal; e incremento da mortalidade da fauna, devido às colisões com veículos; fragmentação e isolamento de habitats e populações; redução no tamanho das populações (GOOSEM, 1997; TROMBULAK e FRISSELL, 2000).

Diversas estratégias têm sido usadas, com diferentes graus de sucesso, para a mitigação dos impactos das estradas sobre a vida silvestre (BELLIS *et al.*, 2013). Passagens de fauna são estruturas importantes para aumentar a permeabilidade entre as margens de uma estrada. O monitoramento, desse tipo de estrutura, pode fornecer informações biológicas sobre as espécies que as utilizam (YANES *et al.*, 1995). Outros estudos mostram que, túneis sob estradas, auxiliam a dispersão da fauna, sendo a intensidade de uso e a movimentação, através destas estruturas, muito variável entre os diversos grupos faunísticos (HUNT *et al.*, 1987; YANES *et al.*, 1995).

É importante entender como as espécies respondem individualmente aos impactos;

porém, a compreensão ao nível de comunidade é fundamental para a aplicabilidade dos resultados obtidos (PETERS *et al.*, 2010), porque subsidia a proposição de medidas capazes de reduzir os impactos, sobre uma maior gama de espécies (MAIA, 2013).

Compreender os efeitos, das estradas e das rodovias, sobre a fauna, representa uma ferramenta efetiva para tomada de decisões, elaboração de planos de mitigação de impactos e conservação da biodiversidade. O objetivo deste estudo, portanto, é avaliar a eficácia das passagens inferiores de fauna, na Alça Rodoviária Norte, na Mina Várzea do Lopes, em Itabirito-MG.

METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido, no período de 14 de novembro de 2016 a 05 de maio de 2018, no âmbito dos trabalhos realizados, ao longo do processo de licenciamento ambiental, para expansão da Mina de Várzea do Lopes, quando foi estabelecida condicionante, determinando a execução de atividades de monitoramento da fauna, conforme diretrizes da Autorização para Manejo de Fauna Silvestre nº 424.003/2017.

Área de estudo

A Alça Rodoviária Norte, na Mina Várzea do Lopes da GERDAU, encontra-se em Itabirito - Minas Gerais, a cerca de 45km de distância, da sede municipal de Belo Horizonte e está localizada na transição entre os domínios do Cerrado e da Mata Atlântica, na borda oeste do Quadrilátero Ferrífero, nos limites da Serra da Moeda. A região é considerada prioritária para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais, com “importância biológica Especial”, em função da alta riqueza de vertebrados; do endemismo de alguns grupos; e da presença de campos rupestres ferruginosos, ambientes de distribuição restrita no estado (DRUMMOND *et al.*, 2005).

A vegetação florestal e campestre, da região da Serra da Moeda, possuem extrema relevância para a manutenção da flora e da fauna silvestre, razão da criação de duas Unidades de Conservação, na categoria de “proteção integral”: a Estação Ecológica Estadual de Arêdes (Decreto nº45.397, de 14/06/2010), no município de Itabirito; e o Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda (Decreto nº 45.472, de 21/09/2010), abrangendo os municípios de Itabirito e de Moeda, com parte do seu território, em terrenos de propriedade da Gerdau.

O trecho monitorado (trecho 0 a 107), corresponde aos primeiros 2,14 quilômetros da estrada implantada, onde foram instaladas duas passagens inferiores: a passagem úmida do Córrego do Sabão e a passagem seca-úmida, em drenagem intermitente, a cerca de 1300 metros a leste da rodovia BR-040 (Figura 1).

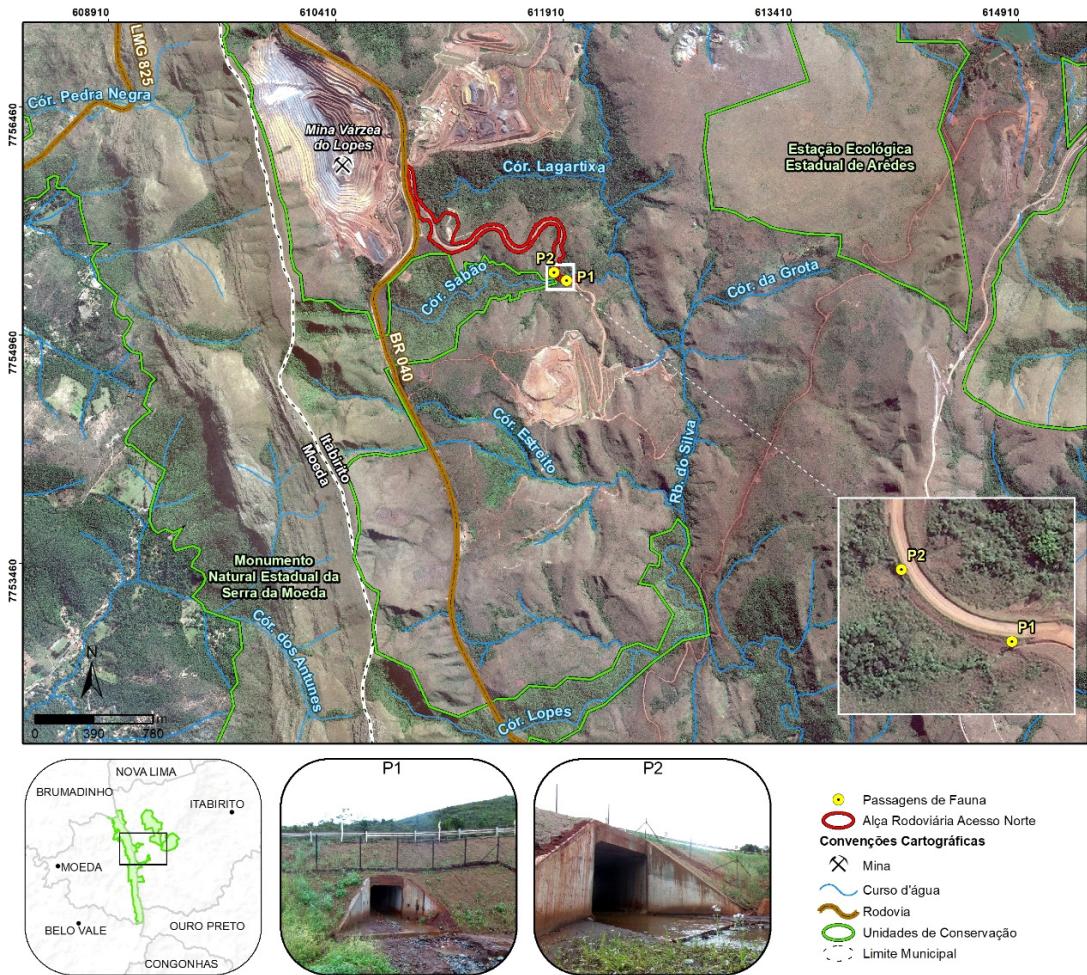


Figura 1 - Localização, do trecho monitorado, da Alça Rodoviária Norte e das passagens inferiores de fauna, entre as Unidades de Conservação.

Armadilhamento fotográfico e busca ativa

A utilização, das passagens de fauna implantadas, foi verificada por meio de armadilhamento fotográfico, para o registro de travessia das espécies de vertebrados (Quadro 1).

Em cada passagem de fauna foi instalada uma câmera digital de vídeo, com sensor infravermelho, da marca Bushnell (modelo Trophy CamTM HD Aggressor Low-Glow 119774). As armadilhas fotográficas foram instaladas no primeiro dia de monitoramento, ainda durante a fase de instalação do empreendimento, a uma altura de aproximadamente 50 cm do solo, em pontos que permitem a captura da imagem dos animais, associados às passagens. Permaneceram em funcionamento, para amostragem permanente, durante 24 horas por dia. As manutenções foram realizadas em 27/06/2017, 25/09/2017 e 29/12/2017: as fotos e os vídeos registrados, armazenados nos cartões de memória, de cada equipamento, foram descarregados e avaliados, para contabilizar cada um dos registros, para cada estrutura.

Passagem de Fauna	Coordenadas UTM SIRGAS 2000 (Fuso 23K)		Período de amostragem		Dias de amostragem / Número de registros
	X	Y	Início	Término	
A1 - Passagem inferior (Córrego Sabão)	611936.45	7755345.99	14 a 26 nov/2016	05 mai/2018	538 dias / 79 registros
A2 - Passagem em curso d'água (seca/úmida)	611883.00	7755395.10	14 a 26 nov/2016	05 mai/2018	538 dias / 222 registros

Quadro 1 - Amostragem por armadilhamento fotográfico, nas passagens de fauna, na Alça Rodoviária Norte (trecho 0 a 107)

Na área, ainda foram realizadas, buscas ativas da presença de espécies, por evidências diretas (visualizações e/ou vocalizações) e indiretas (rastros, fezes, tocas, carcaças, ossadas), ocorrendo por meio de caminhamentos, no período diurno ao longo de trilhas, acessos, áreas de solo exposto e nas margens de corpos d'água, nos fragmentos de mata e de campos, próximos as passagens de fauna, lentamente, de forma a produzir o mínimo de ruído possível e evitar o afugentamento de espécimes.

Análise dos dados

O número total de registros, por táxon, foi utilizado como medida de uso das estruturas, monitoradas no estudo. Para identificar as espécies, mais frequentemente registradas, por ambos os métodos de estudo (armadilhamento fotográfico e busca ativa), utilizando as passagens ou no entorno, bem como aquelas pouco frequentes, durante o período da amostragem, foram utilizados ajustes de modelo de distribuição da abundância (MAGURRAN, 2004). Assume-se, que o total de registros, apresenta relação linear e positiva, com a abundância real das populações locais (WILSON *et al.*, 1996).

Para avaliar a suficiência amostral, foi elaborada a curva de acumulação de espécies, em função do número de registros obtidos, pelo método quantitativo de armadilhamento fotográfico. Utilizou-se uma matriz, composta por espécie registrada por armadilhas-noite, foram geradas as estimativas de riqueza de espécies, com auxílio do programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2013), a partir do uso do estimador *Jackknife* de 1^a ordem (HELTSHE e FORRESTER, 1983). A fórmula utilizada, para a estimativa *Jackknife* 1 é apresentada a seguir:

$$S_{jack1} = S_{obs} + Q1 * \frac{m-1}{m}, \text{ onde:}$$

S_{jack1} - Riqueza de espécies estimada (procedimento *Jackknife* de 1^a Ordem);

S_{obs} – Riqueza de espécies observada, a partir dos dados coletados;

Q1 – Número de espécies que ocorrem em apenas uma amostra;

m – Número de amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se, as duas passagens de fauna monitoradas, o esforço amostral do monitoramento fotográfico foi equivalente a 1.076 armadilhas-noite, num total aproximado de 26.544 horas de amostragem, em 18 meses de estudo. Complementarmente, 21,7 horas foram empregadas, nas buscas ativas, por evidências da presença da fauna, no entorno das passagens.

Durante o período, foram 301 registros de travessia, por 12 táxons da fauna, além de outros 7 táxons, no entorno das passagens, durante a busca ativa por evidências (Quadro 2). Os mamíferos registrados, utilizando as passagens de fauna, representam cerca de 79% da mastofauna, de médio e de grande porte, atribuída para as unidades de conservação MONA, da Serra da Moeda e ESEC de Arêdes, cujos Planos de Manejo indicaram a ocorrência de 24 e 21 espécies, respectivamente (DETZEL CONSULTING, 2016a; b).

CLASSE, Ordem e Família	Espécie	Nome Popular	Tipo de Registro	Local de Registro
MAMMALIA Pilosa Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-mirim	AF	Alça Norte; A2
Cingulata Dasypodidae	<i>Cabassous</i> sp. ^A	Tatu	AF	A1; A2
	<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Tatu-galinha	AF	Alça Norte; A1; A2
	<i>Dasypus septemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Tatuí	AF	A2
	<i>Dasypus</i> sp.	Tatu-galinha	AF	A2
	<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Tatu-peba	CC; TO	Alça Norte
Artiodactyla Cervidae	<i>Mazama gouazoubira</i> (G. Fischer, 1814)	Veado-catingueiro	AF	A1; A2
	<i>Mazama</i> sp. ^B	Veado	VI; AF	Alça Norte; A1; A2
Carnivora Canidae	<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Cachorro-domato	FE; AF	Alça Norte; A2
	<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	Lobo-guará	PE; FE	Alça Norte
Felidae	<i>Leopardus guttulus</i> (Hensel, 1872)	Gato-domato-pequeno	AF	A1; A2
	<i>Leopardus</i> sp. ^C	Gato-domato	VES	Alça Norte; A1
	<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Onça-parda	PE	Alça Norte;
Mustelidae	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Irara, papamel	AF; PE	Alça Norte; A2
	<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	Furão	AF; VI	A2
Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	Mão-pelada; guaxinim	PE	Alça Norte

Rodentia Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Paca	AF; VI; PE	Alça Norte; A1; A2
Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1758)	Ouriço	VI	Alça Norte
Lagomorpha Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	Tapeti	PE	Alça Norte

Quadro 2 - Espécies da fauna, registradas durante o monitoramento, do trecho da Alça Norte - Mina Várzea do Lopes.

Legenda: Tipo de Registro: AF = Armadilha Fotográfica; VI= Visualização; Ves=Vestígio; Vo= Vocalização; Pe= Pegada; Fe-Fezes. Local de Registro: A1 = Passagem inferior (Córrego Sabão); A2 = Passagem em curso d'água (seca/úmida); Alça Norte = Trilhas e caminhamentos na Alça Norte, entorno das passagens de fauna.

A- *Cabassous* sp. pode corresponder tanto a *Cabassous unicinctus* quanto a *Cabassous tatouay*, ambas com distribuição para a região do estudo (GARDNER, 2007; PAGLIA et al., 2012).

B- *Mazama* sp. pode corresponder tanto a *Mazama americana* quanto *Mazama gouazoubira*, ambas com distribuição para a região do estudo (DUARTE et al., 2012a; DUARTE et al., 2012b; PAGLIA et al., 2012).

C- Considerando que o gênero *Leopardus* apresenta três espécies com distribuição potencial para a região de estudo , (*Leopardus pardalis* , *Leopardus guttulus* e *Leopardus wiedii*) (OLIVEIRA e CASSARO, 2005; TRIGO et al., 2013) e que apenas uma espécie foi registrada para a área de estudo, *Leopardus* sp. foi considerado como um táxon adicional no cálculo da riqueza total.

Dentre os mamíferos, que mais utilizaram as passagens, ou seja, aqueles com maior abundância de registros, estão espécies com preferências de hábitat e de níveis tróficos variados, desde consumidores a predadores, de topo de cadeia.

Cuniculus paca (paca), de hábito terrestre e típica de áreas florestadas e margens de corpos d'água, foi a espécie mais abundante até o momento, com 114 registros, na passagem seca-úmida.

Em seguida, foi identificado *Mazama gouazoubira* (veado-catingueiro), utilizando ambas as passagens de fauna, com 104 registros, sendo 31 na passagem seca-úmida e 73, na passagem úmida. Destaca-se o registro de filhotes, acompanhando o casal (Figura 2: C e D). Na busca ativa foram registradas pegadas de *Mazama* sp., que pode ser atribuída também ao veado-mateiro (*Mazama americana*), que apresenta distribuição simpátrica na região.

Vale destacar, a presença frequente de *Leopardus guttulus* (gato-do-mato), utilizando as passagens, com 28 registros/travessias da espécie, sendo apenas uma, na passagem úmida. A espécie é considerada “Vulnerável”, em nível nacional e internacional (MMA, 2014; IUCN, 2020) e, apesar de ser capaz, de utilizar áreas com diferentes graus de perturbação, é uma espécie típica de ambientes florestais. Por apresentarem elevada capacidade de deslocamento e necessitarem de áreas de vida extensas, acredita-se que os indivíduos dessa e das demais espécies de felinos, como *Puma concolor* (onça-parda), também utilizem/ocupem a área, com a ocorrência associada à presença dos capões de mata. Os vestígios, desta última espécie, foram encontrados a 35 metros, da passagem úmida, evidenciando o deslocamento nesta área de conectividade.



Figura 2 – Registros das armadilhas fotográficas das espécies atravessando as passagens de fauna.

A. *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno) **B.** *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha) **C. e D.** *Mazama gouazoubira* (veados-catingueiro) **E.** *Galictis cuja* (furão) **F.** *Eira barbara* (irara) **G.** *Tamandua tetradactyla* (tamanduá-mirim) **H.** *Cuniculus paca* (paca).

A ordem Carnivora foi a mais representativa no estudo, com o registro de oito espécies, das quais três foram registradas pelo armadilhamento fotográfico (Figura 2): *Leopardus guttulus* (gato-do-mato), ameaçada de extinção; e os mustelídeos, *Galictis cuja* (furão) e *Eira barbara* (irara). Outros cinco táxons, todos pertencentes à Ordem Carnivora foram identificados, por meio de vestígios encontrados durante as buscas, por evidências nas proximidades das passagens (Figura 5): *Cerdocyon thous* (cachorro-do-

mato); *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará); *Puma concolor* (onça-parda), registrados a 35 metros da passagem úmida; *Leopardus* sp. (gato-do-mato); e *Procyon cancrivorus* (mão-pelada). Em seguida, aparecem as Ordens Cingulata (cinco táxons), Artiodactyla e Rodentia (ambas com dois táxons). As Ordens Pilosa e Lagomorpha, tiveram apenas uma espécie detectada.

A representatividade de cada ordem está relacionada, ao número de espécies, que apresentaram distribuição para a região de estudo. Nesse sentido, dentre os mamíferos de médio e de grande porte, Carnivora, foi a ordem com maior número de representantes, com distribuição para a região, considerando espécies que ocorrem em Mata Atlântica, com 17 espécies conhecidas (PAGLIA *et al.*, 2012). Isso explica, a maior quantidade de espécies de Carnivora, assim como a baixa riqueza, observada nas ordens Pilosa e Lagomorpha, esta última, com apenas uma espécie com distribuição regional.

De um total de 19 táxons, 52% das espécies foram registradas, de uma a três vezes ao longo do monitoramento (Figura 3). Esses resultados indicam, que a distribuição dos registros foi baseada numa série exponencial, o que significa que a distribuição é típica de J-invertido - poucas espécies são mais frequentes, enquanto a maioria, apresenta baixo número de registros de travessias (até três registros, após 18 meses de monitoramento).

As riquezas, observadas e estimadas, para as duas passagens de fauna (úmida e seca-úmida) foi apresentada na curva do coletor ou na curva de acumulação de espécies (Figura 4). Utilizando-se os dados, das armadilhas fotográficas, ao longo do período amostrado (nov/2016 a mai/2018), a curva de acúmulo de espécies observadas (*Mao Tau*), detectou para o estudo, 12 espécies de mamíferos, de médio e de grande porte para a área; já o estimador *Jackknife 1*, indicou 14 espécies. Portanto, 85% das espécies de mamíferos, de médio e de grande porte, puderam ser amostrados com essa metodologia.

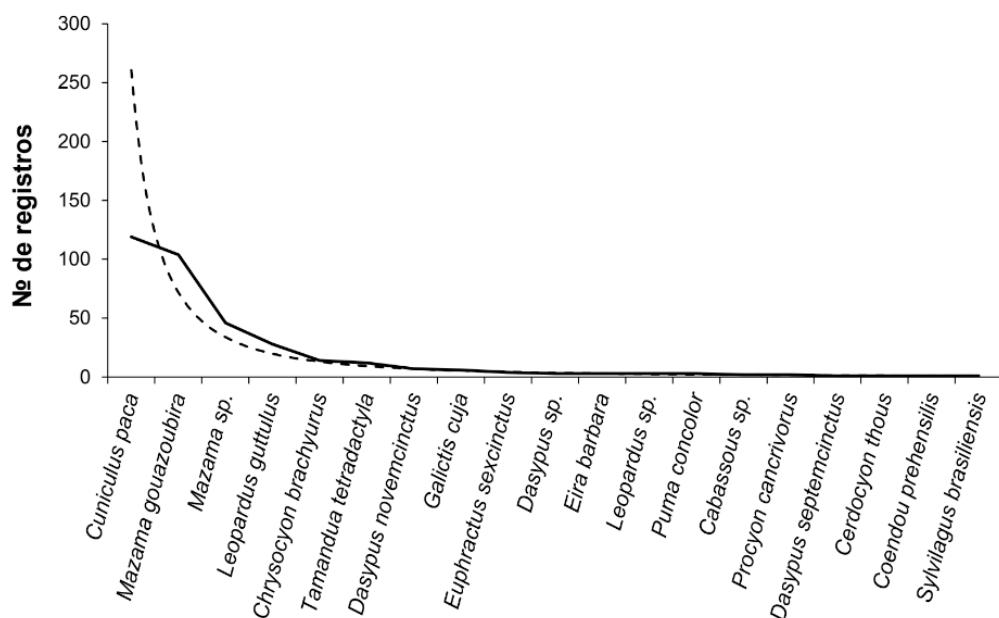


Figura 3 - Distribuição do número de registros por espécie na Alça Rodoviária Norte.

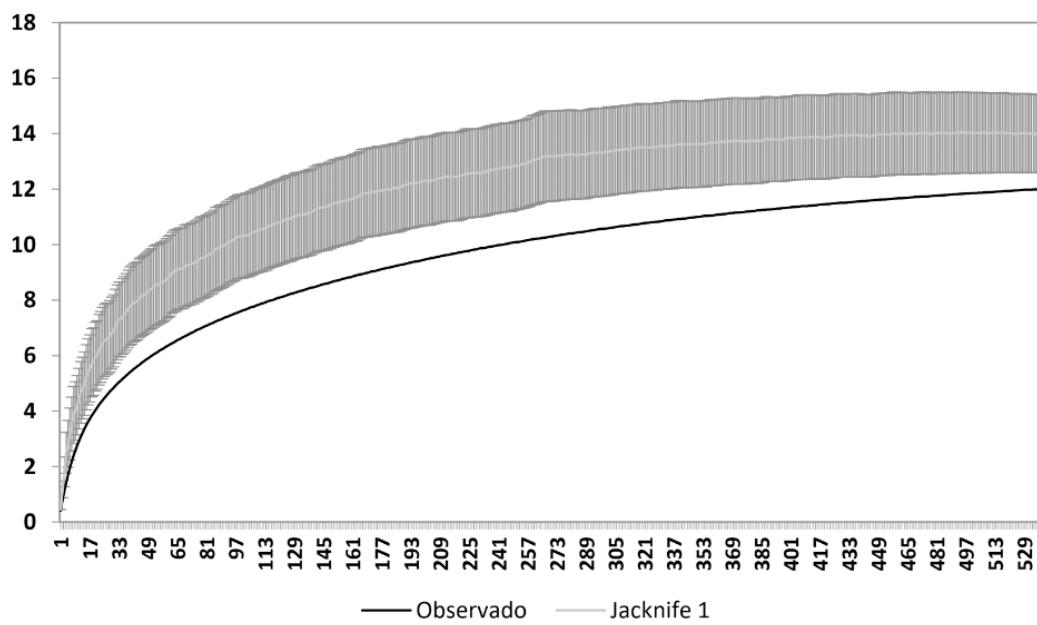


Figura 4 - Riqueza observada e estimada (Jack 1), de mamíferos, registrados por armadilhamento fotográfico, nas passagens de fauna, da Alça Rodoviária Norte.

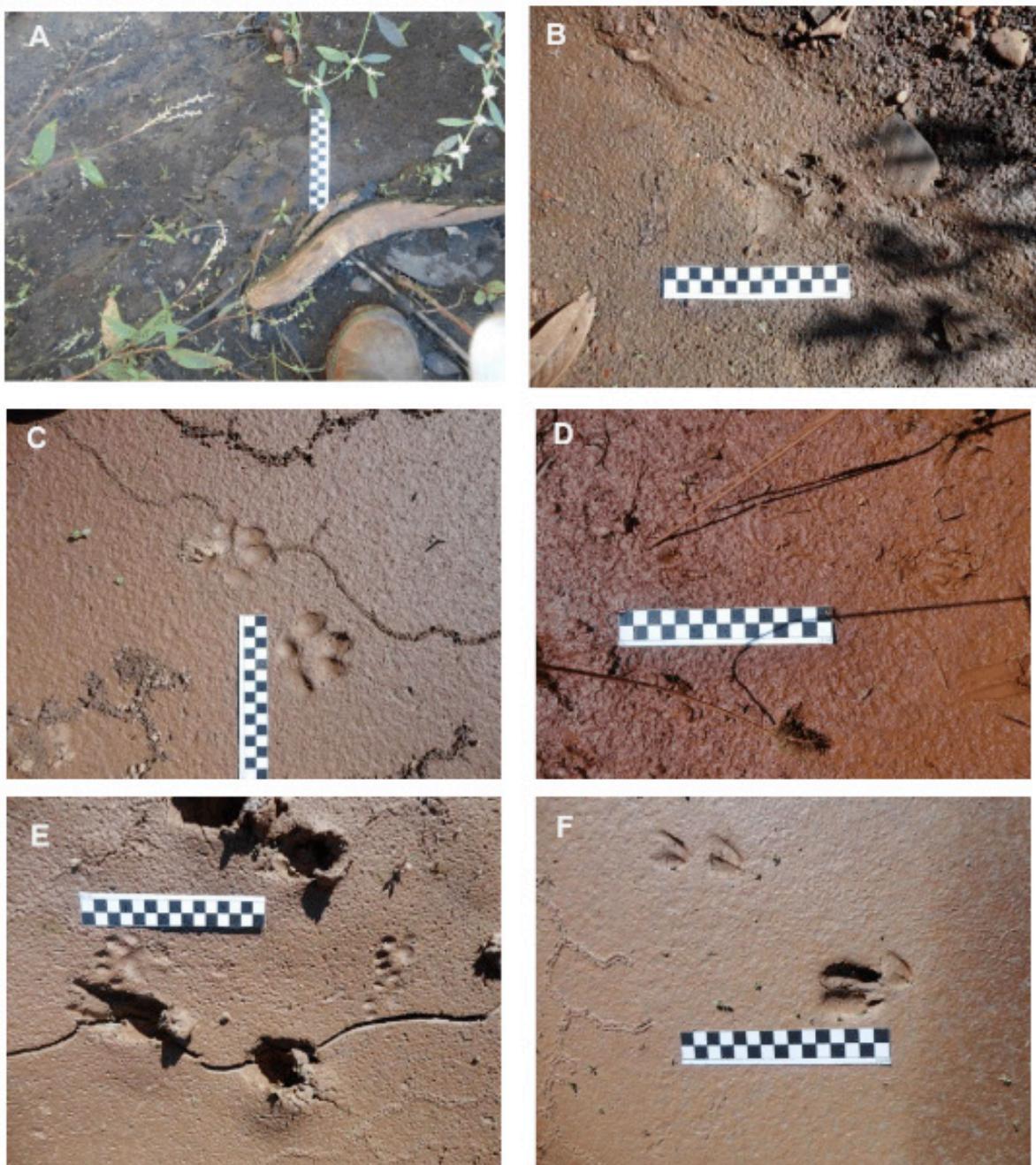


Figura 5 – Registros de vestígios das espécies no entorno das passagens de fauna durante busca ativa. **A.** e **B.** *Puma concolor* (onça-parda) **C.** *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) **D.** *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha) **E.** *Eira barbara* (irara) **F.** *Mazama* sp. (veado).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estradas, ferrovias, linhas de transmissão de energia e áreas desmatadas representam uma “fragmentação interna”, quando subdividem o habitat e as populações naturais. Esta interrupção, no fluxo dinâmico entre populações afetadas, pode produzir efeitos irreversíveis para a diversidade biológica local (GOOSEM, 1997; LOVEJOY *et al.*, 1986; ANDRÉN, 1994). Nestes casos, a conservação da biodiversidade só é possível a partir da adoção de medidas concretas, para o reestabelecimento de conexões, que permitam a manutenção dos processos ecológicos naturais. Assim, a implantação de passagens de fauna é de suma importância tanto para a preservação dos animais e

quanto para a redução dos índices de acidentes, envolvendo atropelamentos.

É grande o desafio envolvido, no projeto de passagens de fauna adequadas, para que elas constituam estruturas que conectem os ambientes tanto estruturalmente quanto funcionalmente, o que pode ser mensurado pelo número de travessias. Os resultados dessa pesquisa demonstram o uso efetivo, das passagens de fauna, da Alça Norte, com 301 registros/travessias e com evidências de 19 mamíferos de médio e de grande porte, com ocorrência de espécies que ocupam habitats e níveis tróficos distintos, o que indica um equilíbrio nesta comunidade ecológica (BERGER *et al.*, 2001; WINTERBACH *et al.*, 2012).

Sendo eficientes, para permitir a travessia de animais, as passagens possibilitam a conectividade entre os fragmentos florestais remanescentes do entorno, como é o caso das UCs ESEC Arêdes e MONA da Serra da Moeda, favorecendo a conservação da biodiversidade.

Cabe destacar, por fim, a relevância desse estudo para o conhecimento da “ecologia de estradas”, e, para o estabelecimento de medidas que visam, diminuir o efeito negativo da implantação desses empreendimentos lineares. Estudos conduzidos, no âmbito de processos de licenciamento ambiental, ao seguir critérios científicamente válidos, oferecem oportunidades para a discussão de ideias, de conceitos e de propostas, bem como, para a geração de conhecimento científico (LAUXEN, 2012). A divulgação, da importância, das passagens de fauna contribui para que órgãos públicos e privados, apoiem sua implementação e sua conservação.

AGRADECIMENTOS

À Gerdau e à Sete Soluções e Tecnologia Ambiental, pelo apoio e pela oportunidade de desenvolver trabalhos de qualidade, que fazem a diferença. À SUPRAM Central, pela concessão da licença de manejo de fauna. À João Vitor e à Leonardo Ferreira, pela produção do vídeo de divulgação do trabalho, para o IV Simpósio Brasileiro de Biologia da Conservação. À Nelson Lima e demais auxiliares, envolvidos na coleta de dados. À Editora Atena, pelo convite para publicação.

REFERÊNCIAS

ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71, 355-366, 1994.

BAGER, A. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos viários associados às unidades de conservação. In: BAGER, Alex. (Org.). Áreas Protegidas - Conservação no âmbito do Cone Sul. Pelotas, p. 159-172, 2003.

BAGER, A.; PIEDRAS, S. R. N.; PEREIRA, T. S. M.; HOBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento - Diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. In: Alex Bager. (Org.). Áreas Protegidas - repensando as escalas de atuação. Porto Alegre: Armazém Digital, p. 49-62, 2007.

BARBOSA, P; SCHUMAKER, N.H; BRANDON, K.R; BAGER, A; GRILO, C. Simulating the consequences of roads for wildlife population dynamics. *Landscape and Urban Planning*, v.193, p.1-8, 2020.

BELLIS, M. A.; GRIFFIN, R.C.; WARREN, P.; JACKSON, S. D. Utilizing a multi-technique, multi-taxa approach to monitoring wildlife passageways in Southern Vermont. *Oecologia Australia* 17(1): 111-128, 2013.

BENNETT, A. F. Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In: Saunders, D. A. and Hobbs, R. J. (Eds.) *Nature conservation 2: The role of corridors*. pp. 99-118. Chipping Norton: Surrey Beatty e Sons. 1991.

BERGER, J.; STACEY, P. B; BELLIS, L.; JOHNSON, M. P. A mammalian predator-prey imbalance: grizzly bear and wolf extinction affect avian neotropical migrants. *Ecological Applications*, 11(4), pp. 947-960. Ecological Society of America, 2001. BECKER, M.; DALPONTE, J. C. *Rastros de mamíferos silvestres brasileiros – um guia de campo*. Editora Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. 1999.

BURNETT, S. E. Effects of a rainforest road on movements of small mammals: mechanisms and implications. *Wildl. Res.*, v.19, n.1, p.95-104. 1992.

COLWELL, R. K. Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. University of Connecticut. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. 2013.

DETZEL CONSULTING. Plano de Manejo do Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda. Relatórios Temáticos Meio Biológico - Fauna. Instituto Estadual de Florestas, 294p. 2016a.

DETZEL CONSULTING. Plano de Manejo da Estação Ecológica Estadual de Arêdes. Relatórios Temáticos Meio Biológico - Fauna. Instituto Estadual de Florestas, 293p. 2016b.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS C. S.; MACHADO A. B. M.; SEBAIO F. A.; ANTONINI, Y. Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para a sua Conservação. 2 ed. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 2240p. 2005.

DUARTE, J. M. B.; VOGLIOTI, A.; ZANETTI, E. S.; OLIVEIRA, M. L.; TIEPOLO, L. M.; RODRIGUES, L. F.; ALMEIDA, L. B. Avaliação do Risco de Extinção do Veado-catingueiro *Mazama gouazoubira* G. Fischer [von Waldheim], 1814, no Brasil. Biodiversidade Brasileira Ano II, Nº 3, 50-58. In: INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Avaliação do estado de conservação dos Ungulados. N.1 2012a.

DUARTE, J. M. B.; VOGLIOTI, A.; ZANETTI, E. S.; OLIVEIRA, M. L.; TIEPOLO, L. M.; RODRIGUES, L. F.; ALMEIDA, L. B. Avaliação do Risco de Extinção do Veado-catingueiro *Mazama americana* Erxleben, 1777, no Brasil. Biodiversidade Brasileira Ano II, Nº 3, 33-41. In: INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Avaliação do estado de conservação dos Ungulados. N.1. 2012b.

FORMAN, R. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 207-+. 1998.

FORMAN, R. T. Road ecology: A solution for the giant embracing us. *Land. Ecol.* 13, iii-v. 1998.

GARDNER, T. J.; FOLEY, D. H, III; BRODIE, E. D, JR.; YOUNG, K. V. Barrier fences prevent road mortalities in the Flat-tailed Horned Lizard *Phrynosoma mcallii*). *Herptological Review*, v. 35, n. 3, p. 250-251, 2004. 2004.

GARDNER, L. A. *Mammals of South America*. Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. The University of Chicago Press, Chicago. 2007.

GIBBS, J. P.; SHRIVER, W. G. Estimating the Effects of Road Mortality on Turtle Populations. *Conservation Biology*. 16(6): 1647-1652. 2002.

GOOSEM, M. Internal fragmentation: the effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality of rainforest vertebrates. In: Laurance, W. F. e Bierregard, R.O.JR. (Eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. Chicago: University of Chicago Press, p.241-255. 1997.

GUNDERSEN, H.; ANDREASSEN, H. P. The risk of moose *Alces alces* collision: A predictive logistic model for moose-train accidents. *Wildlife Biology*, 4 (2): 103-110. 1998.

HELTSH, J. F.; FORRESTER, N. E. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics*, v.39, p.1-11. 1983.

HUNT, A.; DICKENS, H. J.; WHELAN, R. J. Movement of mammals through tunnels under railways lines. *Aust. Zool.*, v.24, p.89-93. 1987.

IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T18868A97216466. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T18868A50663436.en>. Downloaded on 11 May 2020.

LAUXEN, M. S. A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão. 2012.

LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD, R. O. JR.; RYLANDS, A. B.; MALCOLM, J. R.; QUINTELA, C. E.; HARPER, L. H.; BROWN, K. S. JR.; POWELL, A. H.; POWELL, G. N. V.; SCHUBART, H. O. R.; HAYS, M. B. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: Soulé, M. E. *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sunderland, Mass.: Sinauer Associates. p. 257-85. 1986.

MADER, H.J. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. *Biological Conservation*, 29: 81–96. 1984.

MAGURRAN, A. E. *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell Science, 256p. 2004.

MAIA, A. C. R. *EFEITOS MARGINAIS DE RODOVIAS EM MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE*. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2013.

MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria Nº 44 de 17 de dezembro de 2014. “Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção”. 2014.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *T. Ecol. Evol.*, v.10, p.58-62. 1995.

OLIVEIRA, T. G.; CASSARO, K. *Guia de campo dos felinos do Brasil*. São Paulo: Instituto Pró- Carnívoros, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Sociedade de Zoológicos do Brasil, and Pró-Vida Brasil. 80p. 2005.

PAGLIA, A. P.; FONSECA A. G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. *Lista anotada dos mamíferos do Brasil*. 2ª Edição. *Occasional Papers in Conservation Biology*, n.6. *Conservation International*, 76p. 2012.

PETERS, V. E., MORDECAI, R., CARROLL, C. R., COOPER, R. J.; GREENBERG, R. Bird community response to fruit energy. *J. Anim. Ecol.*, v. 79, p. 824-835, 2010.

SCHONEWALD-COX, C.; BUECHNER, M. Park protection and public roads. In: Fielder, P. L. e Jain, S. K. (Eds.). *Conservation Biology – The Theory and practice of nature conservation, preservation and management*, 1992. London: Chapman and Hall. p.375-395. 1992.

SCOSS, L. M.; DE MARCO JR., P.; SILVA, E. e MARTINS, S. V. Uso de parcelas de areia para o monitoramento de impacto de estradas sobre a riqueza de espécies de mamíferos. *Revista Árvore*, 28 (1):121-127. 2004.

SPELLERBERG, I. F. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7: 317– 333. 1998.

TRIGO, T. C.; SCHNEIDER, A.; DE OLIVEIRA, T. G., LEHUGEUR, L. M.; SILVEIRA, L.; FREITAS, T. R. O.; EIZIRIK, E. Molecular data reveal complex hybridization and a cryptic species of Neotropical wild cat. *Curr. Biol.* 23, 2528–2533. 2013.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14: 18–30. 2000.

WILSON, D. E.; COLE, F. R.; NICHOLS, J. D.; RUDRAN, R.; FOSTER, M. S. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals, 1996. Washington: Smithsonian Press. 409p. 1996.

WINTERBACH, H. E. K.; WINTERBACH, C. W.; SOMERS, M. J.; HAYWARD, M. W. Key factors and related principles in the conservation of large African carnivores. *Mammal Review* 43 89-110. 2012

YANES, M.; VELASCO, J. M.; SUÁREZ, F. Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. *Biol. Conserv.*, v.71, p.217-222. 1995. 1995.

CAPÍTULO 10

ETOGRAMA DE *Betta splendens* EM CATIVEIRO

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 01/05/2020

Maria Eduarda Telles Cardoso

Centro Universitário Hermínio Ometto –
UNIARARAS

Araras – SP

<http://lattes.cnpq.br/1182404593504585>

Mônica Cyntia Ferreira Santos

Centro Universitário Hermínio Ometto –
UNIARARAS

Araras – SP

<http://lattes.cnpq.br/2047563077736166>

Carlos Eduardo Signorini

Centro Universitário Hermínio Ometto –
UNIARARAS

Araras – SP

<http://lattes.cnpq.br/3970902828297895>

pelo *Betta splendens*, um peixe vendido como ornamental no Brasil e originário do sudeste asiático. Analisou-se o comportamento do macho dessa espécie isolado em um aquário doméstico. Realizou-se duas etapas de amostragem, a primeira com duração de 10 horas a fim de descrever os comportamentos apresentados pela espécie, já a segunda com duração de 30 horas a fim de quantificar esses comportamentos. No primeiro momento observou-se doze comportamentos divididos em três categorias (locomoção, alimentação e agonístico), e no segundo momento observou-se maior frequência durante a categoria Locomoção. Com esse trabalho pode-se observar que o peixe *B. splendens* em cativeiro e sem qualquer estímulo apresenta maiores comportamentos relacionados a locomoção.

PALAVRAS-CHAVE: Análise comportamental. Peixe-*Betta*. Peixe-de-briga-siamês.

RESUMO: O comportamento animal representa a parte do organismo que interage com o ambiente, sendo seu estudo essencial para o conhecimento das espécies. Esses estudos são feitos a partir da elaboração de etogramas que posteriormente serão utilizados para análises comparativas. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é reconhecer, descrever e quantificar os comportamentos apresentados

ETHOGRAM OF *Betta splendens* IN CAPTIVITY

ABSTRACT: Animal behavior represents the part of the organism that interacts with the environment, and its study is essential for the knowledge of species. These studies are made based on the elaboration of ethograms that will

later be used for comparative analysis. Therefore, the objective of this study is to recognize, describe and quantify the behaviors presented by *Betta splendens*, a fish sold as ornamental in Brazil and originally from Southeast Asia. Analyzed the male's behavior of this species isolated in a home aquarium. Two sampling steps were carried out, the first lasting 10 hours in order to describe the behaviors presented by the species, the second, lasting 30 hours, in order to quantify these behaviors. In the first moment, twelve behaviors were observed, divided into three categories (locomotion, food and agonistic), and in the second moment, a higher frequency was observed during the Locomotion category. With this study can be seen that the fish *B. splendens* in captivity and without any stimulus shows greater behaviors related to locomotion.

KEYWORDS: Behavior analysis. *Betta*-fish. Siamese-fighting-fish.

1 | INTRODUÇÃO

O comportamento animal tem um papel importante nas adaptações e funções biológicas da vida animal, ele representa a parte do organismo que interage com o ambiente e seu estudo é fundamental para o conhecimento das espécies.

Os estudos do comportamento animal são feitos a partir da elaboração de um etograma, ou seja, a partir da descrição dos diversos padrões de comportamentos da espécie trabalhada. Esses padrões, após serem descritos, podem ser subdivididos e quantificados. Com esses dados em mãos, é possível realizar estudos comparativos, por exemplo, entre animais cativeiros e indivíduos que vivem livres no ambiente natural. Além disso, é possível analisar os padrões individuais de comportamento e verificar variáveis que possam afetar o comportamento, tais a estrutura do cativeiro ou até as condições enfrentadas pelo animal no ambiente natural (FERRAZ, 2011).

É comum encontrar em cativeiro animais que demonstram comportamentos estereotipados, característicos de uma condição de estresse. Nesse caso, o estudo desses comportamentos atípicos permite que os responsáveis pela manutenção dos animais em cativeiro tentem melhorar as condições em que se encontram. Assim, o enriquecimento ambiental, que consiste em modificar o recinto do animal, proporcionando situações parecidas com as do ambiente natural, tem como objetivos eliminar ou amenizar essa condição de estresse (PIZZUTTO; SGAI; GUIMARÃES, 2009).

O *Betta splendens* é originário do sudeste asiático e é vendido no Brasil como peixe ornamental para criação em aquários, também conhecido como peixe-de-brigasiamês. Essa espécie se adaptou bem a nossa região, favorecido pelo clima tropical. Seu habitat natural inclui campos de arrozais, riachos e pequenos lagos, locais onde a oxigenação é limitada. Sua sobrevivência nesses ambientes é possível graças a presença de um órgão respiratório acessório, localizado acima das brânquias, chamado de labirinto (FARIA et al., 2006; SANTILLÁN, 2007). Além de ser muito utilizado para o aquarismo, o

B. splendens tem sido empregado no controle biológico das larvas de *Aedes aegypti* e do *Culex quinquefasciatus* (SANTILLÁN, 2007).

É conhecido como peixe-de-briga devido ao comportamento agressivo e territorialistas dos machos, que defendem a área onde vivem por meio de brigas violentas que podem levar à morte um dos indivíduos. Essa característica leva essa espécie a movimentar o mercado de apostas nos seus países de origem com rinhas entre dois machos. Outra característica marcante nessa espécie é a maturidade sexual precoce, uma vez que bem alimentados estão aptos para reprodução aos três meses de idade (FARIA et al., 2006). A coloração dessa espécie em ambientes naturais é mais discreta, mas nos espécimes explorados comercialmente, há predomínio de coloração marcante devido a seleção artificial a que a espécie tem sofrido. Outra modificação anatômica proporcionada por essa seleção foi o aumento do tamanho de suas nadadeiras, tornando-as maiores e mais vistosas (AGUIAR, 2016).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo reconhecer e descrever os aspectos comportamentais do peixe *Betta splendens*, cativo em aquário, e quantificá-los a fim de elaborar um etograma.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo do presente trabalho é um aquário doméstico com as seguintes dimensões: 40 cm de altura, 50 cm de largura e 25 cm de profundidade, preenchido com 30 litros de água, aproximadamente, e em temperatura ambiente média de 25 a 27°C. O aquário possui pedriscos no fundo e adereços. O peixe é alimentado 2 vezes ao dia com 3 unidades da ração específica para a espécie. O aquário e o peixe são de propriedade de uma loja de comércio de produtos agropecuários, localizada no município de Araras e foi gentilmente disponibilizado aos pesquisadores, sem qualquer custo. Esse trabalho fez parte dos requisitos de avaliação da disciplina Etologia, ofertada no 8º período do curso de Ciências Biológicas, do Centro Universitário Hermínio Ometto - Uniararas.

2.2 Amostragem dos comportamentos

Os métodos de amostragem utilizados neste trabalho foram baseados nas metodologias descritas por Del-Claro (2010), e também nos estudos realizados por Santos et al. (2016) e Santos et al. (2013).

Nesse estudo observou-se apenas o macho da espécie e a amostragem foi realizada em duas etapas: num primeiro momento, uma fase de reconhecimento e descrição dos comportamentos e, num segundo momento, a quantificação desses comportamentos.

2.2.1 Etapa de reconhecimento e descrição dos comportamentos

Segundo Del-Claro (2010), os estudos comportamentais do animal são iniciados com o reconhecimento dos comportamentos do animal, a partir da observação de tudo que o animal faz ou deixa de fazer. Por este motivo, nesta etapa a metodologia empregada foi a de amostragem de todas as ocorrências (*Ad Libitum*).

Foram investidas 10 horas de observação, entre 10/10/2017 e 15/10/2017, realizadas em intervalos de cinco minutos, com interrupções de um minuto para descanso, em sessões diárias de 2h. Os registros de todas as ocorrências de comportamento do animal foram realizados por meio de anotações e gravações de vídeo, o que contribuiu para observação de comportamentos raros e imprevistos (DEL-CLARO, 2010), que foram então planilhados para a realização da segunda etapa.

2.2.2 Etapa de quantificação dos comportamentos

Com a listagem dos comportamentos em planilha, foram investidas 30 horas, sendo que as observações foram realizadas em intervalos de cinco minutos, com interrupções de um minuto para descanso, em sessões diárias de 2h, entre os dias 20/10/2017 e 10/11/2017. Nessa etapa foi utilizado o método de amostragem *Animal Focal* que, segundo Del-Claro (2010), é a metodologia mais aplicada em estudos de comportamento animal, desde que os indivíduos de um grupo sejam facilmente identificados. Neste método, os comportamentos foram quantificados, convertidos em frequências de ocorrências, para posterior análise dos mesmos a fim de identificar os comportamentos mais e menos frequentes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a amostragem *Ad Libitum* foram identificados doze comportamentos, agrupados em três categorias (Tabela 1) e foram baseadas nos estudos de Santos et al. (2016) e Santos et al. (2013).

Categoría	Comportamento	Descrição
Locomoção		
	Descansar	Sem movimento, apoiado no fundo do aquário e sem nenhuma nadadeira aberta (períodos longos).
	Nadar lento	Movimentar a nadadeira caudal lentamente, deslocando-se de modo lento.
	Nadar rápido	Movimentar a nadadeira caudal rapidamente deslocando-se de modo rápido.
	Emergir/	Emergir lentamente à superfície e ingerir ar.

Flutuar	Sem movimento e sem nenhuma nadadeira aberta (períodos médios).
Parar	Parar em qualquer parte do aquário mexendo as nadadeiras frontais (períodos rápidos).
Natação errática/Saltar	Movimento em que o animal se choca com as laterais do aquário durante um deslocamento extremamente rápido, seguido de uma emersão rápida para ingerir ar, semelhante a um salto.
Alimentação	
Forragear	Nadar próximo ao substrato, com a cabeça inclinada para baixo a procura de alimento.
Procurar	Manter-se próximo à lâmina d'água e nadar obliquamente a procura de alimento.
Capturar	Nadar até o alimento, fazendo movimento rápido com a boca, seguido de ingestão.
Agonístico	
Ondulação	Ondular o corpo no sentido anteroposterior.
Exibição	Sem movimento, com abertura de nadadeiras dorsais e caudais.

Tabela 1: Comportamentos exibidos pelo *Betta splendens* durante o primeiro momento do estudo e suas respectivas descrições.

Durante a amostragem *Animal Focal*, pode-se observar que a categoria Locomoção foi a mais frequente (93,1%). Entre os comportamentos dessa categoria, destacam-se o Nadar Rápido e o Nadar Lento (Tabela 2).

Categoria	Comportamento	Frequência (%)
Locomoção		93,1%
	Descansar	7,0%
	Nadar lento	25,5%
	Nadar rápido	29,4%
	Emergir	7,7%
	Flutuar	14,6%
	Parar	8,9%
	Natação errática/Saltar	0,1%
Alimentação		4,8%
	Forragear	0,9%
	Procurar	2,9%
	Capturar	1%
Agonístico		2,1%
	Ondulação	0,6%
	Exibição	1,5%

Tabela 2: Frequência dos comportamentos observados durante o segundo momento do estudo.

Os comportamentos em que o animal não apresentava movimento, Descansar e Flutuar, foram observados com menor frequência, porém duravam muito tempo. A presente

espécie possui respiração acessória situada no órgão labirinto (FARIA et al., 2006), que a permite respirar ar atmosférico, dessa forma o comportamento de Emergir para respirar ar foi também quantificada (7,7%). Além disso, foi possível observar uma natação errática seguida de uma emersão rápida semelhante a um pequeno salto em uma frequência mínima (0,1%).

Na categoria Alimentação, o comportamento de Procurar (2,9%) foi observado em uma frequência mais elevada que o de Forragear (0,9%). A baixa frequência na alimentação talvez possa ser explicada pelo fato do alimento ser oferecido na lâmina d'água, não sendo encontrado no substrato, apenas duas vezes ao dia. O comportamento de Capturar também foi pouco observado já que o alimento não oferecia dificuldade para ser apreendido. Apesar de não ter sido apresentado ao animal um estímulo para comportamento agonístico, pode-se observar comportamentos descritos como agonístico por Santos et al. (2016) e Santos et al. (2013), sendo o de Exibição o mais frequente da categoria (1,5%).

Segundo Ferraz (2011), alguns comportamentos podem ser realizados com o objetivo de aliviar o estresse. Esses comportamentos são apresentados pelo animal mesmo sem que seja oferecido a ele qualquer estímulo, como por exemplo, os comportamentos agonísticos apresentados pelo presente espécime. Entretanto, segundo Cunha Neto (2011), a apresentação deste tipo de comportamento pode ter sido estimulada pelo reflexo do próprio peixe nas paredes do aquário.

Fatores ambientais como, por exemplo, luz, temperatura, pH, podem exercer alguma influência nos animais, podendo estimular ou inibir certos comportamentos (BATISTA, 2015). Assim, para fins de comparação, deve-se levar em conta aspectos ambientais presentes no momento das observações. Condições diferentes podem resultar em padrões também diferentes de comportamentos (SANTOS et al., 2013).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a elaboração do etograma e a quantificação dos comportamentos descritos, pode-se observar que a espécie *Betta splendens*, mantida em cativeiro sem que houvesse qualquer estímulo, apresentou doze comportamentos, sendo aqueles relacionados a locomoção, os mais frequentes. O animal estudado apresentou também comportamentos agonísticos que sugerem estar associados a tentativa de alívio de estresse.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. S. **Influência da coloração corporal na interação agonística entre peixes *Betta splendens*.** 2016. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

BATISTA, T. L. **A influência da coloração ambiental no comportamento reprodutivo do peixe *Betta splendens*.** 2015. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

CUNHA NETO, J. S. **Dissociação entre observação e interação na modificação do display agressivo de *Betta splendens*.** 2011. 42f. Dissertação (Mestrado em Teoria e Pesquisa do Comportamento) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

DEL- CLARO, K. **Comportamento animal:** introdução a ecologia comportamental. Rio de Janeiro: Technical books, 2010. 128 p.

FARIA, P. M. C.; CREPALDI, D. V.; TEIXEIRA E. A.; RIBEIRO, L. P.; SOUZA, A. B.; CARVALHO, D. C.; MELO, D. C.; SALIBA, E. O. S. Criação, manejo e reprodução do peixe *Betta splendens* (Regan, 1910). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 30. n. 3/4, p. 134-149, jul./dez. 2006.

FERRAZ, M. R. **Manual do comportamento animal.** 4 ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2011. 216 p.

PIZZUTTO, C.S.; SGAI, M.G.F.G.; GUIMARÃES, M.A.B.V. O enriquecimento ambiental como ferramenta para melhorar a reprodução e o bem-estar de animais cativos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, n. 3, p.129-138, 2009.

SANTILLÁN, R. D. B. **Reprodução do *Betta splendens*.** 2007. 17 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

SANTOS, B. D.; OLIVEIRA, D. M. F.; SILVA, M. C. G.; CADENA, P. G. Aplicação de etograma e análise comportamental *Betta splendens* (REGAN, 1909). In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX, 13, 2013, Recife. Apresentação de trabalho na XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX. Recife. **Resumos...Recife:** JEPEX, 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/listaresumos.htm>>. Acesso em 16 de Outubro de 2017.

SANTOS, B. D.; SILVA, M. C. G.; SANTOS, T. P.; SILVA, S. C. B. L.; CADENA, M. R. S.; CADENA, P. G. Efeitos de hormônios esteroides de contraceptivos orais combinados sobre os parâmetros comportamentais de *Betta splendens* (Regan, 1909). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 387-396, 2016.

CAPÍTULO 11

DO CARISMA AO AGOURO: ETNOECOLOGIA DE AVES EM UMA COMUNIDADE RURAL DA CAATINGA

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Viturino Willians Bezerra
Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/3034343374787725>

Mychelle de Sousa Fernandes
Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/2482648379638505>

Ana Carolina Sabino de Oliveira
Universidade Federal Rural de Pernambuco-
UFRPE
Recife - Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/8086954389063414>

Bruna Letícia Pereira Braga
Universidade Federal Rural de Pernambuco-
UFRPE
Recife - Pernambuco
Currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/1668352593289511>

Mikael Alves de Castro
Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu - Ceará
<http://lattes.cnpq.br/7376147239040908>

Carla Nathália da Silva

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu - Ceará

<http://lattes.cnpq.br/1428714494303347>

Jefferson Thiago Souza

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu - Ceará

<http://lattes.cnpq.br/5589855068988374>

RESUMO: As aves possuem uma grande diversidade de espécies em diversos biomas, os mesmos mantêm várias relações ecológicas importantes em seus habitats, contribuindo consideravelmente para o crescimento da biodiversidade local, seja com quantitativo de aves ou até mesmo na polinização de plantas e dispersão de sementes, trabalho importante para recuperação de áreas degradadas. Comunidades tradicionais possuem relevantes informações sobre aves, tendo uma relação maior com os recursos naturais, e tais conhecimentos podem contribuir na proteção e conservação de ecossistemas. Diante disso, este estudo visa entender quais aves os moradores de uma comunidade tradicional conhecem e quais seus principais usos, além de buscar conhecimentos sobre lendas, mitos

e superstições do grupo. A pesquisa foi realizada na Comunidade Itans, localizada no Município de Iguatu, foram realizadas entrevistas de caráter semiestruturado com a análise de conteúdo das respostas e categorização através do Microsoft office Excel 2010. Os resultados coletados foram 72 etnoespécies de aves, dentre estas as mais citadas foram a rolinha-branca e cabeça vermelha, a superstição mais citada por parte dos moradores foi da rasga-mortalha. O conhecimento sobre as espécies de aves por parte da comunidade está direcionado ao contato dos moradores com esses animais. Em relação aos usos de aves, as comunidades buscam estes grupos dependendo da finalidade, seja alimentação ou criação. Com relação a mitos, lendas e superstições a comunidade possui alguns saberes relacionados ao grupo. Concluímos que nossa pesquisa encontrou relevantes informações, vindos de moradores de comunidades rurais que possuem um contato com aves e tais conhecimentos são passados de geração a geração.

PALAVRAS - CHAVE: Aves; Caatinga; Ecologia; Ornitologia.

FROM CHARISM TO AROUND: BIRD ETHNOECOLOGY IN A RURAL COMMUNITY IN CAATINGA

ABSTRACT: Birds have a great diversity of species in different biomes, they maintain several important ecological relationships in their habitats, contributing considerably to the growth of local biodiversity, whether with the quantity of birds or even in the pollination of plants and dispersion of seeds, work important for the recovery of degraded areas. Traditional communities have relevant information about birds, having a greater relationship with natural resources, and such knowledge can contribute to the protection and conservation of ecosystems. Therefore, this study aims to understand which birds the residents of a traditional community know and what their main uses are, in addition to seeking knowledge about the group's legends, myths and superstitions. The research was carried out in the Itans Community, located in the Municipality of Iguatu, semi-structured interviews were carried out with the analysis of the content of the responses and categorization through Microsoft office Excel 2010. The collected results were 72 ethnospieces of birds, among these the most cited were the white dove and the red head, the most cited superstition on the part of the residents was the rip-shroud. The community's knowledge of bird species is directed to the residents' contact with these animals. In relation to the uses of birds, communities seek these groups depending on the purpose, be it food or breeding. Regarding myths, legends and superstitions, the community has some knowledge related to the group. We conclude that our research found relevant information from residents of rural communities who have contact with birds and this knowledge is passed on from generation to generation.

KEYWORDS: Birds; Caatinga; Ecology; Ornithology;

1 | INTRODUÇÃO

As aves são animais de grande importância para a ecologia do planeta e são um dos mais diversos grupos de animais vertebrados. Estes seres estão presentes em uma grande variedade de habitats (SILVA *et al.*, 2003). Suas características como plumagens e colorações variadas atraem a atenção das pessoas, bem como suas vocalizações (MELO, 2015).

O grupo das aves são abundantes por vários motivos, desde sua ampla exploração de nichos facilitada por suas habilidades de voo, seus variados hábitos alimentares devido seus diferentes formatos de bicos, cada um especializado em seu método para obtenção de nutrientes (SILVEIRA, 2012). As assembleias de aves também mantém várias interações ecológicas importantes nos ecossistemas, desde controles biológicos, dispersão de sementes (FRANCISCO; GALETTI, 2001) polinização (BARBOSA, 1999), até contribuições na limpeza de carcaças de animais mortos, como no caso dos urubus (MENEZES, 2018).

Várias espécies de aves podem ser utilizadas como indicativos que o ambiente é ecologicamente saudável (NASCIMENTO *et al.*, 2010) pois o grupo é altamente sensível a atividades como desmatamento, práticas antrópicas que consequentemente vêm fazendo com que a diversidade de aves diminua consideravelmente, devido à alta exploração dos recursos naturais (GIMENES; DOS ANJOS, 2003) Além disso, o grupo é afetado pelas práticas de caça, realizadas por diferentes motivos, desde o interesse na criação como *pets*, como na busca de sua carne para consumo na alimentação de comunidades (BEZERRA; ARAÚJO; ALVES, 2011; LEITE, 2012).

No contexto da caatinga, em que é encontrado uma riqueza de exemplares de aves, formando umas das maiores diversidades avifauna do Brasil, com várias espécies endêmicas da região (TROVÃO *et al.*, 2007), esse grupo também é explorado e conhecido pelas comunidades tradicionais, que têm uma relação maior com os recursos naturais. Essas comunidades são reconhecidas como agentes de proteção (PEREIRA; DIEGUES, 2010), tendo em vista que as culturas e conhecimentos tradicionais podem melhorar a conservação de ecossistemas (DIEGUES *et al.*, 2000).

Diante do exposto, buscamos responder às seguintes perguntas: 1) Quais os conhecimentos e usos da assembleia de aves por uma comunidade rural? e 2) Quais os mitos e lendas relacionados ao grupo são conhecidos pela comunidade? Dessa forma, essa pesquisa objetiva analisar as relações entre habitantes de uma comunidade rural na Caatinga com a fauna de aves nativas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em uma comunidade rural localizada na cidade de Iguatu, município localizado na região Centro Sul do estado do Ceará, com distância de 365 km da capital Fortaleza. A comunidade é conhecida como Sítio Itans, que está à 8,5 km da sede do município ($06^{\circ}21'34''S$ e $39^{\circ}17'55''W$), próximo às margens do rio Jaguaribe. As principais atividades de subsistência são a agricultura e a pecuária.

Cerca de 80 famílias residem nesta comunidade. Grande parte dos agricultores são membros da Associação Comunitária, que funciona como suporte para a resolução de problemas na comunidade, incluindo problemas ambientais como assoreamento do rio, erosões que já se situam próximo as casas da comunidade, a retirada da areia do leito do rio e escassez de água. Tais informações foram coletadas com visitas prévias a comunidade.



Figura 1 - Imagem aérea da comunidade Itans, Iguatu, Ceará. Foto: Jefferson Thiago

2.2 Etnoconhecimento sobre a assembleia de aves

A amostra foi composta por 15 moradores da Comunidade Itans, que se disponibilizaram a participar do estudo a partir do Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE, no qual foi apresentado o objetivo da pesquisa e resguardado o sigilo dos entrevistados. Para formação da amostra, foi aplicada a técnica *snowball* ou “bola de neve”. Este método consiste na demonstração não probabilística, usada em pesquisas sociais, onde os primeiros participantes indicam outros que, por sua vez, indicam novos participantes e assim sucessivamente, até que as indicações se repitam e as respostas não agreguem

mais à pesquisa (WHA, 1994).

Para a coleta de dados, foram utilizadas entrevistas de caráter semiestruturado, com perguntas de linguagem informal para facilitar o entendimento do entrevistado (ALBUQUERQUE; LUCENA; ALENCAR, 2010). Para o reconhecimento das espécies foi adotada o critério de identificação a partir de etnoespécies, na qual foram caracterizadas com o nome popular empregado pelos entrevistados.

2.3 Análise de dados

Para análise dos dados etnoecológicos, foram utilizadas as percepções de conhecimento sobre aves da comunidade rural e a partir do Microsoft Office Excel 2010, foi realizada a categorização dos dados. Utilizou-se também a análise de conteúdo para verificar algumas tendências que foram exploradas a partir das falas dos entrevistados.

3 | RESULTADOS

3.1 Dados socioeconômicos

Foram entrevistados 15 moradores da comunidade, dos quais 10 eram do sexo masculino e 5 do sexo feminino, sendo que a maioria dos entrevistados estavam em uma faixa etária de 41 a 60 anos (Gráfico 1).

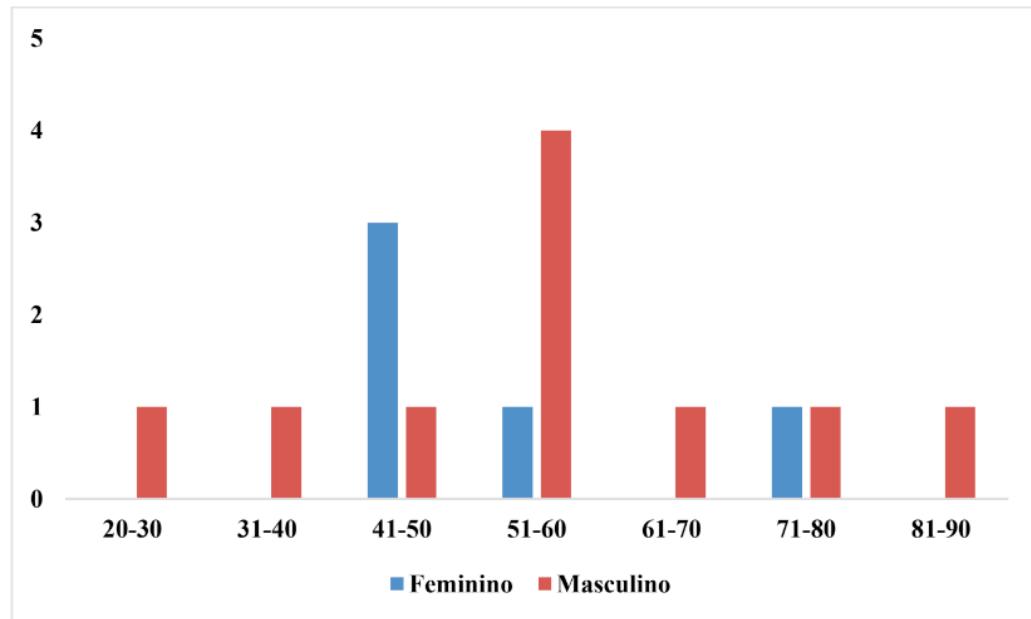


Gráfico 1 - Sexo e idade dos entrevistados

Sobre as ocupações atuais dos entrevistados, o maior número se identificou como agricultor (46,6%), seguido de auxiliares de escritório (20%), aposentados (20%), estudantes (6,7) e trabalhadores domésticos (6,7). A maioria dos participantes da pesquisa

(66,6%) sempre morou na comunidade, enquanto os demais vieram de outras localidades, que também se localizavam na Caatinga.

3.2 Conhecimento e uso da assembléia de aves

Em relação ao conhecimento da comunidade rural sobre aves, nas entrevistas foram totalizadas 252 citações de 72 etnoespécies (Tabela 1), sendo estas registradas de acordo com o nome popular citado pelos entrevistados, tendo em vista que não foi utilizado nenhum recurso para classificação a nível de espécie. Os entrevistados do sexo masculino e agricultores foram responsáveis pelo maior número de citações.

Nome popular	Tipos de uso	Freq. Conhe.	Freq. Uso
Marreca-cabocla	Alimentação	1,19%	4,16%
Marreca-viuvinha	Alimentação	1,98%	4,16%
Paturi-preta	Alimentação	0,79%	2,77%
Jacu	Alimentação	1,58%	1,38%
Pato-do-mato	-	1,19%	-
Rolinha caldo de feijão	Alimentação	2,77%	2,77%
Rolinha-caxexá	Criação e Alimentação	1,58%	2,77%
Rolinha-fogo-apagou	Criação e Alimentação	1,98%	2,77%
Rolinha-branca	Criação e Alimentação	3,96%	2,77%
Avoante	Alimentação	3,57%	11,11%
Pomba asa branca	Alimentação	1,58%	1,38%
Cabeça vermelha	Criação	4,36%	12,5%
Sabiá laranjeira	Criação	2,38%	4,16%
Sanhaçu cinzento	-	0,39%	-
Sofreu	Criação	1,58%	1,38%
Viana	Criação	0,39%	2,77%
Vem-vem	-	0,79%	-
Bico de osso	-	0,79%	-
Graúna	Criação	1,19%	1,38%
Pássaro preto	-	2,38%	-
Tetéu	-	0,79%	-
Bem-te-vi	-	3,57%	-
Golinha	Criação	2,38%	2,77%
Caburé	-	3,96%	-
Casaca-de-couro	-	2,38%	-
Beija flor	-	4,36%	-
Sibite	-	0,79%	-

Codorniz	Alimentação	3,17%	5,55%
Cancão	Criação	2,38%	2,77%
Anum preto	-	1,19%	-
Anum branco	-	0,39%	-
Anum-de -chorada	-	0,39%	-
Rasga mortalha	-	1,19%	-
Carcará	-	2,77%	-
Lambu	Alimentação	1,58%	1,38%
Juriti	Criação e Alimentação	2,38%	6,94%
Canário	Criação	1,98%	5,55%
Sariema	-	0,79%	-
Bigodeiro	Criação	1,58%	2,77%
Periquito	Criação	1,58%	1,38%
Galinha da angola	-	0,79%	-
Patativa	-	0,79%	-
Rouxinol	-	1,58%	-
Arara-maracanã	-	0,79%	-
Periquito australiano	-	0,39%	-
Galinha dágua	Alimentação	2,38%	1,38%
João de barro	-	0,39%	-
Pica-pau	-	1,58%	-
Fura barreira	-	0,79%	-
Azulão de ortiga	Criação	1,19%	1,38%
Gatinha	-	0,79%	-
Três-potes	Alimentação	0,79%	2,77%
Mergulhão	-	0,39%	-
Socó	-	0,79%	-
Carão	Alimentação	1,19%	1,38%
Lavadeira	-	0,79%	-
Gavião (carijo)	-	1,19%	-
Pancum (tuim)	-	0,79%	-
Tico tico	-	0,39%	-
Papagaio verdadeiro	-	0,79%	-
Jaburu	-	0,39%	-
Pico-de-lata	-	0,79%	-
Falcão	-	0,39%	-
Garça	-	0,79%	-
Cabloquino	-	0,39%	-
Curió	-	0,39%	-
Peitica	-	0,39%	-

Papa campim	Criação	0,39%	1,38%
Urubu	-	0,39%	-
Alma de gato	-	0,39%	-
Burguesa	-	0,39%	-

Tabela 1 - Etnoespécies de aves citadas pelos moradores da Comunidade Itans

As etnoespécies mais citadas foram cabeça-vermelha e beija-flor, com 4,36% citações cada, rolinha-branca e caburé, com 3,96% citações, seguidas do bem-te-vi e avoante, que foram citadas por 3,57% dos moradores. Dos entrevistados, 20% relataram conhecimento em relação a vocalização das aves, identificando algumas espécies através do canto.

Na questão dos usos pela comunidade rural, os entrevistados citaram 14 etnoespécies utilizadas para alimentação, sendo as mais citadas a avoante (57,1%), marreca (42,8%) e rolinha (35,7%). Para criação foram citadas 15 etnoespécies, como o cabeça-vermelha (60%), canário (26,6%), rolinha (20%) e sabiá (20%). Algumas etnoespécies foram registradas tanto para alimentação quanto para criação, como a rolinha e juriti.

Além das etnoespécies utilizadas pelos entrevistados para criação, também foram citadas outras que são muito procuradas por criadores na região, como a golinha (8,47%), viana (6,77%) e graúna (5,08%). Essas etnoespécies também foram citadas quando perguntados sobre as aves que eram comuns serem observadas em anos anteriores e que não são mais vistas por moradores da comunidade.

3.3 Mitos, lendas e superstições sobre aves

Quando perguntados sobre os mitos relacionados às aves, somente uma das entrevistadas relatou mitos referentes ao pombo, que é tido como símbolo da paz, e da lavadeira, que era a Nossa Senhora Maria mãe de Jesus, no qual estas histórias relatam que estas aves lavaram as roupas de Maria com o sangue de Jesus. “*Pombo que é símbolo da paz. E a lavadeira que é a Nossa Senhora que fica no rio protegendo as lavadeiras de roupas*” respectivamente (E11, 48 anos).

Sobre as superstições, as mais citadas pelos moradores foram sobre a rasga mortalha e sobre o galo. Segundo eles, quando a rasga mortalha vocalizava próximo às casas e quando o galo cantava fora do horário comum eram sinais de azar ou morte. “*As pessoas dizem que quando a rasga-mortalha passa por cima da casa, é coisa ruim que acontece*” (E15, 41 anos), e “*Dizem que o galo cantar fora de hora é agouro*” (E1, 54 anos).

Um dos entrevistados citou uma superstição relacionada a caça, “*Comer coração de beija-flor fica certeiro na mira*” (E14, 31 anos). Enquanto outras que foram citadas eram sobre a chegada do período chuvoso, relacionadas ao canto e comportamento de algumas aves. “*A maria de barro se ela fizer a casinha virado com a boca virada para nascente não vai ter inverno, tem que ser para cá, virada para outra parte*” (E5, 88 anos), e “*Quando o três-potes canta é indício de chuva*” (E1, 54 anos).

4 | DISCUSSÃO

4.1 Perfil socioeconômico

O contexto social dos moradores deve ser levado em consideração para compreender como tais habitantes obtiveram estes saberes relacionados ao grupo das aves. Uma vez que o maior índice de respostas sobre as aves foi feito pelos participantes do sexo masculino e agricultores, isto pode estar relacionado ao ambiente de trabalho que proporciona um contato diário com as aves, desenvolvendo uma maior parcela de conhecimento (PEREIRA; DIEGUES, 2010). Em relação às mulheres, as mesmas estão responsáveis pelo trabalho doméstico, que pode ser um fator de menor contato com aves (VIU; VIU ; CAMPOS, 2010).

4.2 Conhecimento e uso da assembléia de aves

Sobre o conhecimento e usos e etnoespécies de aves, podemos afirmar que numa região a ave pode ter mais de um nome popular, ou até mesmo ser um pássaro muito discreto e não ser conhecido pela população local. Nesse sentido, estudar os nomes locais de aves é um importante meio de pesquisa para a conservação (DE FARIAS; ALVES, 2007). Dentre as etnoespécies mais citadas estão as aves cabeça-vermelho, beija-flor, rolinha, onde em outros estudos desenvolvidos encontram resultados similares a esta pesquisa (POLICARPO; ALVES, 2013; BEZERRA; ARAÚJO; ALVES, 2012), mostrando que estes indivíduos estão presentes nos ambientes de trabalho das populações, sendo aves de fácil visualização.

Em relação ao conhecimento e diferentes usos, as mais citadas por parte dos entrevistados apontaram padrões encontrado por outros autores (SANTOS SOARES *et al.*, 2018; LOSS; COSTA-NETO; FLORES, 2014). Aves das famílias Columbidae (pombos, rolinhas e outros) e Anatidae (patos, marrecos e outros) são as mais utilizadas para alimentação devido seu alto valor proteico, alta disponibilidade de indivíduos e de fácil localização. Vale salientar que a avoante foi mais citada neste trabalho, assim como em pesquisas sobre o uso de aves para alimentação (BEZERRA; ARAÚJO; ALVES, 2012).

A etnoespécie rolinha foi citada tanto para criação como para alimentação. Este resultado também vai de acordo com o que observaram Policarpo e Alves (2013). As rolinhas possuem atividade de forrageamento no solo, característico da família Columbidae, tornando os indivíduos mais vulneráveis à captura e isso indica que o grupo pode estar seriamente ameaçado por sofrer ambos os usos (LOSS; COSTA-NETO; FLORES, 2014).

A família Thraupidae, representada pela etnoespécie cabeça-vermelha, também foi mencionada em trabalhos de autores como Policarpo e Alves (2013) para a criação. Devido estas aves vocalizarem e terem uma plumagem exuberante e de fácil criação em cativeiro, atraem tanto os criadores como o comércio ilegal de aves (ROCHA;

CAVALCANTI; SOUZA, 2006). Em algumas pesquisas é mostrado que a abundância de indivíduos desta família é relativamente grande, podendo ser outro motivo para que esse grupo de aves seja tão conhecido pelos moradores das comunidades (ARAÚJO; SILVA; BARBOSA, 2009).

4.3 Mitos, lendas e superstições sobre aves

Dentre os entrevistados, apenas um (E11, 48 anos) citou mitos que envolviam aves, neste caso relacionando a lavadeira à imagem religiosa conhecida pelos sujeitos como “Nossa Senhora”. Este animal não foi citado nem para alimentação ou criação, provavelmente devido aos moradores atribuírem este animal a uma simbologia mística. Animais que estão relacionados a religiões podem sofrer menor pressão antrópica, devido parte da população ter respeito ao que é considerado sagrado. Segundo a entrevistada este animal protegia as mulheres que lavavam roupas em rios, estando esta ave diretamente relacionada ao catolicismo, indicando que este animal pode ser abundante próximos às margens de rios ou lagos, devido ser tido como sagrado. Este resultado também foi encontrado em outras pesquisas, como no estudo de Loss, Costa-Neto e Flores (2014).

Esta pesquisa constatou superstições por parte dos entrevistados relacionado à algumas etnoespécies de aves como a rasga-mortalha e o galo, onde ambos são tidos como animais de azar. Nesse sentido as corujas podem estar ameaçadas, devido às superstições relacionadas à vocalização (conhecida como agouro) que emitem. Alguns caçadores acreditam que se alimentar de partes das aves, como o coração de beija-flor, irá aumentar sua precisão de pontaria. Condutas como essas podem estar comprometendo a sobrevivência das populações destes animais, acarretando a vários problemas nos ecossistemas, padrões esses encontrados também nos estudos de (FREITAS TORRES et al., 2009).

A percepção dos agricultores sobre comportamentos reprodutivos e vocalizações de aves são utilizadas como indicativos de chuvas, indicando o período mais viável para o cultivo da agricultura familiar que é o principal meio de renda destas populações (FARIA LIMA et al., 2018).

5 | CONCLUSÃO

Em relação às investigações desta pesquisa, podemos afirmar que o conhecimento sobre aves está diretamente relacionado ao contato por parte das populações com estes animais, seja em seus ambientes de trabalho ou em suas atividades executadas no dia a dia. Essa relação das pessoas com as aves também resultam na exploração desse grupo, seja para criação ou alimentação.

Além disso, devido aos conhecimentos, admiração e crenças, algumas espécies podem sofrer menor pressão de uso em relação à outras. Por conta disso, é necessário

investir em outras pesquisas sobre a relação de comunidades com a assembleia de aves, a fim de propor planos de conservação das espécies baseados nos conhecimentos tradicionais e na cultura de cada região.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; ALENCAR, N. L. Métodos e Técnicas para coleta de dados etnobiológicos. In: ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; CUNHA, L. V. F. C. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**. Recife, PE: 2010. 559 p.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. **Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica**. Revista Caatinga, v. 22, n. 3, 2009.
- BARBOSA, A. A. A. **Hortia brasiliiana (Vand.) Rutaceae: polinização por aves Passeriformes no cerrado do sudeste brasileiro**. Revista Brasileira de Botânica, v. 22, n. 1, p. 99-105, 1999.
- BEZERRA, D. M. M.; ARAUJO, H. F. P.; ALVES, R. R. N. **Captura de aves silvestres no semiárido brasileiro: técnicas cinegéticas e implicações para conservação**. Tropical Conservation Science, v. 5, n. 1, p. 50-66, 2012.
- ROCHA, M. D. S. P., CAVALCANTI, M.P. C., DE LIMA SOUSA, R., ALVES, N. R. R. **Aspectos da comercialização ilegal de aves nas feiras livres de Campina Grande, Paraíba, Brasil**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 6(2), 204-221,2006.
- DE FREITAS TORRES, D., DE OLIVEIRA, E. S., DA NOBREGA ALVES, R. R., VASCONCELOS, A. **Etnobotânica e etnozoologia em unidades de conservação: uso da biodiversidade na APA de Genipabu, Rio Grande do Norte, Brasil**. Interciencia, 34(9), 623-629,2009.
- DE FARIAS, G. B.; ALVES, A. G. C. **É importante pesquisar o nome local das aves?** Revista Brasileira de Ornitológia, v. 15, n. 3, p. 403-408, 2007.
- DE FARIAS LIMA, J. R.; **Uso de recursos faunísticos em uma comunidade rural do semiárido da Paraíba-Brasil**. Etnobiología, v. 16, n. 3, p. 36-53, 2018.
- DIEGUES, A. C.; ARRUDA, R. S. V.; SILVA, V. C. F.; FIGOLS, F. A. B.; ANDRADE, D. **Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil**. São Paulo, 2000.
- FRANCISCO, M. R.; GALETTI, M.. **Frugivoria e dispersão de sementes de Rapanea lancifolia (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil**. Ararajuba, v. 9, n. 1, p. 13-19, 2001.
- GIMENES, M. R.; DOS ANJOS, L.. **Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves**. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.
- LEITE, R. C. L. **Criação da avifauna silvestre no município de Santana dos Garrotes – PB, Brasil**. 2012. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.
- LOSS, A. T. G.; Neto, E. M. C.; Flores, F. M. **Aves silvestres utilizadas como recurso trófico pelos moradores do povoado de Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia, Brasil**. Gaia Scientia. 2013.
- MÉLO, B. P. M. **Proposta de observação de aves como atividade estratégica à conservação ambiental no Jardim Botânico Benjamim Maranhão em João Pessoa-PB**. 2015.

MENEZES, C. J. **Efeitos de variáveis ambientais na ocupação local de aves da Caatinga.** 2018. xi, 68 f., il. Dissertação (Mestrado em Zoologia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

NASCIMENTO, J. L. X.; SALES-JÚNIOR, L. G.; DE SOUSA, A. E. B. A.; MINNS, J. (2010). **Avaliação rápida das potencialidades ecológicas e econômicas do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, usando aves como indicadores.** Ornithologia, 1(1), 33-42.

PEREIRA, B. E.; DIEGUES, A. C. **Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação.** Desenvolvimento e Meio ambiente, v. 22, 2010.

POLICARPO, I. S. **Uso de aves silvestres no Brasil: aspectos etnozoológicos e conservação.** 2013. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade

SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. A.; BIEBER, A. G. D.; CARLOS, C. J. **Aves da Caatinga: status, uso do habitat e sensitividade.** Ecologia e conservação da Caatinga, p. 237, 2003.

SILVEIRA, L. F. **Apostilha ornitologia básica.** Universidade de São Paulo, USP São Paulo 2012.

SANTOS SOARES, V. M. S.; SOARES, H. K. L.; LUCENA, R. F. P.; BARBOZA, R. R. D. **Conhecimento, uso alimentar e conservação da avifauna cinegética: estudo de caso no município de Patos, Paraíba, Brasil.** Interciencia, v. 43, n. 7, p. 491-497, 2018.

TROVÃO, D. M. FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; NETO J. D. **Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga.** R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 11, n. 3, p. 307-311, 2007.

VIU, A. F. M.; VIU, M. A. O; CAMPOS, L. Z. O. **Etnobotânica: uma questão de gênero?** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 1, 2010.

WORLD HEALTH ASSOCIATION. **Division of Mental Health.** Qualitative Research for Health Programmes. Geneva : WHA, 1994.

CAPÍTULO 12

AVIFAUNA DE UMA ÁREA DO CERRADO CENTRAL GOIANO: COMPARAÇÃO ENTRE FRAGMENTOS FLORESTAIS E MATRIZ URBANA

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 14/05/2020

Luciano Leles Alves

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres, Ceres

<http://lattes.cnpq.br/1137350631659017>

Maisa Tavares Rocha

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres

<http://lattes.cnpq.br/1500047287036423>

Heloisa Baleroni Rodrigues de Godoy

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres

<https://orcid.org/0000-0001-8416-5176>

florestais. A guilda trófica que mais se apresentou foi a dos onívoros, seguidos de insetívoros e frugívoros. As espécies onívoras e insetívoras não especialistas se apresentaram melhor distribuídas devido à capacidade de se adaptarem às modificações no ambiente. O índice de diversidade de Shannon para os fragmentos florestais foram, FBS = 3,844, FSV = 3,796, FSVII = 3,39 e FSC = 3,706, já nos pontos localizados na matriz urbana foram LMU = 3,616; PMA = 3,027; PCE = 3,115; PPS = 3,337; PSB = 3,267. Destacaram-se FBS, FSV e FSC como os locais com maior diversidade. A distribuição das espécies apontada no Diagrama de Venn, demonstra que a sobreposição das espécies é similar entre os 4 pontos nos fragmentos florestais e similar entre as 5 localidades na matriz urbana. O índice de Jaccard para a área de estudo foi de 0,511, apresentando similaridade mediana. A avifauna da região pode ser considerada rica, destacando-se os pontos FBS, FSC e FSV que apresentaram maior diversidade. A avifauna sofre relativamente com os processos de antropização, podendo-se notar pelo fato de que a maioria das espécies foi associada aos ambientes florestais.

PALAVRAS-CHAVE: Diversidade. Estrutura trófica. Fragmentação de habitats.

AVIFAUNA FROM AN AREA OF THE CERRADO CENTRAL GOIANO: COMPARISON BETWEEN FOREST FRAGMENTS AND URBAN MATRIX

ABSTRACT: The present work aims to survey the avifauna present in forest fragments and in the urban matrix of the municipality of São Luiz do norte, in the region of Centro Goiano. Data collection was carried out in 9 specific points, four in fragments of forest located in the rural zone and five points in the urban matrix of the municipality. A total of 104 bird species were identified in 37 families. Among the 104 species 9 were exclusive of the urban matrix and 41 exclusive of the forest fragments. The trophic guild that presented the most was the omnivores, followed by insectivores and frugivores. The omnivorous and insectivorous non-specialist species were better distributed because of their ability to adapt to changes in the environment. The Shannon diversity index for the forest fragments were, FBS = 3.844, FSV = 3.796, FSVII = 3.39 and FSC = 3.706, whereas at the points located in the urban matrix were LMU = 3.616; PMA = 3.027; PCE = 3.115; PPS = 3.337; PSB = 3.267. Highlighting FBS, FSV and FSC as the most diverse sites. The distribution of the species indicated in the Venn Diagram shows that the overlap of the species is similar between the 4 points in the forest fragments and similar between the 5 localities of the urban matrix. The Jaccard index for the study area was 0.511, with a median similarity. The avifauna of the region can be considered rich, especially the FBS, FSV and FSC points that presented greater diversity. The avifauna suffers relatively with the processes of anthropization, being possible to be noticed by the fact that the majority of the species was associated to the forest environments.

KEYWORDS: Diversity. Habitat fragmentation. Trophic structure.

INTRODUÇÃO

O cerrado abrange uma área de 2.036.448 km², correspondendo aproximadamente a 22% do território nacional brasileiro (BRASIL, 2016). Atualmente é compreendido como uma das savanas mais ricas tanto em espécies de plantas como de aves, cuja variação da vegetação presente é um fator determinante na diversidade de aves nestes locais (GIMENES & DOS ANJOS, 2003).

O bioma cerrado apresenta uma concentração estimada de 856 espécies de aves e deste total cerca de 30 são endêmicas (SILVA & SANTOS, 2005). Essa diversidade encontra-se ameaçada, uma vez que a redução drástica de habitats em pequenos fragmentos pode acarretar a diminuição de espécies de aves, já que estas necessitam de maiores áreas (SICK, 1997). As mudanças antropogênicas alteram as características naturais do ambiente, ou seja, a agropecuária ou urbanização geram a redução do habitat natural de muitas espécies de aves. A antropização contribui para o processo de fragmentação das florestas, favorecendo o seu empobrecimento. A consequência desse processo é a diminuição do número de espécies endêmicas, conservando em sua maioria espécies ditas generalistas. (D'ANGELO NETO ET AL., 1998).

De acordo com Rodrigues et al. (2010), o levantamento de avifauna permite além da identificação das aves, a estudos educativos sobre as espécies, ajudando assim tanto na conservação das aves quanto dos pequenos fragmentos.

O presente trabalho apresenta o levantamento das famílias e espécies de aves em áreas distintas envolvendo fragmentos florestais típicos do Cerrado e matriz urbana do município de São Luiz do Norte, Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos dados foi realizada em nove pontos estratégicos situados na zona urbana e rural do município de São Luiz do Norte, que fica localizado na região Centro Goiano (Eixo BR 153), coordenadas: Latitude: 14°51'45" sul e Longitude: 49°19'46" oeste, a cerca de 240 km de Goiânia, em área de Cerrado típico.

Os nove pontos de observação foram divididos em fragmentos na zona rural: Fazenda Bom Sucesso (FBS) formada por áreas de pastagem, agrofloresta e ao fundo fragmento de mata-de-galeria; Fazenda Sítio Velho (FSV) caracterizada por grande extensão de mata de galeria; Fazenda Santa Cristina (FSC) representada por pastagem e fragmento de mata densa típica do cerradão e Fazenda Sítio Velho II (FSVII) caracterizada por área de pastagem, lavoura de abacaxi nas proximidades e fragmento de mata fechada característico do cerradão. As áreas escolhidas na zona urbana: Praça Central (PCE), Lago Municipal (LMU), Praça Seja Bem-Vindo (SBV), Praça da Matriz (PMA) e Praça Pôr-do-Sol (PPS).

O levantamento foi realizado no período de maio a setembro de 2017, compreendendo 10 etapas de 9 dias cada, totalizando 90 dias de observação. As observações foram feitas no período de 6:00 às 9:00, totalizando 3 horas diárias, contabilizando 270 horas de esforço amostral (ADAPTADO DE VIELLIARD & SILVA, 1989).

Foi empregado o levantamento qualitativo que visa obter as espécies (enumerar) que ocorrem no município (VON MATTER ET AL, 2010). O método de observação foi o método de ponto fixo, que consiste em registrar por contato visual e/ou sonoro os indivíduos a partir de um local fixo com intervalos de tempos definidos (VON MATTER ET AL, 2010).

Para evidenciar a distribuição das espécies foi utilizado o Diagrama de Venn que de acordo com BUENO (2013), possibilita a demonstração da distribuição da composição de espécies nas áreas de estudo determinadas. Este representa o número de espécies exclusivas e espécies comuns entre as áreas, evidenciando a sobreposição das espécies entre as áreas.

A regularidade das espécies na área de estudo foi obtida pela Frequência de Ocorrência (FO) (Neto et al., 1998). De acordo com Frequência de ocorrência (FO) as espécies foram classificadas em: (RE) residentes ($FO > 60\%$), (PR) prováveis residentes

(60% > FO ≥ 15%), (O) ocasionais e/ou sobrevoantes (FO < 15%). As espécies registradas em todos os dias de observação foram designadas de comuns (C) (ARGEL-DE-OLIVEIRA, 1995; FRANCHIN ET AL., 2009).

A diversidade foi calculada por meio do Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') que possibilita saber o grau de heterogeneidade das áreas com base na abundância proporcional de todas as espécies da comunidade, permitindo conhecer a qualidade ambiental de determinada área (VON MATTER et al., 2010). A comparação entre fragmentos florestais e matriz urbana foi feita por meio do índice de similaridade de Jaccard (IJ) (Krebs, 1999), que expressa à semelhança entre ambientes, baseando-se no número de espécies comuns.

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal Goiano sob autorização n. 5266130317. As áreas de coleta dos dados não fazem parte de nenhuma unidade de conservação (UC) federal, estadual ou municipal.

RESULTADOS

Foram registradas 104 espécies de aves pertencentes a 37 famílias (Tabela 1), sendo que destas, a família com maior número de espécie foi Tyrannidae (n=13), seguida de Psittacidae (n=9), Thraupidae (n=9), Columbidae (n=8) e Picidae (n=6). A maior diversidade foi encontrada nos fragmentos florestais localizados na zona rural os quais apresentaram 95 espécies, sendo destas 41 exclusivas destes ambientes, enquanto na matriz urbana ocorreram 61 espécies com apenas 9 espécies exclusivas. Houve sobreposição de 26 espécies nos dois tipos de ambiente. Em relação aos hábitos alimentares a maior ocorrência foi de onívoros com 36 espécies, seguidos dos insetívoros (32 espécies) e em terceiro de frugívoros com 15 espécies.

Família	Espécie	Nome comum	Guilda Trófica	FO %	Localidade
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Gavião-carijó	CAR	8,89	FBS, FSC, LMU
	<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790) *	Gavião-de-cabeça-cinza	INS	2,22	FSV, FSC
	<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817) *	Gavião-Pernilongo	CAR	1,11	FSC
	<i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788)	Sovi	INS	3,33	LMU, FBS

	<i>Megacyrle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	Martim-Pescador-Grande	PIS	4,44	FSV, LMU
Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	Martim-pescador-pequeno	PIS	5,56	LMU, FSC
	<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790) *	Martim-pescador-verde	PIS	5,56	FSV
Anatidae	<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758) *	Pato-do-mato	ONI	16,67	FBS, FSV, FSC
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766) *	Biguatinga	PIS	2,22	FSV
	<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)	Garça-Branca-Grande	ONI	6,67	FSV, FSVII, LMU
Ardeidae	<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782) *	Garça-branca-pequena	ONI	1,11	FSV
	<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	Maria-Faceira	ONI	6,67	LMU, PSB, FSV
	<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)*	Socó-Boi	ONI	1,11	FSV
Bucconidae	<i>Monasa nigrifrons</i> (Spix, 1824)	Bico-de-brasa	ONI	7,78	FBS, FSVII, FSC, LMU
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i> (Linnaeus, 1766) *	Seriema	ONI	27,78	FBS, FSV, FSVII, FSV
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Urubu-Preto	DEN	35,56	LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Quero-quero	ONI	60,00	LMU, PMA, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
	<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	Asa-Branca	GRA	51,11	FBS, FSV, FSVII, FSC, LMU, PCE, PPS, PSBV
	<i>Leptotila verreauxi</i> (Bonaparte, 1855)*	Juriti-pubu	FRU	10,00	FBS, FSV, FSC
	<i>Scardafella squammata</i> (Lesson, 1831)	Fogo-apagou	GRA	93,33	LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV, FSC, FSVII, FSV, FBS
Columbidae	<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	Pomba-Galega	FRU	64,44	FBS, FSV, FSVII, FSC, PSBV, PPS, PCE, PMA, LMU
	<i>Patagioenas speciosa</i> (Gmelin, 1789)	Pomba-trocal	FRU	23,33	LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
	<i>Columba livia livia</i> (Gmelin, 1789)	Pombo-doméstico	GRA	16,67	LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
	<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)**	Rolinha-caldo-de-feijão	GRA	86,67	PCE, LMU, PPS, PSB, PMA
Corvidae	<i>Cyanocorax cristatellus</i> (Temminck, 1823) *	Gralha-do-campo	ONI	2,22	FBS, FSV
	<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Alma-de-gato	INS	5,56	FBS, FSV, FSC, LMU
Cuculidae	<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	Anu-Branco	INS	17,78	PMA, PCE, FSV
	<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	Anu-Preto	INS	50,00	LMU, PMA, PSB, PPS, PCE, FBS, FSV, FSVII, FSC

Dendrocolaptinae	<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818) *	Arapaçu-verde	INS	1,11	FBS
	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot, 1818)	Arapaçu-do-cerrado	INS	3,33	LMU, FSVII
	<i>Caraca plancus</i> (Miller, 1777)	Carcará	CAR	32,22	FSV, FSVII, FSC, LMU, PPS, SBV
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Carapateiro	CAR	21,11	FSV, FSVII, FSC, LMU, PPS
	<i>Falco sparverius</i> (Linnaeus, 1758) **	Quiri-quiri	CAR	6,67	PCE, PPS, PSB
Fringillidae	<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	Fim-Fim	ONI	13,33	FBS, PCE, PPS, FSC
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	João-de-Barro	ONI	93,33	LMU, PCE, PMA, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
Galbulidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	Pitiguari	ONI	11,11	FSC, FSVII, FBS, PCE, PPS, PSBV
	<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817) **	Andorinha-do-campo	INS	3,33	PCE, PPS
Hirundinidae	<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	Andorinha-do-rio	INS	16,67	FSV, LMU
	<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789) **	Andorinha-grande	INS	1,11	PCE
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817) *	Andorinha-serradora	INS	4,44	FSV
	<i>Cacicus cela</i> (Linnaeus, 1758)	Xexéu	ONI	25,56	FBS, FSV, FSC, LMU, PMA
	<i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819)	Pássaro-Preto	ONI	37,78	LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
Icteridae	<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	Encontro	ONI	6,67	LMU, PPS, FSVII, FSC
	<i>Molothrus oryzivorus</i> (Gmelin, 1788)*	Iraúna-grande	ONI	3,33	FSC, FSV
	<i>Psarocolius decumanus</i> (Pallas, 1769) **	Japu	ONI	20,00	LMU, PMA, PCE, PPS
Jacanidae	<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766) *	Jaçanã	ONI	12,22	FSV, FBS
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	Sabiá-do-campo	ONI	7,78	FBS, LMU, PPS
Momotidae	<i>Momotus momota</i> (Linnaeus, 1766) *	Udu-de-coroa-azul	ONI	1,11	FBS
Passeridae	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Pardal	ONI	54,44	FSVII, LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV

	<i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796) **	Pica-pau-branco	INS	2,22	PCE
	<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788) *	Pica-pau-carijó	INS	7,78	FSB, FSV, FSVII, FSC
	<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766) *	Pica-pau-de-banda-branca	INS	5,56	FBS, FSV, FSVII, FSC
Picidae	<i>Campephilus rubricollis</i> (Boddaert, 1783) *	Pica-pau-de-topete-vermelho	INS	2,22	FBS, FSC
	<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	Pica-pau-do-campo	INS	10,00	FBS, FSV, FSVII, FSC, PSBV, LMU
	<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766) *	Pica-pau-pequeno	INS	4,44	FBS
Psittacidae	<i>Ara ararauna</i> (Linnaeus, 1758)	Arara-Canindé	FRU	34,44	LMU, PMA, PCE, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
	<i>Amazona amazonica</i> (Linnaeus, 1766)	Curica	FRU	6,67	LMU, FSC, FBS
	<i>Pionus menstruus</i> (Linnaeus, 1766) **	Maitaca-de-cabeça-azul	FRU	1,11	PPS
	<i>Orthopsittaca manilatus</i> (Boddaert, 1783)	Maracanã-de-cara-amarela	FRU	5,56	PPS, LMU, FSV
	<i>Diopsittaca nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	Maracanã-pequena	FRU	25,56	LMU, PCE, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSC
	<i>Alipiopsitta xanthops</i> (Spix, 1824)	Papagaio-galego	FRU	27,78	FBS, FSV, FSVII, FSC, LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV
	<i>Psittacara leucophthalmus</i> (Statius Muller, 1776)	Periquitão-maracanã	FRU	4,44	FBS, PPS
	<i>Brotogeris chiriri</i> (Vieillot, 1818)	Periquito-de-encontro-amarelo	FRU	78,89	FBS, FSC, FSV, FSVII, LMU, PCE, PMA, PPS, PSBV
	<i>Aratinga aurea</i> (Gmelin, 1788)	Periquito-Rei	FRU	76,67	FBS, FSV, FSVII, FSC, LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV
Rallidae	<i>Aramides ypecaha</i> (Vieillot, 1819) *	Saracuraçu	INS	23,33	FBS, FSV, FSC
	<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776) *	Três-Potes	ONI	6,67	FBS, FSC
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i> (Gould, 1834) *	Araçari-castanho	ONI	4,44	FSV, FSVII
	<i>Ramphastos toco</i> (Statius Muller, 1776)	Tucanuçu	ONI	45,56	LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)	Caburé	CAR	4,44	LMU, FSC, FBS
	<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	Coruja-buraqueira	CAR	2,22	PPS, FSV
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus doliatus</i> (Linnaeus, 1764) *	Choca-barrada	INS	1,11	FBS
	<i>Thamnophilus pelzelni</i> (Hellmayr, 1924) *	Choca-do-planalto	INS	2,22	FSVII
	<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	Choró-boi	INS	3,33	PCE, FBS, FSC

	<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766) *	Saí-azul	ONI	1,11	FSVII
	<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766) **	Sáira-amarela	ONI	1,11	PPS
	<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	Sanhaço-cinza	FRU	46,67	FBS, FSV, FSVII, FSC, LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV
	<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1821)	Sanhaço-do-coqueiro	ONI	43,33	FBS, FSV, FSVII, FSC, LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	Tiziú	GRA	20,00	PPS, PSBV, FBS, FSVII, FSC
	<i>Eucometis penicillata</i> (Spix, 1825) *	Pipira-da-taoca	INS	1,11	FBS
	<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	Canário-da-terra	GRA	24,44	LMU, PCE, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
	<i>Sicalis columbiana</i> (Cabanis, 1851)	Canário-do-Amazonas	GRA	32,22	LMU, PMA, PCE, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
	<i>Saltatricula atricollis</i> (Vieillot, 1817)*	Batuqueiro	ONI	1,11	FBS
Threskiornithidae	<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789) *	Corocoró	ONI	5,56	FSV, FSC
	<i>Theristicus caudatus</i> (Boddaert, 1783)	Curicaca	ONI	40,00	LMU, PPS, PSBV, FBS, FSV, FSVII, FSC
Tinamidae	<i>Rhynchosciurus rufescens</i> (Temminck, 1815) *	Perdiz	ONI	5,56	FBS, FSVII, FSC
Trochilidae	<i>Aphantochroa cirrochloris</i> (Vieillot, 1818) *	Beija-flor-cinza	NEC	1,11	FBS
	<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	Beija-flor-tesoura	NEC	6,67	PPS, FBS
Troglodytidae	<i>Thryothorus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845) **	Garrinchão-de-barriga-vermelha	INS	1,11	PCE
Turdidae	<i>Turdos leucomelas</i> (Vieillot, 1818) *	Sabiá-Barranco	FRU	1,11	FBS
	<i>Turdus hauxwelli</i> (Lawrence, 1869) *	Sabiá-Bicolor	ONI	2,22	FSV, FBS

	<i>Pitagus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bem-te-vi	ONI	97,78	LMU, PMA, PCE, PSBV, PPS, FBS, FSV, FSVII, FSC
	<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	Bentevi-rajado	ONI	10,00	FBS, FSV, FSVII, FSC, PSB
	<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766) *	Bentevizinho-de-asa-ruiva	ONI	5,56	FSV, FSVII, FSC
	<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825) *	Bentivizinho	ONI	1,11	FSVII
	<i>Philohydor lictor</i> (Lichtenstein, 1823)	Bentivizinho-do-brejo	INS	7,78	LMU, FBS, FSC
	<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert, 1783)	Príncipe	INS	7,78	FSV, LMU
Tyrannidae	<i>Fluvicola albiventer</i> (Spix, 1825) *	Lavadeira-de-cara-branca	INS	7,78	FSV
	<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789) *	Maria-cavaleira	INS	6,67	FBS, FSVII, FSC
	<i>Myiarchus tuberculifer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837) *	Maria-cavaleira-pequena	INS	1,11	FSVII
	<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766) *	Neinei	ONI	5,56	FBS, FSV, FSVII
	<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819) *	Siriri	INS	1,11	FBS
	<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	Siriri-cavaleiro	INS	12,22	FBS, FSV, FSC, LMU
	<i>Tyrannus savana</i> (Daudin, 1802) *	Tesourinha	INS	1,11	FSC
Vireonidae	<i>Galbula ruficauda</i> (Cuvier, 1816) *	Ariramba-de-cauda-ruiva	INS	4,44	FBS

Tabela 1. Descrição das famílias, espécies, nome comum, guilda trófica e frequência de ocorrência de aves do município de São Luiz do Norte-GO.

Fonte: Arquivo pessoal. INS= Insetívoro; ONI= Onívoro; FRU= Frugívoro; CAR= Carnívoro; GRA= Granívoro; PIS= Piscívoro; NEC= Nectarívoro; DEN= Detritívoro; FBS= Fazenda Bom Sucesso; FSV= Fazenda Sítio Velho; FSVII= Fazenda Sítio Velho II; FSC= Fazenda Santa Cristina; LMU= Lago Municipal; PMA= Praça da Matriz; PCE= Praça Central; PSB= Praça Seja Bem-Vindo; PPS= Praça Por-do-Sol; *espécies encontradas exclusivamente na matriz rural; **espécies encontradas exclusivamente na matriz urbana.

A espécie que obteve maior ocorrência foi *Pitagus sulphuratus* (97,78%), posteriormente *Scardafella squammata* e *Furnarius rufus* (93,33%), *Columbina talpacoti* (86,67) e *Brotogeris chiriri* (78,89%), sendo estas consideradas residentes (RE). *Furnarius rufus* e *Pitangus sulphuratus* tem relativa capacidade de habitar ambientes campestres ou até mesmo urbano como apontam (SICK, 1997; AMÂNCIO ET AL, 2008), justificando-se a predominância destas nos ambientes estudados. *Passer domesticus* caracteriza-se como espécie exótica altamente adaptada a ambientes urbanos, com isso tendem a possuir maior ocorrência fato comprovado por Pinheiro et. al, (2010).

As espécies com valores entre 60% e 15% tais como, *Crotophaga ani* (50%), *Patagioenas picazuro* (51,11%), *Vanellus chilensis* (60%) e *Patagioenas cayennensis* (64,44%) são consideradas prováveis residentes (PR). Por fim as ocasionais e/ou sobrevoantes com valores inferiores a 15%, sendo representadas por espécies como

Leptotila verreauxi (10%), *Eupetomena macroura* (6,67%), *Chrysotilus melanochloros* (7,78%) e *Tyrannus savana* (1,11%), *Aratinga leucophthalmus* (4,44%) e *Saltatricula atricollis* (1,11%).

A sobreposição das espécies nos fragmentos florestais está expressa no Diagrama de Venn (Figura 1). O número de espécies comuns aos fragmentos foram 26. O fragmento FSC não apresentou nenhuma espécie exclusiva, o maior número de espécies exclusivas foi no fragmento FBS (10 espécies), seguido de FSV (5 espécies) e FSVII (4 espécies). Entre as espécies exclusivas do fragmento FBS estão espécies insetívoras que representam o maior número: *Sittasomus griseicapillus*, *Galbula ruficauda*, *Thamnophilus doliatus*, *Vaniliornis passerinus*, *Eucometis penicillata* e *Tyrannus melancholicus*. No fragmento FSV com 5 espécies exclusivas destacam-se, *Stelgidopteryx ruficollis*, *Anhinga anhinga*, *Chloroceryle amazona* e *Tigrisoma lineatum* que estão intimamente ligadas a presença de água. *Anhinga anhinga*, *Chloroceryle amazona* e *Tigrisoma lineatum* são espécies piscívoras o que justifica a presença neste fragmento que possui água represada.

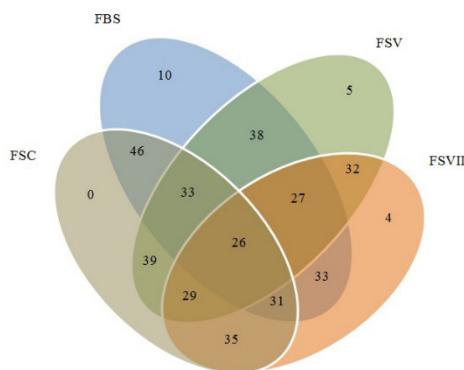


Figura 1. Diagrama de Venn dos Fragmentos Florestais no município de São Luiz do Norte-GO demonstrando a sobreposição das espécies.

O Índice de diversidade de Shannon para os fragmentos florestais foram: FBS = 3,844, FSV = 3,796, FSVII = 3,39 e FSC = 3,706, considerados altos, já que segundo Margalef (1972) e Magurran (1988) (apud CAMARGO, 1999) o índice de diversidade de Shannon varia entre 1,5 e 3,5, esporadicamente excedendo a 4,5. O fragmento FBS apresentou maior diversidade, um dos fatores que contribuíram foi a presença de espécies vegetais frutíferas diversificadas atrativas as aves e não é adotado uso de agrotóxicos o qual preserva-se muitas espécies de insetos que servem de alimento as aves.

A Matriz Urbana apresentou menor número de espécies, porém a distribuição foi similar como aponta o diagrama de Venn (Figura 2). Foram observadas 18 espécies comuns para as cinco localidades na matriz urbana. Os únicos locais com espécies exclusivas foram PPS (duas espécies) e PCE (três espécies), sendo elas: *Pionus menstruus*, e *Tangara cayana* para PPS; e, *Progne chalybea*, *Leuconerpes candidus* e *Thryothorus leucotis* para PCE, enquadradas como espécies de baixa ocorrência.

Quanto aos índices de diversidade de Shannon nas localidades urbanas foram: LMU = 3,616; PMA = 3,027; PCE = 3,115; PPS = 3,337; PSB = 3,267. Os valores de diversidade encontrados para PMA, PCE, PPS e PSB, estão dentro da faixa de ocorrência (1,5 e 3,5), porém são extremamente relevantes já que são representativos de área urbana. Esses resultados denotam que os fragmentos florestais, caracterizados por matas de galeria e cerrado em sua maioria, assim como a matriz urbana, estão sendo suficientes para manter a biodiversidade na área, como exemplificado para a área LMU (3,616), que devido suas condições ambientais, mantém a área urbanizada úmida devido à proximidade da mata de galeria e contato direto com área de preservação permanente municipal propiciando o provável trânsito de espécies. O Índice de Similaridade de Jaccard (IJ) entre as áreas foi de 0,51, similaridade mediana.

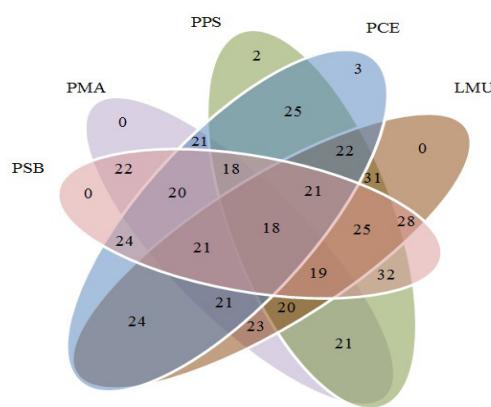


Figura 2. Diagrama de Venn da Matriz Urbana no município de São Luiz do Norte-GO demonstrando a sobreposição das espécies nos locais.

Os resultados para as guildas tróficas expressam os padrões das espécies de aves presentes nos habitats. As espécies onívoras ($n=36$), predominaram entre os fragmentos estudados, contrastando com resultados de D'ANGELO-NETO ET AL. (1998). Este fato pode ser explicado devido a onivoria atuar como tampão acompanhando as oscilações na disponibilidade alimentar (WILLIS, 1976). Os insetívoros ($n=32$), obtiveram também número significativo, o que era de se esperar devido a disponibilidade de alimento durante todo o ano (SCHERER ET AL., 2011) dessa maneira tendem a predominar nos fragmentos.

A elevada frequência de ocorrência de espécies frugívoras na matriz urbana, como *Aratinga aurea*, *Alipiopsitta xanthops* e *Brotogeris chiriri*, está ligada a presença de plantas frutíferas cultivadas em quintais e nas praças, que proporcionam alimento a estas aves (FRANCO & PRADO, 2012), que são frequentes ou ausentes de acordo com disponibilidade de frutos, já que necessitam de uma maior variedade de vegetais que frutificam em diferentes épocas do ano, motivo pelo qual é justificada a maior ou menor ocorrência destas espécies em determinada área (Sick, 1979).

As aves insetívoras, assim como as frugívoras, são atraídas pela grande quantidade de recursos, porém pode-se notar no estudo, que a frequência de ocorrência para estas

foi menor na matriz urbana (*Taraba major* (2,00%), *Colaptes campestris* (10,00%) e *Ictinia plumbea* (4,00%)). De acordo com MORANTE FILHO & SILVEIRA (2012), espécies insetívoras e frugívoras especializadas desaparecem devido às alterações antrópicas o que pode ser observado na área, apesar desta possuir índice de diversidade alto.

As espécies *Furnarius rufus*, *Vanellus chilensis*, *Cariama cristata*, *Theristicus caudatus* e *Pitagus sulphuratus*, possuem características de onivoria a qual atua como efeito tampão, adaptando as mudanças no habitat, por isso a frequência dessas espécies é mais elevada nos fragmentos de florestas (D'ANGELO-NETO et al., 1998).

Os granívoros possuem alimentação baseada em sementes e no presente estudo, esta guilda trófica foi representada por sete espécies. De acordo com Anjos (1998), os granívoros são favorecidos com a fragmentação uma vez que é aumentada a área de borda, onde essas espécies utilizam para forrageio. Diferentemente, os carnívoros (n=7) são sensíveis a degradação e necessitam de maior extensão territorial (TEIXEIRA et al., 2005). De acordo com Sick (1997), os carnívoros ocupam territórios grandes, mas são menos abundantes que suas presas. Os piscívoros (n=4), nectarívoros (n=2) e detritívoros (n=1) foram as guildas tróficas menos ocorridas. Um fator primordial a estes grupos é a exclusividade alimentar, que muitas das vezes é determinante na presença destas espécies (Aleixo 1999).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avifauna nos fragmentos florestais e matriz urbana da área em estudo pode ser considerada rica, com grau de diversidade significativo. A maior ocorrência de espécies onívoras e insetívoras aponta menor sensibilidade dessas espécies e facilidade de se adaptarem a ambientes antropizados. Os fragmentos florestais apresentaram maior número de espécies comparado com os pontos da matriz urbana, fato pelo qual infere que grande parte das aves se encontra em ambientes florestais.

O índice de diversidade de Shannon para os fragmentos e localidades na matriz urbana apontou valores altos comparando-se com a faixa normalmente associada ao mesmo, destacando assim a necessidade de atenção quanto a preservação e cuidados com a avifauna presente nas áreas estudadas. A diversidade nos fragmentos foi maior comparada com a matriz urbana, fator que demonstra a interferência da antropização no contexto da avifauna.

REFERÊNCIAS

ANJOS, L. Consequências biológicas da fragmentação no norte do Paraná. **Série Técnica IPEF**. v. 12, n. 32, p. 87-94, dez. 1998.

ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, p. 493- 511, 1995.

AMÂNCIO, S.; SOUZA, V.B de; MELO, C. *Columba livia* e *Pitangus sulphuratus* como indicadoras de qualidade ambiental em área urbana. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 16, n. 1, p. 32-37, 2008.

ARGEL-DE-OLIVEIRA, M. M. Aves e vegetação em um bairro residencial da cidade de São Paulo (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12. n. 1.p 81 – 92, 1995.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **O bioma cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>.

BUENO, C. C. S. **Diversidade de aves em uma paisagem fragmentada de mata atlântica inserida em uma matriz urbana**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal. 2013.

D'ANGELO NETO, S.; VENTURIN, N.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; COSTA, F. A. F. Avifauna de quatro fisionomias florestais de pequeno tamanho (5-8 ha) no campus da UFLA. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 3, p. 463–472, 1998.

FRANCHIN, A. G.; OLIVEIRA, G. M. de; MELO, C. de; TOMÉ, C. E. R.; JUNIOR, O. M. Avifauna do Campus Umuarama, Universidade Federal de Uberlândia (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 6, n. 2, 2009.

FRANCO, A. N.; PRADO, A. D. Levantamento preliminar da avifauna do Campus de Porto Nacional da Universidade Federal do Tocantins. **Atualidades Ornitológicas On-line**, v. 166, p. 39-44, 2012.

GIMENES, M. R.; DOS ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, n. 2, 2003.

KREBS, C. J. 1999. **Ecological Methodology**. 2 ed. Menlo Park, AddisonWesley Educational Publishers. 619p.

MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and its measurement**. Princeton, New jersey,79p, 1988. In: CAMARGO, M. J. A. Estudo comparativo sobre a composição e a diversidade de lepidópteros noturnos em cinco áreas da Região dos Cerrados. **Revista Bras. Zool.** 16 (2): 369 - 380, 1999.

MARGALEF, R. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. **Trans. Connect. Acad. Arts Sei.** 44: 211-235, 1972. In: CAMARGO, M. J. A. Estudo comparativo sobre a composição e a diversidade de lepidópteros noturnos em cinco áreas da Região dos Cerrados. **Revista Bras. Zool.** 16 (2): 369 - 380, 1999.

MORANTE FILHO, J. C.; SILVEIRA, R. V. Composição e estrutura trófica da comunidade de aves de uma área antropizada no oeste do estado de São Paulo. **Atualidades Ornitológicas**, v. 169, p. 33-40, 2012.

RODRIGUES, C.; ALMEIDA, P.; TRIVELATO, G.; MELO, de A. Levantamento Preliminar da Avifauna do Município de Jacutinga, Minas Gerais. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 4, 2010.

SCHERER, J. F. M.; SCHERER, A. L.; PETRY, M. V. Estrutura trófica e ocupação de habitat da avifauna de um parque urbano em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 169-180, 2011.

SILVA, J. M. C.; SANTOS, M. P. D. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. In **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação** (A. Scariot, J.C. Sousa-Silva & J. M. Felfili, orgs). MMA, Brasília, p. 219-233. 2005.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

TEIXEIRA, E. C.; PETRY, M. V.; TEIXEIRA, E. C. & MARTINS, J. F. C. Ocorrência e distribuição de Falconiformes em diferentes ambientes do Parque Estadual de Itapuã, RS. **Acta Biologica Leopoldensia**, 27(1), 2005. p. 51-56.

WILLIS, E. O, 1976, Effects of a cold wave on an Amazonia avifauna in the upper Paraguay Drainage, western Mato Grosso, and suggestions on oscine-suboscine relationships. **Acta Amazonia**, Manaus, 6: 379-394.

PINHEIRO, T. C. BRANCO, J. O.; JUNIOR, F. F.; JÚNIOR, S.M. de A.; LARRAZÁBA, M.A. Abundância e diversidade da avifauna no campus da Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina. **Ornithologia**, v. 3, n. 2, p. 90-100, 2010.

VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do estado de São Paulo, Brasil. **Anais...IV Encontro Nac. Anilhad. Aves**, Recife, pp. 117-151. 1989.

VON MATTER, S.; STRAUBE, F.; ACCORDI, I.; PIACENTINI, V.; CÂNDIDO-JR., J. **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. Technical Books Editora, 2010.

CAPÍTULO 13

METODOLOGIA ISO 6579 E ISOLAMENTO DE *SALMONELLA* spp. EM ALIMENTOS

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 02/05/2020

Nayara Carvalho Barbosa
Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8431308164295433>

Flávio Barbosa da Silva
Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4190510022542704>

Débora Quevedo Oliveira
Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2220786048240726>

Bruna Ribeiro Arrais
Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0657214912365276>

Débora Filgueiras Sampaio
Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1104635982886933>

Nathalia Linza Martins Souza

Universidade Federal de Jataí

Jataí – Goiás

Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7823666274506154>

Izabella Goulart Carvalho

Universidade Federal de Jataí

Jataí – Goiás

Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7254658655080595>

Cecília Nunes Moreira

Universidade Federal de Jataí

Jataí – Goiás

Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1615011518719486>

RESUMO: Alimentos de origem avícola são comumente relacionados com a veiculação de microrganismos patogênicos de preocupação na saúde pública, sendo um dos agentes principais a *Salmonella* spp. O objetivo deste trabalho é a elucidação da aplicação correta da metodologia ISO 6579 para isolamento de *Salmonella* spp., mostrando sua aplicabilidade prática e eficaz no isolamento do microrganismo em questão, bem como apontar as particularidades da técnica possibilitando uma maior adesão da mesma em trabalhos com o foco de isolamento e identificação desse agente. Esta metodologia

faz parte da pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biociência animal da Universidade Federal de Jataí. Trata-se de um estudo descritivo, analítico, realizado no município de Rio Verde - GO, no período de outubro de 2016 a setembro de 2017 no intuito de avaliar a qualidade microbiológica de carne de frango. Das 40 amostras coletadas obteve-se a positividade em 12 amostras o que representa 30% das amostras de frango analisadas. A frequência de isolamento de *Salmonella* spp. das amostras pesquisadas, mostraram a presença desse micro-organismo patogênico em alimentos destinados a alimentação humana, o que traduz a necessidade de uma maior eficiência por parte de fiscalização frente ao controle de qualidade dos alimentos. Embora os dados sejam preocupantes observamos no seguinte estudo que a eficiência da metodologia atendeu o objetivo de encontrar *Salmonella* spp. nas amostras de frango analisadas, confirmando a eficácia da utilização da ISO 6579 para a detecção desse microrganismo, desta forma tornando-se importante ferramenta para a promoção da qualidade dos alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Métodos analíticos, Microbiologia, Segurança alimentar.

ISO 6579 METHODOLOGY AND ISOLATION OF SALMONELLA SPP. IN FOOD

ABSTRACT: Foods of poultry origin are commonly related to the transmission of pathogenic microorganisms of public health concern, one of the main agents being *Salmonella* spp. The objective of this work is to elucidate the correct application of the ISO 6579 methodology for the isolation of *Salmonella* spp., showing its practical and effective applicability in the isolation of the microorganism in question, as well as to point out the particularities of the technique allowing a greater adhesion of it in works with the focus of isolation and identification of this agent. This methodology is part of the Master's research of the Post-Graduate Program in Animal Bioscience at the Federal University of Jataí. This is a descriptive, analytical study carried out in the municipality of Rio Verde - GO, from October 2016 to September 2017 in order to assess the microbiological quality of chicken meat. Of the 40 samples collected, positivity was obtained in 12 samples, which represents 30% of the analyzed chicken samples. The isolation frequency of *Salmonella* spp. of the surveyed samples, they showed the presence of this pathogenic microorganism in food intended for human consumption, which reflects the need for greater efficiency on the part of inspection in relation to food quality control. Although the data is worrying, we observed in the following study that the efficiency of the methodology met the objective of finding *Salmonella* spp. in the analyzed chicken samples, confirming the effectiveness of using ISO 6579 for the detection of this microorganism, thus becoming an important tool for the promotion of food quality.

KEYWORD: Analytical methods, Microbiology, Food security.

1 | INTRODUÇÃO

A cadeia do frango de corte tem mostrado resultados satisfatórios, no 2º trimestre de 2016 foram abatidas 1,49 bilhão de cabeças de frangos. Um aumento de 1,0% em

relação ao trimestre imediatamente anterior e de 6,5% na comparação com o mesmo período de 2015. O peso acumulado das carcaças foi de 3,41 milhões de toneladas no 2º trimestre de 2016. Esse resultado representou aumentos de 3,6% em relação ao trimestre imediatamente anterior e de 4,4% frente ao mesmo período de 2015 (IBGE, 2016). Eficiência, precisão e agilidade, são características comumente esperadas para os métodos e análises microbiológicas. Nesse sentido, a busca por plantéis e indústrias que apresentem níveis de biossegurança adequados, força a implantação de rigorosas condutas ao longo do processamento a fim de se evitar a contaminação das carcaças (FAO, 2011). Existem diferentes técnicas de diagnóstico de *Salmonella* spp., entre eles métodos moleculares, imunológicos biossensores e métodos convencionais com diferentes vantagens e desvantagens (MELO et al., 2018; REIS et al., 2002). A escolha correta da metodologia aplicada para isolamento de determinados microrganismos reflete de forma positiva para a obtenção de resultados satisfatórios ao final da análise permitindo aos diversos profissionais envolvidos na área, subsídio técnico para abordagem de ações preventivas e corretivas rápidas e precisas.

Alimentos de origem avícola são comumente relacionados com a veiculação de microrganismos patogênicos de preocupação na saúde pública, sendo um dos agentes principais a *Salmonella* spp. (GOLDEN & MISHRA, 2020; PERIN et al.. 2020; WANG et al., 2020). *Salmonella* é um dos gêneros mais destacados da família Enterobacteriaceae, que compõem a microbiota intestinal de animais e humanos (TRABULSI & ALTERTHUM, 2015). É um patógeno de significância mundial, de ampla distribuição no ambiente, sendo que os alimentos são os principais veículos de sua transmissão. Há mais de 2.600 sorovares identificados de *Salmonella*, sendo todos considerados como potencialmente patogênicos (BRASIL, 2001). Tal importância reflete diretamente na busca constante de inovações na detecção precoce desse microrganismo, garantindo uma melhor qualidade microbiológica do alimento fornecido à mesa do consumidor bem como a redução da infecção dos animais pertencentes à cadeia produtiva. A aplicabilidade de métodos inovadores em especial dos biomoleculares são ferramentas bastante uteis para detecção da *Salmonella* spp., por se mostrarem métodos rápidos específicos, porém muitas vezes de alto custo de aplicação, implantação e mão obra tecnificada. Metodologias que ainda seguem a bacteriologia convencional, porém que são precisas e de custo benefício mais acessível e que atendem as necessidades de isolamento e identificação de forma satisfatória da *Salmonella* são utilizadas na rotina. A metodologia indicada é ISO 6579 a qual é aplicada através de quatro etapas básicas: pré-enriquecimento; enriquecimento seletivo, plaqueamento em meios seletivos, isolamento de colônias suspeitas e identificação mediante exames morfológicos, testes bioquímicos e sorológicos (SOARES et al., 2010).

Essa metodologia traz como diferencial a utilização do *Modified Semisolid Rappaport Vassiliadis* (MSRV), esse meio de cultura é seletivo para bactérias Gram negativas e permite identificar a migração de bactérias móveis pela extensão do ágar, por se tratar

de um ágar semissólido resultando num crescimento característico e de fácil visualização (FRANCHIN, 2008). Ela permite mais facilmente a observação de crescimento prévio de bactérias Gram negativa móveis, mostrando-se como grande vantagem na aplicabilidade desse método, uma vez que a *Salmonella* é uma bactéria que possui essas características o que maximiza as chances de isolamento desse microrganismo (TRABULSI & ALTERTHUM, 2015).

2 | OBJETIVO

Propõem-se com esse manuscrito a elucidação da aplicação correta da metodologia ISO 6579 para isolamento de *Salmonella* spp., mostrando sua aplicabilidade prática e eficaz no isolamento do microrganismo em questão, bem como apontar as particularidades da técnica possibilitando uma maior adesão da mesma em trabalhos com o foco de isolamento e identificação desse agente.

3 | METODOLOGIA

Esta metodologia fez parte da pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biociência animal da Universidade Federal de Jataí. Trata-se de um estudo descritivo, analítico, realizado no município de Rio Verde - GO, no período de outubro de 2016 a setembro de 2017 no intuito de avaliar a qualidade microbiológica de carne de frango. As 40 amostras foram adquiridas simulando uma situação de compra e encaminhadas para o laboratório de Práticas Veterinárias da Universidade Federal de Jataí, onde as mesmas foram processadas seguindo as recomendações da ISO 6579.

De cada amostra, foi pesado 25 gramas e adicionado a 225 ml de água peptonada, e após homogeneização com auxílio de *Stomacker®* por 60 segundos foi em seguida transferida para um *erlenmeyer*, esta solução foi incubada a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ sob agitação constante no período de 18 a 24 horas (em agitador orbital de bancada *Shaker*), essa fase é denominada de pré enriquecimento.

Após a fase de pré enriquecimento, os caldos enriquecidos dessas amostras foram distribuídos em placas de MSRV, sendo essa inoculação feita transferindo uma alíquota de $100\mu\text{L}$ na porção próxima ao centro da placa, após a inoculação as placas foram colocadas em estufa bacteriológica permanecendo em crescimento por 18 a 24 horas a temperatura de $41,5^\circ\text{C}$.

Após esse período, foi realizada a leitura das placas de MSRV, e as que apresentaram crescimento além do local de inoculação e assumiram uma coloração de halo esbranquiçado, foram classificadas como suspeitas e destinadas para a fase de repique. No repique foi coletada uma alçada da região mais periférica do meio, sendo essa replicada em placas de ágar MacConkey e ágar XLD (Xilose Lisina Desoxicolato), por meio de esgotamento

no intenso de se obterem colônias com características específicas de *Salmonella* spp. essas placas foram colocadas em estufa para crescimento bacteriano no período de 18 a 24 horas a temperatura de $36\pm1^{\circ}\text{C}$.

Após esse período foi observado o crescimento das colônias nos meios, os quais foram identificados como sugestivos para *Salmonella* spp., aqueles que se apresentaram como colônias bege no ágar *MacConkey* e negras com bordas transparentes no ágar XLD. Após a observação das características morfológicas das colônias foram escolhidas as colônias que estivessem mais isoladas possíveis e as mesmas foram inoculadas em tubos contendo carboidratos específicos que confirmaram o microrganismo alvo, esses tubos foram identificados e colocados em estufa bacteriológica por 18 a 24 horas a $36\pm1^{\circ}\text{C}$, essa fase denomina-se caracterização bioquímica. Ao fim da incubação foi realizada a leitura das provas bioquímicas e aquelas que apresentaram padrão colorimétrico referentes a *Salmonella* spp. foram consideradas positivas.

Nesse mesmo período foi realizada também a identificação sorológica da *Salmonella* utilizando como base o antígeno de superfície poli “O”, segundo método de *Kaufmann Write*. A sorologia consiste na junção de uma colônia a uma gota do antissoro. Essa junção foi então misturada e aguardou-se o tempo de 1 minuto para observação de aglutinação no fundo da placa utilizada para execução do teste. Após confirmação os dados foram tabulados para posterior discussão.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 40 amostras coletadas obteve-se a positividade em 12 amostras o que representaram 30% das amostras de frango analisadas. O sucesso no isolamento das cepas de *Salmonella* spp., é explicado por Franchin (2008) que ressalta que o princípio dos meios semissólidos garante uma maior especificidade e facilidade de isolamento porque estão combinados em um único meio de enriquecimento, o crescimento seletivo e a capacidade de produzir flagelos.

Segundo Fierens & Huyghebaert (1996) em trabalho realizado a fim de comparar o método tradicional e cinco diferentes métodos para a pesquisa de *Salmonella* spp. em 217 amostras de rações naturalmente contaminadas, os pesquisadores conseguiram obter 21 amostras positivas para *Salmonella* na combinação dos seis métodos, sendo a ISO 6579, superior as demais técnicas estudadas apresentando 90,5 % (19/21) de positividade para *Salmonella*.

A aplicação dessa metodologia para outras matrizes também é recomendada com base nas afirmações de Soares (2010), onde destaca-se que, através desta metodologia, a inoculação das amostras em placas contendo MSRV fornece resultados característicos e de fácil visualização para as amostras suspeitas. Possibilitando a seleção de isolados presuntivos e o descarte das amostras negativas logo no início da realização da análise de *Salmonella* spp.

5 | CONCLUSÃO

A frequência de isolamento de *Salmonella* spp. das amostras pesquisadas, mostraram a presença desse microrganismo patogênico em alimentos destinados a alimentação humana, o que traduz a necessidade de uma maior eficiência por parte de fiscalização frente ao controle de qualidade dos alimentos. Embora os dados sejam preocupantes observamos neste estudo que a eficiência da metodologia atendeu o objetivo de encontrar a *Salmonella* nas amostras de frango analisadas, confirmando a eficácia da utilização da ISO 6579 para a detecção desse microrganismo, desta forma tornando-se importante ferramenta para a promoção da qualidade dos alimentos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geoestatística. **Indicadores IBGE Estatística da Produção Pecuária junho de 2016, 1º trimestre.** Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201701caderno.pdf>. Acesso em 15 set. 2017

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geoestatística. **Indicadores IBGE Estatística da Produção Pecuária junho de 2016, 2º trimestre.** Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate leite-couro-ovos_201701caderno.pdf>. Acesso em 15 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual Técnico de diagnóstico laboratorial da Salmonella spp.**, Brasília, 2001. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/manual_dta.pdf>. Acesso em 14 set. 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. **Poultry and poultry products - risks for human health.** Slaughtering and processing [online] 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/al742e/al742e00.pdf>>. Acesso em 15 set. 2017.

FIERENS, H. & HUYGHEBAERT, A. Screening of *Salmonella* in naturally contaminated feeds with rapid methods **International Journal of Food Microbiology**, v. 31, p. 301-309, 1996.

FRANCHIN, P. R. **Comparação de metodologias alternativas para detecção de *Salmonella* sp e *Listeria monocytogenes* em carnes e produtos cárneos.** 2008. 103 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias.

GOLDEN, C.E. & MISHRA, A. **Prevalence of *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. in alternative and conventionally produced chicken in the United States: A systematic review and meta-analysis.** J Food Prot. 2020 Feb 27. doi: 10.4315/JFP-19-538.

International Standard Organization, ISO 6579:2002/AMD.1:2007(E); **Microbiology – General guidance for the detection of *Salmonella***, 2007.

MELO, A.M.A; BORGES, M. D. F.; ALEXANDRE, D.; FURTADO, R.; ALVES, C.; FIGUEIREDO, E. A. **Métodos alternativos para detecção de *Salmonella* em alimentos.** Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018.

PERIN, A.P.; MARTINS, B.T.F.; BARREIROS, M.A.B.; YAMATOGLI, R.S.; NERO, L.A.; DOS SANTOS BERSOT, L. **Occurrence, quantification, pulse types, and antimicrobial susceptibility of *Salmonella* sp. isolated from chicken meat in the state of Paraná, Brazil.** Braz J Microbiol. 2020. doi: 10.1007/s42770-019-00188-x.

REIS, R. B.; MAMIZUKA, E. M.; FRANCO, B. D. G. M. **Padronização de um teste imunoenzimático para detecção de *Salmonella* em alimentos.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 22, n. 2, p. 105-110. 2002.

SOARES, C.M.; PENTEADO, A.L.; COSTA, S.D.O; OLIVEIRA, E.M.M. Avaliação do Método MSRV (Draft Annex D/ISO 6579:2002) para detecção de *Salmonella* spp em Farelo de Soja. **Comunicado técnico Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro.** 2010.

TRABULSI, L. B. & ALTERTHUM, F. **Microbiologia.** 6 ed. Ed. Atheneu, 920p. 2015.

WANG ,W.; ZHAO, L.; HU, Y.; DOTTORINI, T.; FANNING, S.; XU, J.; LI, F. **Epidemiological study on prevalence, serovar diversity, multi-drug resistance and CTX-M-type extended-spectrum β-lactamases of *Salmonella* spp.** from patients with diarrhea, food of animal origin, and pets in several provinces of China. Antimicrob Agents Chemother. 2020. doi: 10.1128/AAC.00092-20.

CAPÍTULO 14

DO AGRONEGÓCIO À BIOCIÊNCIA: EMPREENDEDORISMO NO OESTE PARANAENSE

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Patricia Gava Ribeiro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Curitiba – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/3768785566938537>

João Pedro Gava Ribeiro

Instituto Federal do Paraná

Curitiba – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/9777800466088295>

indutora de desenvolvimento local e regional. Esse empreendimento se sobressai pelo fato de a indústria atrair a universidade e não o contrário. A partir do presente estudo, sugerem-se futuras pesquisas, que analisem tanto o parque quando estiver em fase de operação, quanto sua conexão com os demais parques científicos e tecnológicos do Paraná e do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Parque científico e tecnológico; Biopark; Biociências.

FROM AGRIBUSINESS TO BIOSCIENCE:

ENTREPRENEURSHIP IN THE WEST

PARANAENSE

ABSTRACT: Solid public policies for science, technology and innovation (ST&I) are capable of generating employment and income, in addition to raising the population's quality of life, generating socioeconomic development. Among these policies, highlights a creation of scientific and technological parks (PCTs). The present article sought an exploratory means of research, with the use of bibliographic and documentary researches, the realization of a case study of a Scientific and Technological Park of Biosciences, located in the city of Toledo, in the state of Paraná, with the aim of highlighting the importance of implementing the park as a

RESUMO: Políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) sólidas são capazes de gerar emprego e renda, além de elevar a qualidade de vida da população, gerando desenvolvimento socioeconômico. Dentre essas políticas, destaca-se a criação de parques científicos e tecnológicos (PCTs). O presente artigo buscou por meio de pesquisa de caráter exploratório, com a utilização de levantamento bibliográfico e documental, realizar um estudo de caso de um Parque Científico e Tecnológico de Biociências, situado na cidade de Toledo, no estado do Paraná, com o objetivo de destacar a importância da implantação de tal parque, como ferramenta

tool to induce local and regional development. This enterprise stands out by the fact that the industry attracts the university and not the other way around. Based on this study, future research will be suggested, which will analyze both the park when it is in operation, and its connection with the other scientific and technological parks in Paraná and Brazil.

KEYWORDS: Scientific and technological park; Biopark; Biosciences.

1 | INTRODUÇÃO

As nações têm buscado cada vez mais investir em políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), conscientes da importância que essas possuem para o desenvolvimento socioeconômico. Por meio dessas políticas, há geração de emprego e renda e elevação da qualidade de vida da população. Corroborando essas afirmações, o Manual de Oslo, elaborado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2005, p. 11), sustenta que “a geração, a exploração e a difusão do conhecimento são fundamentais para o crescimento econômico, o desenvolvimento e o bem-estar das nações”.

Dentre as políticas públicas de CT&I, uma das que merecem maior destaque é a criação de parques científicos e tecnológicos (PCTs), considerando que esses são, de acordo com a *International Association of Science Parks and Areas of Innovation* (IASP), organizações dirigidas por profissionais capacitados, cujo foco é ampliar a riqueza de sua comunidade, fomentando a cultura da inovação e a competitividade de conjunto de negócios e organizações alicerçadas no conhecimento (IASP, 2018).

Em relação ao panorama de PCTs no Brasil, eles totalizam cerca de 103 (BRASIL, 2019). Dentre esses, um se destaca por possuir a característica peculiar de trilhar o caminho inverso da maioria dos parques, os quais se estabelecem dentro de universidades. No caso de tal parque científico e tecnológico, as universidades é que serão atraídas para dentro da indústria, tendo como visão “ser referência global de ecossistema de inovação *on demand side*” (BIOPARK, [s.d.]).

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Um Sistema Nacional de Inovação (SNI) é composto por três atores: o Estado, com a incumbência de elaborar e aplicar políticas públicas de CT&I; as empresas, que realizam o investimento em pesquisa e inovação, buscando transformar o conhecimento em produto e as Instituições de Ensino Superior (IES) e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), responsáveis pela realização de pesquisas e pela função social de disseminação do conhecimento, transformando-se, por conseguinte, em agentes ativos de desenvolvimento socioeconômico.

Esses três agentes constituem o modelo reconhecido internacionalmente como

Tríplice Hélice, desenvolvido a partir dos trabalhos de Etzkowitz e Leydesdorff (1995). Esse modelo surgiu a partir da observação de parques tecnológicos famosos (especialmente dos EUA), em que se verificou a forte parceria entre governo, universidades e empresas.

Assim, entre os elementos que compõem um SNI, estão os PCTs, que são habitats de inovação voltados ao estímulo à CT&I (GUERRA; FIGUEIREDO; RUSCHEINSKY, 2015; MARTÍNEZ, 2016). Os PCTs “são importantes ambientes de inovação que exploram, dentro do conceito de tripla hélice, sinergias entre institutos de pesquisa, governo e iniciativa privada” (BRASIL, 2019a, p. 15). Nesses, há uma aproximação entre IES e ICTs e o setor produtivo, além de possuírem um ambiente extremamente propício para o desenvolvimento de Empresas de Base Tecnológica (EBTs), transformando a pesquisa em produtos e, assim, beneficiando a sociedade como um todo.

De acordo com Zeng; Xie e Tam (2010), os PCTs representam um importante mecanismo propiciador de condições para estímulo ao empreendedorismo, às inovações e ao crescimento de empresas baseadas no conhecimento, ao mesmo tempo que os resultados da produção impactam o crescimento econômico da região. Isso é alcançado através do suporte à transferência de tecnologia e assistência na criação e desenvolvimento de EBTs (MARTÍNEZ, 2016).

Há pelo menos três elementos essenciais para configurar um PCT. São eles: 1) existência de espaços físicos disponíveis para o estabelecimento de empresas; 2) presença de universidades ou outros centros de inovação e produção de conhecimento, possibilitando fortes laços entre elas e 3) gestão que favoreça o fluxo de conhecimento e tecnologia, estimulando a geração e o desenvolvimento de empresas inovadoras, bem como o fornecimento de serviços de valor agregado (CUENTAS; POLO; PICO, 2014).

3 | METODOLOGIA

O estudo em questão teve caráter exploratório, sabendo-se que pesquisas com esse objetivo possibilitam ao pesquisador a descrição da situação estudada, além de apurar as relações que ocorrem entre seus elementos (CERVO; BERVIAN, 2007). Ademais, pesquisas exploratórias possibilitam uma familiaridade maior com o problema, sendo bastante flexíveis (GIL, 2010).

Outrossim, foi realizado um estudo de caso, que é um tipo de pesquisa que se refere a uma análise acentuada de uma situação particular (TULL; HAWKINS, 1976). De acordo com Prodanov e Freitas (2013, p. 60), o estudo de caso pode ser “entendido como uma categoria de investigação que tem como objeto o estudo de uma unidade de forma aprofundada, podendo tratar-se de um sujeito, de um grupo de pessoas, de uma comunidade etc.”.

Também se utilizou da pesquisa bibliográfica e documental para o levantamento dos

dados necessários para a realização do estudo. Com o intuito de abordar o tema central do estudo – o Biopark – revelou-se imprescindível situá-lo num contexto mais amplo, explorando-se primeiramente as características da cidade de Toledo (PR) e posteriormente da indústria que consiste na base fundamental para a idealização do empreendimento.

4 | PANORAMA ATUAL DOS PCTS BRASILEIROS

Com base em dados de 2013, é possível constatar, analisando a Figura 1, que do total de parques (94), a maior parte está situada nas Regiões Sul (35) e Sudeste (39). As demais regiões apresentam o seguinte quantitativo: 8 no Centro-Oeste; 7 na Região Nordeste e 5 na região Norte (BRASIL, 2014).

Assim sendo, para as regiões em que o número de PCTs é elevado, o número de Universidades e Institutos Federais também é grande: 52 instituições na Região Sul e 90 na Região Sudeste. Exceção para a Região Nordeste, em que apesar do expressivo número de IES – 51, a quantidade de parques é reduzida – apenas 7 (Gráfico 1).

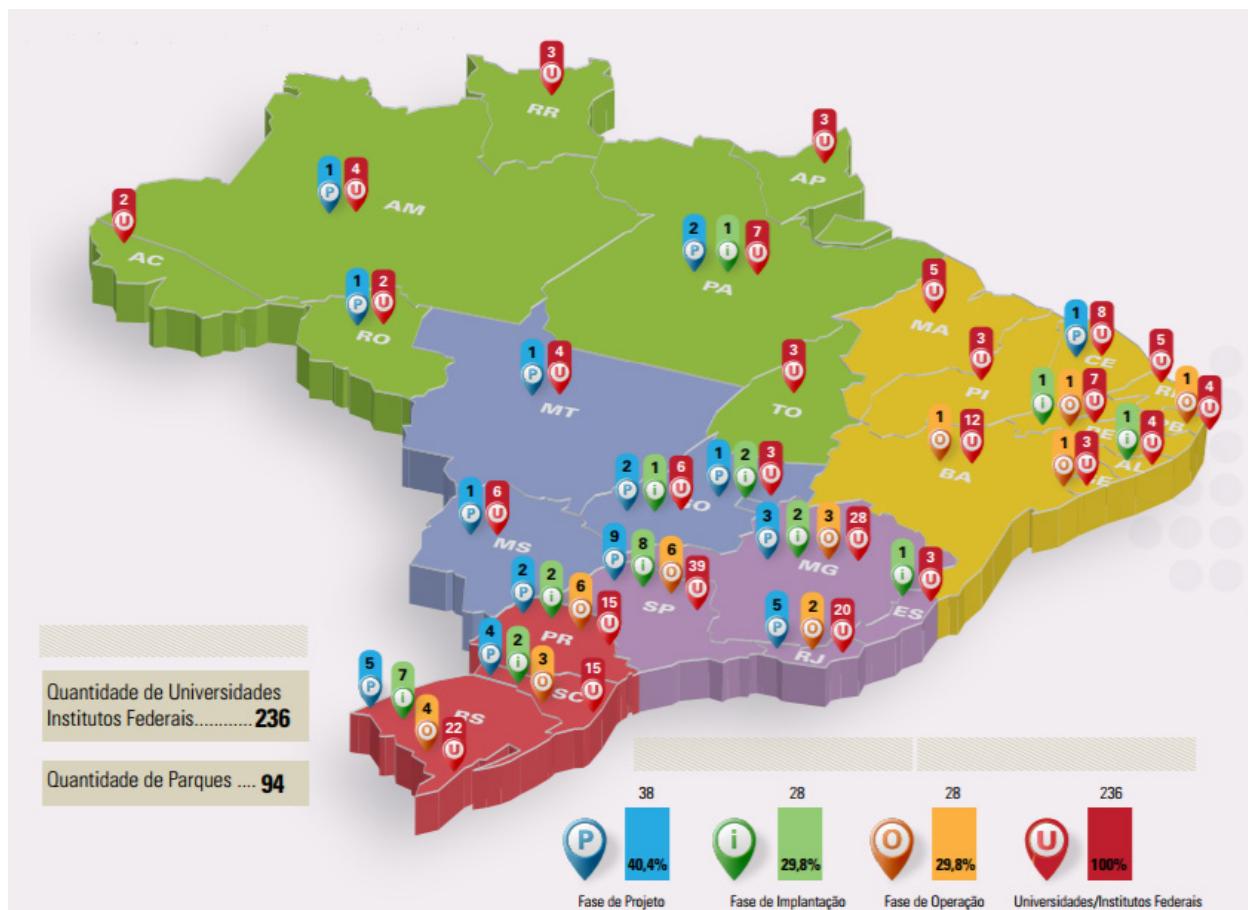


Figura 1: Quantidade de iniciativas de Parques Científicos e Tecnológicos no Brasil

Fonte: Brasil (2014).

É possível conjecturar que não basta haver um número elevado de IES numa determinada região para que se avance na implantação de PCTs. É necessário também,

que o poder público elabore políticas públicas que estimulem o estabelecimento desses habitats de inovação. Reforçando essa ideia, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação afirma que é necessário evoluir nas políticas públicas de incentivo e apoio aos parques para que esses se desenvolvam e tragam resultados efetivos para o desenvolvimento do país (BRASIL, 2015).

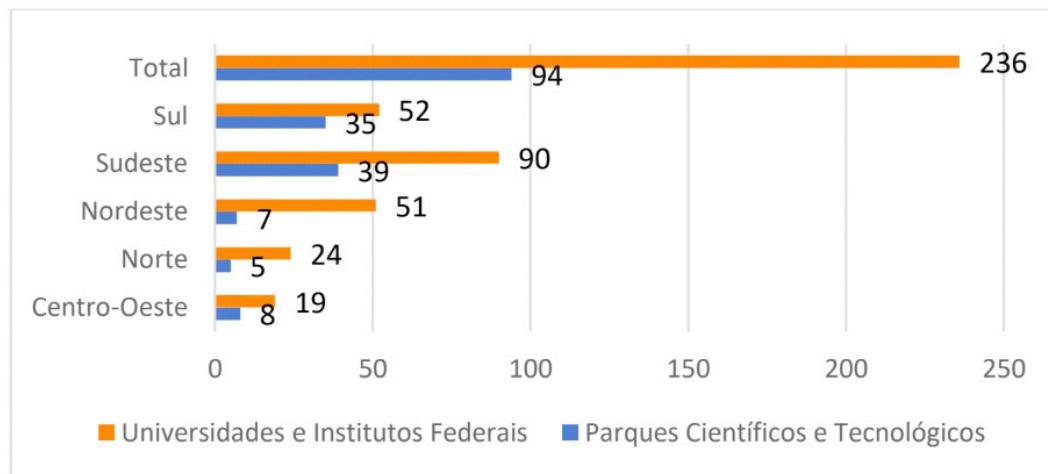


Gráfico 1: Relação entre a quantidade de Universidades e Institutos Federais e Parques Científicos e Tecnológicos, por região do Brasil

Fonte: Elaborado pelas autoras com base nos dados de Brasil (2014).

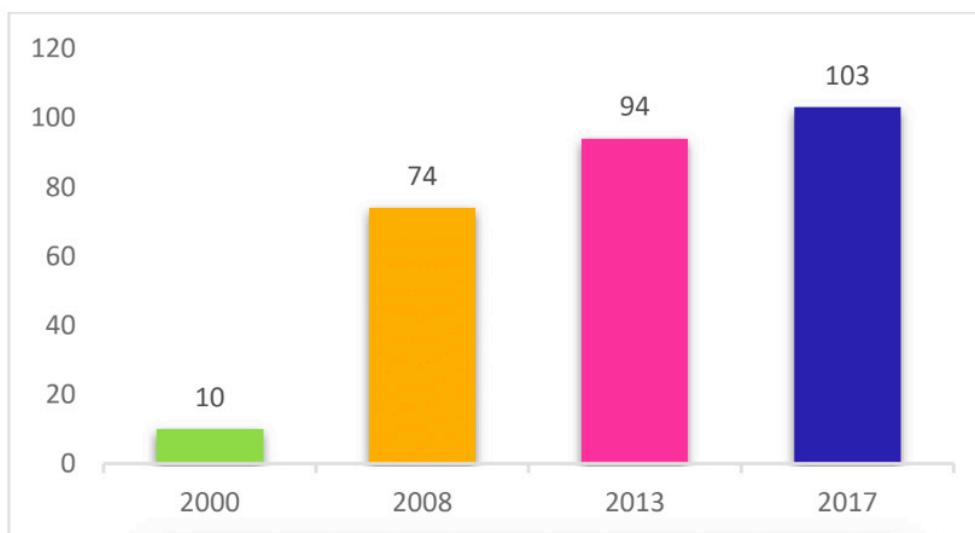


Gráfico 2: Evolução dos parques científicos e tecnológicos no Brasil

Fonte: Adaptado de Brasil (2019, p. 37).

Tomando como base a série histórica (Gráfico 2), é possível perceber a evolução do número de PCTs no Brasil, especialmente ao comparar os dados de 2000 (10 unidades) com os de 2017 (103 unidades). Nota-se ainda a crescente importância desses como políticas públicas de CT&I (BRASIL, 2019).

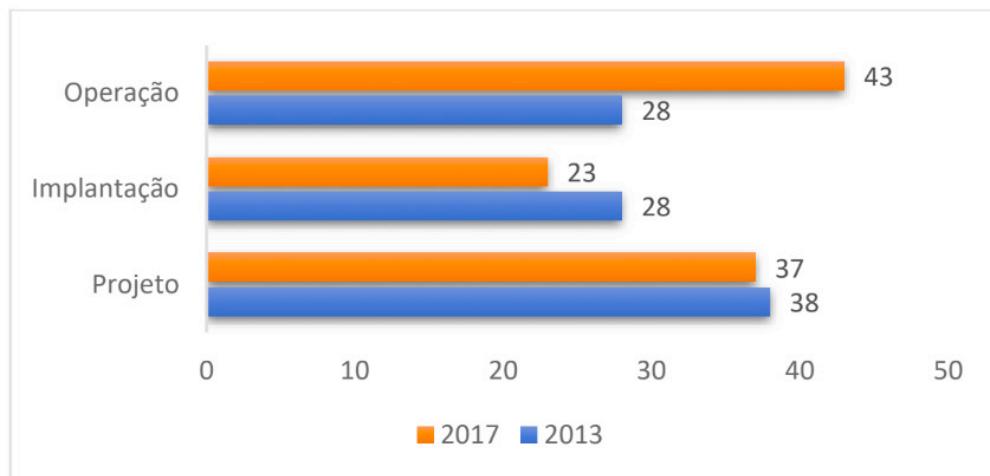


Gráfico 3: Iniciativa de parques por fase (2013-2017)

Fonte: Adaptado de Brasil (2019, p. 39).

Analizando o Gráfico 3, verifica-se que em 2013, do total de parques à época (94), 40,4% deles encontravam-se em fase de projeto (38 parques); 29,8% em fase de implantação (28 parques) e 29,8% em fase de operação (28 parques) (BRASIL, 2014).

Já em 2017, do total de PCTs (103), 35,9% deles encontram-se em fase de projeto (37 parques); 22,3% em fase de implantação (23 parques) e 41,8% em fase de operação (43 parques). Destarte, observa-se uma evolução expressiva na quantidade de parques em funcionamento (de 28 unidades para 43), o que demonstra claramente a importância ascendente concedida a esses ambientes de inovação (BRASIL, 2019).

5 | EMPREENDEDORISMO NO OESTE PARANAENSE

A fim de contextualizar a criação do parque científico e tecnológico estudado, é imprescindível primeiramente expor alguns dados e características do município de Toledo (onde o parque encontra-se em fase de implantação) e na sequência apresentar informações a respeito da criação e evolução da indústria farmacêutica – base fundamental para a concepção do parque.

Toledo é uma cidade com população de cerca de 135.000 habitantes, sendo o segundo município do estado do Paraná que teve o maior aumento populacional entre 2015 e 2016. De acordo com Carlos Alberto Sá, gerente da agência do IBGE de Toledo, um dos fatores responsáveis por esse aumento populacional é a elevação na oferta de empregos (GAZETA DE TOLEDO, 2016). Situada a 540 km de distância da capital (Curitiba), e localizada na região oeste do estado, Toledo se encontra próxima à fronteira com a Argentina, Uruguai e Paraguai.

A cidade possui um grande número de empresas e cooperativas, além de concentrar várias IES, dentre elas três universidades públicas: Universidade Federal do Paraná (UFPR); Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Universidade Estadual

do Oeste do Paraná (Unioeste) (TOKARSKI, 2017). Cidade de tradição fortemente alicerçada no agronegócio, detém ainda o primeiro lugar em parque industrial do Oeste do Paraná, contando com 731 indústrias. Dentre essas, destacam-se uma indústria têxtil fornecedora de produtos ao mercado interno, América do Sul e países da Europa; o maior frigorífico da América Latina e uma das principais indústrias farmacêuticas do segmento de genéricos do Brasil (PREFEITURA DE TOLEDO, 2018).

A empresa iniciou suas atividades com a produção de medicamentos para a área hospitalar, mas com o advento da Lei nº 9.787/1999, que liberou a fabricação de medicamentos genéricos, a empresa passou a investir nesse segmento (PRATI-DONADUZZI, [s.d.]). Em 2013, os medicamentos genéricos no Brasil eram responsáveis por 27% das vendas do mercado farmacêutico no país (RIOS, 2013). De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Medicamentos Genéricos, esse percentual atualmente no Brasil é de 34,37%, chegando a 60% no Reino Unido, 66% na Alemanha e 80% nos Estados Unidos (PRÓ GENÉRICOS, 2020). Esses dados demonstram as amplas perspectivas existentes para os empreendedores dispostos a investir nesse segmento de mercado.

A indústria farmacêutica em questão, que é a base da criação do parque científico e tecnológico, detém o título de genérico mais consumido do Brasil e é a maior fornecedora de medicamentos para o governo (PRATI-DONADUZZI, [s.d.]). É ainda precursora no Brasil no desenvolvimento de produtos à base de Canabidiol (CBD). Seu primeiro produto nessa área é o Myalo®, que consiste num medicamento utilizado na contenção de crises de epilepsia refratária (nível mais grave da doença), sendo a infância o período com maior número de ocorrências. Ademais, houve a doação, por parte da empresa, da construção do edifício do Centro de Pesquisas em Canabinoides – o primeiro centro especialmente desenvolvido para esse fim no mundo (situado em Ribeirão Preto – SP).

Simultaneamente, a indústria farmacêutica atua em outro projeto na área, buscando desenvolver de forma pioneira no mundo, o Canabidiol sintético, que apresenta como vantagens: diminuição do custo; alto nível de pureza; ser 100% livre de Tetrahidrocanabinol (THC – principal derivado psicoativo da *Cannabis*) e disponibilidade contínua do insumo farmacêutico ativo (IFA), sem haver a necessidade de cultivo da planta para obter o extrato. Com o IFA sintético, a empresa está desenvolvendo um medicamento para o tratamento da Doença de Parkinson. Ambos os projetos são desenvolvidos em parceria com a Universidade de São Paulo (USP) (PRATI-DONADUZZI, [s.d.]).

Atualmente, a empresa gera em torno de 4.400 empregos diretos, produzindo cerca de 12 bilhões de doses terapêuticas por ano (PRATI-DONADUZZI, [s.d.]), com estimativa de chegar a 17 bilhões com a expansão da estrutura produtiva (VEROTTI, 2020), tratando por volta de 25 milhões de brasileiros/dia (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ, 2020). O faturamento da empresa foi de R\$1,1 bilhão em 2019 e projeta-se que chegue a 1,3 bilhão em 2020, possuindo em seu portfólio 411 produtos comercializados (VEROTTI,

2020), estando presente em mais de 55 mil farmácias e mais de 36 mil Unidades Básicas de Saúde (PRATI-DONADUZZI, [s.d.]).

As conexões entre a indústria farmacêutica e o parque científico e tecnológico são claras. Além da indústria ser a empresa âncora do parque, há a oferta atualmente de três cursos de graduação (Administração, Análise e Desenvolvimento de Sistemas e Farmácia), além de um curso técnico (Técnico em Farmácia), visando a suprir as necessidades de mão-de-obra nesses segmentos (BIOPARK, [s.d.]).

O Biopark – Parque Científico e Tecnológico de Biociências, foi inaugurado em 22 de setembro de 2016, na cidade de Toledo (PR). Idealizado pelos empresários fundadores da indústria farmacêutica, com investimento no valor de R\$100 milhões, foi adquirido o terreno para instalação do parque e realizadas obras de infraestrutura interna. O valor ainda compreende a construção do prédio para o curso de Medicina da UFPR, doado pelo casal. Caso haja necessidade de mais investimentos, eles estão dispostos a desembolsar uma quantia maior (SANT'ANA, 2016).

O parque está inserido num terreno de mais de 4 milhões de m², sendo que parte desse espaço se destina à UNIBIO, a Universidade Privada do Biopark, que é uma associação sem fins lucrativos, voltada ao estudo e desenvolvimento de projetos com foco no atendimento às demandas sociais. Considerando o campo de atuação do parque, qual seja, a biociência, tal instituição possibilita a atuação em duas áreas: saúde e agronegócio, sendo este último já um segmento tradicionalmente forte para o desenvolvimento regional (BIOPARK, [s.d.]).

O Biopark possui projeto dispondo de seis edificações, sendo três para universidades e outras três para laboratórios de P&D. Na planta estão contemplados ainda edifício empresarial com 12 andares; auditório com capacidade para 600 pessoas; restaurante e ginásio. Afora essas estruturas, o parque contará ainda com setores industrial; de comércio; serviços e residencial. O condomínio industrial possuirá 17 edificações, distribuídas em mais de 24 mil m² (BIOPARK, [s.d.]). Para o setor residencial, a previsão é de que 20 mil moradias sejam construídas (SAMBRANA, 2018).

O parque será implantado em localização privilegiada, próximo à fronteira de países participantes do Mercosul: Argentina, Uruguai e Paraguai. Para o estabelecimento do empreendimento, além do suporte dado por seus idealizadores e pela indústria farmacêutica, haverá o apoio dos seguintes parceiros: Governo do Estado do Paraná; Prefeitura de Toledo; UFPR; UTFPR; Confederação Nacional das Cooperativas Médicas (Unimed); Associação Beneficente de Saúde (Hoesp) e Agência Paraná de Desenvolvimento (APD) (BIOPARK, [s.d.]).

Na área de ensino, em fevereiro de 2018, foi inaugurado um prédio construído em uma área de mais de 4.600 m², o qual recepcionou os alunos do curso de medicina da UFPR. Essa ainda é uma primeira etapa da obra, sendo que futuramente totalizará mais de 9.000 m², construídos em um terreno de 65.000m², anexo ao parque. A instalação

da UFPR em Toledo “já trouxe impactos na economia do município, com aberturas de escolas e construções de imóveis para aluguel, visando atender à nova demanda criada” (LÜDER, 2017).

Segundo o presidente do parque, a obra “confirma que honramos nosso compromisso com a educação e também com a saúde da população. Acreditamos que nosso papel é contribuir com a formação das pessoas e fazer algo que beneficie a sociedade” (ANPROTEC, 2018). Ainda de acordo com ele, outras instituições de ensino já estão sendo atraídas pelo parque. Uma delas é a UTFPR, responsável pelo Laboratório de Manufatura Aditiva, que tem como atribuições P&D de próteses e órteses produzidas em impressão 3D, que beneficiarão sobretudo os pacientes da rede pública de saúde (PICKLER, 2017), além de ofertar um mestrado na área de biociências (BIOPARK, [s.d.]).

Em 2019 foi inaugurado o Laboratório de Biomateriais e Bioengenharia (LBB), uma parceria entre a Universidade Laval (Canadá), a UFPR, a UTFPR e o Instituto de Bioengenharia Erasto Gaertner (CASA DE NOTÍCIAS, 2019).

Ademais, o Instituto Federal do Paraná oferta um Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas, o qual conta com a parceria de duas EBTs inicialmente implantadas em Toledo e atualmente operando no parque (BIOPARK, [s.d.]). Tais empresas têm a pretensão de atender cerca de 10 mil usuários finais, do Brasil e do Paraguai, gerando mais de 200 novos empregos (PARANÁ MAIS, 2018). Atualmente o parque conta com 15 empresas residentes (CASA DE NOTÍCIAS, 2019).

Na contramão do estudo realizado pela Anprotec, o qual “identificou que o governo federal foi essencial para a implementação dos PCTs, uma vez que os investimentos iniciais são geralmente feitos com recursos federais, dada a grande incerteza nessa fase de seu desenvolvimento” (BRASIL, 2014, p. 06), o parque conta com elevado investimento inicial efetuado pela iniciativa privada: R\$ 100 milhões, pretendendo se tornar o maior parque tecnológico do Paraná (SANT’ANA, 2016). A expectativa é que o volume de investimentos possa alcançar o valor de R\$500 milhões em cinco anos (BIOPARK, [s.d.]; GUIA MEDIANEIRA, 2016). A grande maioria dos parques em funcionamento estão inseridos dentro de universidades. Já no caso do parque em questão, a ideia é trilhar justamente o caminho inverso, ou seja, trazer a universidade para dentro da indústria (BIOPARK, [s.d.]).

Atualmente, o parque encontra-se em negociação para a implantação de uma fábrica escandinava da área de biociências, com investimento previsto de US\$ 200 milhões. A intenção é atrair cerca de 500 empresas para o parque, chegando a um investimento de aproximadamente R\$12 bilhões (SAMBRANA, 2018). A previsão de consolidação do empreendimento é de longo prazo, 30 a 40 anos, estimando-se que cerca de 60 mil pessoas morarão no complexo e que serão gerados 30 mil postos de trabalho (PRATIDONADUZZI, [s.d.]). Outrossim, em 2020 deve haver uma internacionalização ainda maior do Biopark, com o ingresso na IASP (CASA DE NOTÍCIAS, 2019).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os PCTs são importantes habitats de inovação, uma vez que agregam os principais agentes de inovação: IES, ICTs, EBTs e governo, num ambiente de sinergia e disseminação do conhecimento. Atualmente exercem uma função mais ampla de dinamizar não somente seu ambiente interno, mas também de atravessar suas fronteiras físicas e levar desenvolvimento socioeconômico a toda uma região.

Atraindo EBTs para os PCTs, há incentivo ao aumento de investimento privado em inovação. Para que tais empresas sejam atraídas é fundamental que existam estímulos, tais como, acesso a financiamentos, apoio de agentes públicos e sinergia com os demais *stakeholders* instalados no parque.

Considerando que se deve eleger áreas estratégicas para se especializar, buscando elevar a competitividade, pode-se asseverar que o parque está no caminho correto, pois possui expertise na área de biociências, e formará profissionais altamente capacitados, considerando sua aproximação com instituições de ensino de excelência. Com o aporte inicial da iniciativa privada, o parque tem todas as possibilidades de prosperar, pois não dependerá única e exclusivamente de investimento público, o que, como um axioma, implica dificuldades tanto pelo excesso de burocracia, quanto pelas inconstâncias derivadas da alternância de poder, uma vez que no Brasil as políticas públicas de CT&I não são projetadas a longo prazo.

Percebe-se que o parque possui características que o distingue dos demais, considerando que ele conta com alto investimento privado e que inverte o fluxo normal dos parques, onde a universidade atrai as empresas. Nele, as universidades é que serão atraídas para dentro da indústria. Ademais, ele possui considerável sinergia entre empresas, governo, instituições de ensino e institutos de pesquisa. Além do investimento maciço em P&D, o parque também proporcionará um espaço agradável e acolhedor, onde as pessoas poderão morar, trabalhar, estudar e se divertir, num ambiente com ampla área verde, além da oferta de serviços e também de lazer.

A partir do presente estudo, sugerem-se futuras pesquisas, que analisem tanto o parque quando estiver em fase de operação, quanto sua conexão com os demais parques científicos e tecnológicos do Paraná e do Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. **Prati-Donaduzzi vai investir R\$ 650 milhões no Paraná.** Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=105594>>. Acesso em: 15 fev. 2020.

ANPROTEC. **Associado à Anprotec, Biopark entrega primeiro prédio para curso de Medicina da UFPR.** Disponível em: <<https://anprotec.org.br/site/2018/02/associado-anprotec-biopark-entrega-predio-para-curso-de-medicina-da-ufpr/>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

BIO PARK. **Website.** Disponível em: <<https://biopark.com.br/>>.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Estudo de Projetos de Alta Complexidade: Indicadores de Parques Tecnológicos - Versão final (2014). Disponível em: <http://www.anprotec.org.br/Relata/PNI_FINAL_web.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2015). Projeto Parques e Incubadoras para o Desenvolvimento do Brasil. Disponível em: <<http://ppi.certi.org.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação. Estudo de Projetos de Alta Complexidade: indicadores de parques tecnológicos (2019a). Disponível em: <<http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/MCTIC-UnB-ParquesTecnologicos-Portugues-final.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

CASA DE NOTÍCIAS. Biopark inicia 2020 com perspectivas de grandes avanços. Disponível em: <<https://www.casadenoticias.com.br/noticias/31522-biopark-inicia-2020-com-perspectivas-de-grandes-avancos>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. Metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CUENTAS, G. L. A.; POLO, M. C.; PICO, J. C. Estudio cuantitativo de los factores que afectan el desempeño de los parques científico-tecnológicos (PCT). **Universidad & Empresa**, v. 16, n. 27, p. 231–257, 2014.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The triple helix–university–industry– government relations: a laboratory for knowledge-based economic development. **EASST Review**, v. 14, n. 1, p. 14–19, 1995.

GAZETA DE TOLEDO. População: Toledo é o segundo município que mais cresce no Paraná (2016). Disponível em: <https://www.gazetatoledo.com.br/NOTICIA/27402/POPULACAO_TOLEDO_E_O_SEGUNDO_MUNICIPIO_QUE_MAIS_CRESCE_NO_PARANA#.XQ7nHOtKipp>.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2010.

GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L.; RUSCHEINSKY, A. Ambiente e sustentabilidade no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação do Brasil. **AMBIENS. Revista Iberoamericana Universitaria en Ambiente, Sociedad y Sustentabilidad**, v. 1, n. 1, p. 125–138, 2015.

GUIA MEDIANEIRA. BIOPARK trará para Toledo mais de 30 mil novos empregos (2016). Disponível em: <<http://www.guiamedianeira.com.br/noticia/13068/BIOPARK+trara+para+Toledo+mais+de+30+mil+novos+empregos>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

IASP. International Association of Science Parks and Areas of Innovation. Disponível em: <<https://www.iasp.ws/>>. Acesso em: 4 mar. 2018.

LÜDER, A. As transformações em Toledo com a chegada da UFPR (2017). Disponível em: <<http://jornalcomunicacaoufpr.com.br/as-transformacoes-em-toledo-com-a-chegada-da-ufpr/>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

MARTÍNEZ, J. E. M. Elementos teóricos de parques científico tecnológicos: una revisión desde los conceptos de tecnología, proximidad e innovación. San Salvador: Centro Nacional de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades, 2016. v. Cuaderno 4.

OCDE. Manual de Oslo: Diretrizes para a Coleta e Interpretação de dados sobre Inovação (Terceira edição - 2005). Disponível em: <<https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>>.

PARANÁ MAIS. Empresas de tecnologia confirmam instalação no Biopark. Disponível em: <<http://paranamais.com.br/post/233/Empresas+de+tecnologia+confirmam+instalacao+no+Biopark>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

PICKLER, D. K. **Prefeitura e Biopark firmam parceria para implantação de incubadora de tecnologia da informação (2017)**. Disponível em: <<https://www.toledo.pr.gov.br/noticia/prefeitura-e-biopark-firmam-parceria-para-implantacao-de-incubadora-de-tecnologia-da>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

PRATI-DONADUZZI. **Website**. Disponível em: <<https://www.pratidonaduzzi.com.br/>>.

PREFEITURA DE TOLEDO. **Portal do Município de Toledo - Paraná (2018)**. Disponível em: <<https://www.toledo.pr.gov.br/>>.

PRÓ GENÉRICOS. **Mercado**. Disponível em: <<https://www.progenericos.org.br/dados-do-setor>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Universidade FEEVALE, 2013.

RIOS, C. **A fórmula mágica da Prati-Donaduzzi (2013)**. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/especiais/bem-feito-no-parana/2013/a-formula-magica-da-prati-donaduzzi-3mm41pdfeh55t05p45g5pqde6/#ancora>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

SAMBRANA, C. **O Vale do Silício do Paraná. Edição 1.059**. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/o-vale-do-silicio-do-parana/>>. Acesso em: 4 mar. 2018.

SANT'ANA, J. **Investimento privado de R\$ 100 milhões dá início a maior parque tecnológico do Paraná (2016)**. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/investimento-privado-de-r-100-milhoes-da-inicio-a-maior-parque-tecnologico-do-parana-7vwian282hnwhqaom3nvnt0g/>>. Acesso em: 1 mar. 2018.

TOKARSKI, J. **Vestibular 2017/18 – Campus Toledo oferece 60 vagas para Medicina e terá nova sede em 2018 (2017)**. Disponível em: <<https://www.ufpr.br/portalufpr/noticias/vestibular-201718-campus-toledo-oferece-60-vagas-para-medicina-e-nova-sede-em-2018/>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

TULL, D. S.; HAWKINS, D. I. **Marketing research, meaning, measurement and method**. London: Macmillan Publishing, 1976.

VEROTTI, A. **Canabidiol, crescimento natural**. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/canabidiol-sintetico-crescimento-natural/>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

ZENG, S.; XIE, X.; TAM, C. Evaluating innovation capabilities for science parks: A system model. **Technological and Economic Development of Economy**, v. 16, n. 3, p. 397–413, 2010.

CAPÍTULO 15

PRÁTICAS E INSUMOS BIOLÓGICOS NO CULTIVO DA COUVE

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 16/06/2020

Rosana Matos de Moraes
Centro de Pesquisa em Florestas
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/6560593368696873>

Gerusa Pauli Kist Steffen
Centro de Pesquisa em Florestas
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/6467625663365353>

Joseila Maldaner
Centro de Pesquisa em Florestas
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/3663326737040640>

Cleber Witt Saldanha
Centro de Pesquisa em Florestas
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/1342735370027332>

Evandro Luiz Missio
Centro de Pesquisa em Florestas
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/3431258642976826>

Ricardo Bemfica Steffen
BioTec RS
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/7961564880063872>

Alexssandro de Freitas de Moraes
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/0330925252206797>

Vicente Guilherme Handte
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/3232086790107219>

Artur Fernando Poffo Costa
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/4363436588356514>

Isabella Campos
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/5569998619095421>

Roberta Rodrigues Roubuste
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS
<http://lattes.cnpq.br/9101139976584489>

RESUMO: Estratégias baseadas nos princípios da agroecologia e do controle biológico podem ser alternativas para reduzir os resíduos químicos tóxicos nos cultivos agrícolas. Neste sentido, foram executados estudos visando oferecer alternativas sustentáveis para o controle de insetos e promoção de crescimento vegetal em couve (*Brassica oleracea* var. *Acephala*). Os

experimentos foram desenvolvidos no Centro de Pesquisa em Florestas da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, no município de Santa Maria (RS), e versaram nos seguintes temas: 1) *Trichoderma* sp. na promoção de crescimento vegetal; 2) *Bacillus thuringiensis* na supressão da traça das crucíferas; e 3) diversificação vegetal da bordadura do cultivo na ocorrência de insetos fitófagos. Os resultados demonstraram que a inoculação dos isolados de *T. asperelloides* e *T. virens* no solo promoveram incrementos de 36,65 % e 47,97 % nos valores de massa fresca de couve na primeira colheita, respectivamente. O produto Dimypel®, à base de *B. thuringiensis*, gerou maior número de folhas e massa foliar apenas na fase inicial do cultivo. Plantas de couve mantidas em até 2 m da faixa de tagetes (*Tagetes patula*), funcho (*Foeniculum vulgare*) e fava (*Vicia faba*) apresentaram menor abundância e ocorrência do coleóptero *Diabrotica speciosa* (Chrysomelidae). Conclui-se que, em distintos graus de eficiência, a prática de diversificação vegetal e os bioinsumos avaliados demonstram potencial para serem utilizados no manejo do cultivo da couve, incrementando a produtividade, e contribuindo assim para a redução de agrotóxicos no sistema.

PALAVRAS - CHAVE: *Brassica oleracea*, *Trichoderma* sp., *Bacillus thuringiensis*, controle biológico conservativo.

PRACTICES AND BIOLOGICAL INPUTS IN CABBAGE CULTIVATION

ABSTRACT: Strategies based on the principles of agroecology and biological control can be alternatives to reduce toxic chemical residues in agricultural crops. Studies were carried out aiming to offer sustainable alternatives for the control of insects and promotion of plant growth in cabbage (*Brassica oleracea* var. *Acephala*). The experiments were carried out at the Forestry Research Center of the Secretariat of Agriculture, Livestock and Rural Development, in Santa Maria (RS), and addressed the following themes: 1) *Trichoderma* sp. in the promotion of plant growth; 2) *Bacillus thuringiensis* in the suppression of the cruciferous moth; and 3) vegetable diversification of crop boundaries in the occurrence of phytophagous insects. Results showed that the inoculation of the *T. asperelloides* and *T. virens* isolates in the soil provided 36.65 % and 47.97 % increments in the leaf fresh mass values marketed at the first harvest, respectively. The Dimypel®, based on *B. thuringiensis*, generated a greater number of leaves and leaf mass marketed only in the initial phase of cultivation. Cabbage plants kept up to 2 m from the tagete (*Tagetes patula*), fennel (*Foeniculum vulgare*) and fava bean (*Vicia faba*) showed less abundance and occurrence of the coleopteran *Diabrotica speciosa* (Chrysomelidae). It is concluded that, in different degrees of efficiency, the practice of plant diversification and the bio-inputs evaluated demonstrate the potential to be used in the management of cabbage cultivation, increasing productivity and thus contributing to the reduction of pesticides in the system.

KEYWORDS: *Brassica oleracea*, *Trichoderma* sp., *Bacillus thuringiensis*, conservative biological control.

1 | INTRODUÇÃO

A couve verde (*Brassica oleracea* var. *Acephala*) é uma das brássicas mais cultivadas mundialmente, e com destaque socioeconômico na olericultura brasileira (HENDGES, 2016). O cultivo de hortaliças no Brasil é realizado predominantemente em pequenas propriedades rurais, com uso intensivo de mão-de-obra, trazendo assim, benefícios sociais expressivos. No entanto, grande parte destes sistemas é dependente de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, gerando problemas de intoxicação e contaminação ambiental. Tal panorama gera preocupação por parte de consumidores e pelo setor produtivo, o qual busca por tecnologias para a implantação de sistemas de produção com enfoque ecológico (RESENDE, 2008).

O emprego de microrganismos que estimulem o crescimento vegetal, como o verificado em plantas associadas com espécies de *Trichoderma* (FONTENELLE et al., 2011; SILVA et al., 2011; WAGHUNDE et al., 2016), bem como bactérias entomopatogênicas biocontroladoras de insetos, são alternativas viáveis na produção de alimentos, por gerar menor aporte de moléculas químicas nos sistemas agrícolas e impacto ao ambiente.

Fungos do gênero *Trichoderma* são bastante estudados e utilizados na agricultura no controle de doenças fúngicas e na promoção de crescimento vegetal. Espécies de *Trichoderma* são industrialmente importantes, servindo como fonte de várias enzimas comerciais. O sucesso desses organismos deve-se à alta capacidade reprodutiva e de crescimento, à habilidade de sobreviver em condições adversas, à eficiência na utilização de nutrientes, à agressividade contra fungos fitopatogênicos, além da aptidão em promover crescimento e ativar mecanismos de defesa das plantas (CHET et al., 1997). No entanto, sabe-se que existe especificidade nas interações entre isolados de *Trichoderma* sp. e espécies de plantas, o que resulta em diferenças quanto à eficiência agronômica de isolados pertencentes à mesma espécie (BAL, ALTINTAS, 2008). Tal fato justifica a necessidade de avaliação do potencial de promoção de crescimento ou controle biológico de fungos do gênero *Trichoderma* em nível de isolado, e não apenas em nível de espécie.

Produtos à base da bactéria *Bacillus thuringiensis* são comprovadamente eficientes no controle da traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (Lepidoptera, Plutellidae) (CASTELO BRANCO, 1999; MONNERAT et al., 2000), considerada a praga de brássicas de maior importância (MOURA et al., 2019). Além disso, a letalidade da bactéria *não atinge parasitoides* de *P. xylostella*, tornando-a indicada para o uso em programas de manejo integrado deste inseto (MONNERAT et al., 2000). No entanto, diferentes estirpes de *B. thuringiensis* não agem com o mesmo potencial de controle, necessitando realizar avaliações de diferentes cepas (MEDEIROS et al., 2006).

O manejo do ambiente, através da diversificação vegetal também pode fomentar processos biológicos naturais, proporcionar maior estabilidade ao sistema agrícola, e consequentemente redução de problemas fitossanitários. A diversificação de plantas

próximo aos cultivos, com consórcios ou bordaduras, dificulta a localização da cultura pelas pragas, atua como repositório de presas alternativas e serve como recurso nutricional suplementar para inimigos naturais, pela oferta de pólen e néctar (BARBOSA et al., 2011). Plantas das famílias Apiaceae, Fabaceae e Asteraceae são sabidamente importantes neste papel ecológico (ALTIERI et al., 2003). No entanto, além da composição de plantas funcionais inseridas no sistema, o distanciamento ideal do cultivo principal em relação ao local de diversificação também é um fator chave para melhorar a compreensão do efeito das plantas na comunidade de herbívoros, bem como no manejo adequado do ambiente.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar no cultivo de *B. oleracea* a eficiência de isolados de *Trichoderma* sp. na promoção de crescimento vegetal; a ação de *Bacillus thuringiensis* na supressão da traça-das-crucíferas; e o impacto da bordadura diversificada na ocorrência de insetos fitófagos. Tais temas foram escolhidos como forma de validar ferramentas alternativas ao uso de agrotóxicos na condução de sistemas orgânicos de produção da couve.

2 | POTENCIAL DE ISOLADOS DE *TRICHODERMA* SP. NA PROMOÇÃO DE CRESCIMENTO

2.1 Material e Métodos

O ensaio de campo foi conduzido no Centro de Pesquisas em Florestas, município de Santa Maria (RS), em delineamento experimental de parcelas subdivididas com três tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram na inoculação de duas espécies de *Trichoderma* sp. no solo e de um tratamento testemunha (sem inoculação). Foram avaliados dois isolados não comerciais de *Trichoderma* sp. pertencentes à coleção de fungos benéficos do Centro de Pesquisa em Florestas: *T. asperelloides* (TF02) e *T. virens* (TF30). A inoculação dos microrganismos foi realizada no momento do transplantio das mudas para os canteiros, através da adição de 5 mL de inóculo líquido por cova, contendo concentração média de 1×10^7 esporos por mL. O inóculo líquido foi produzido no Laboratório de Bioinsumos do Centro de Pesquisa em Florestas.

Cada parcela experimental foi constituída por 20 plantas distribuídas em duas linhas com espaçamento de 0,5 m entre plantas. A correção da fertilidade do solo nos canteiros foi realizada após análise química do solo, sendo adicionados 750 gramas de calcário e 162 gramas de formulação N-P-K 10-18-20. A irrigação foi realizada manualmente conforme necessidade da cultura.

As avaliações foram realizadas 95 e 150 dias após o transplantio das mudas. Determinou-se o número de folhas comercializáveis e não comercializáveis, os valores de massa fresca total, massa fresca de folhas comercializáveis e não comercializáveis,

área foliar e massa fresca da maior folha de cada planta. Foram consideradas comerciais as folhas que apresentaram no máximo 30 % da sua área total com algum tipo de dano causado por insetos e agentes causadores de doenças foliares. Os índices de clorofila foliar (índice de clorofila Falker, ICF) A e B foram determinados com clorofilômetro ClorofiLOG CFL 1030, aos 95 dias após o transplantio das mudas, realizando-se duas medidas por planta. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

2.2 Resultados e Discussão

A inoculação de ambas as espécies de *Trichoderma* no solo promoveu incrementos significativos da produtividade de couve em condições de campo. Analisando os valores médios de massa fresca total por planta, os isolados das espécies *T. virens* e *T. asperelloides* proporcionaram incrementos médios de 242,92 e 198,58 g por planta, respectivamente, na primeira avaliação (Tabela 1).

Parâmetros		Testemunha	<i>T. asperelloides</i>	<i>T. virens</i>	CV (%)
Número de folhas	C	16,08	17,91	18,50	16,34
	NC	7,75	6,50	6,00	39,00
Massa fresca de folhas (g)	C	468,33 *b	640,00 a	693,00 a	26,75
	NC	225,41	229,16	234,58	41,46
	MT	693,74 b	869,16 a	927,58 a	20,21
	MF	41,25 b	47,92 ab	52,92 a	15,88
AF da maior folha (cm ²)		307,99 b	338,81 a	347,81 a	6,88

Tabela 1. Número de folhas e massa fresca de folhas comercializáveis (C) e não comercializáveis (NC), massa fresca total (MT), massa fresca da maior folha (MF) e área foliar (AF) da maior folha de cada planta de couve nos diferentes tratamentos aos 95 dias após o transplante das mudas. Média de 15 plantas.

*Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. CV: Coeficiente de variação.

Foi observado incremento significativo da inoculação de *Trichoderma* spp. sobre a massa fresca de folhas com padrão comercial em relação às plantas que não receberam inoculação (controle). Este resultado deve-se ao fato das folhas das plantas inoculadas com os fungos apresentarem maior área foliar. Assim, mesmo os tratamentos apresentando número semelhante de folhas comercializáveis, o incremento médio em massa fresca por planta foi de 224,67 g para o isolado *T. virens* e de 171,67 g para o isolado *T. asperelloides* aos 95 dias após o transplantio das mudas (Tabela 1).

Comparando a eficiência das duas espécies de *Trichoderma* quanto ao incremento

de produtividade da couve, não foram observadas diferenças significativas entre os isolados *T. asperelloides* e *T. virens* na primeira avaliação, sendo que ambos apresentaram incrementos significativos de massa fresca total por planta em relação ao tratamento testemunha (Tabela 1).

Da mesma forma, analisando os valores médios de massa fresca da maior folha de cada planta, observou-se efeito semelhante dos isolados de *Trichoderma* spp. sobre a produtividade de couve, com destaque para *T. virens*, o qual diferiu significativamente do tratamento testemunha (Tabela 1).

Na segunda avaliação, apenas *T. virens* diferenciou-se do tratamento controle em relação aos parâmetros massa fresca total, número de folhas e massa fresca de folhas comercializáveis por planta (Tabelas 1 e 2), demonstrando ser um isolado promissor para a composição de bioprodutos aplicados à horticultura.

Parâmetros		Testemunha	<i>T. asperelloides</i>	<i>T. virens</i>	CV (%)
Número de folhas	C	21,86 b*	25,13 ab	26,93 a	18,05
	NC	9,80	10,26	8,93	27,48
Massa fresca de folhas (g)	C	666,66 b	793,33 ab	911,33 a	32,03
	NC	263,00	322,00	306,00	33,45
	MT	929,66 b	1115,33 ab	1217,33 a	18,74
	MF	44,66	51,00	48,66	17,01
AF da maior folha (cm ²)		308,73	326,60	320,46	11,37

Tabela 2. Número de folhas e massa fresca de folhas comercializáveis (C) e não comercializáveis (NC), massa fresca total (MT), massa fresca da maior folha (MF) e área foliar (AF) da maior folha de cada planta de couve nos diferentes tratamentos aos 150 dias após o transplante das mudas. Média de 15 plantas.

*Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. CV: Coeficiente de variação.

Avaliando o efeito de seis isolados de *Trichoderma* spp. no crescimento de plantas de feijão, Carvalho et al. (2011) observaram que quatro deles proporcionaram aumentos na massa de matéria seca da parte aérea das plantas entre 4,42 e 5,71 %. Segundo Brotman et al. (2010), espécies de *Trichoderma* podem promover aumentos de até 300 % no crescimento de plantas. O efeito benéfico desses fungos tem sido relatado no desenvolvimento de várias culturas de importância, como eucalipto, tomateiro, milho, pepineiro, soja, pimentão e mamoeiro (CARVALHO FILHO et al., 2008; FONTENELLE et al., 2011; SILVA et al., 2011; TAVARES, 2009). De acordo com Benítez et al. (2004), a colonização das raízes das plantas pelo fungo frequentemente favorece o desenvolvimento radicular, proporcionando incrementos na produtividade da cultura, na absorção de

nutrientes e resistência a estresses abióticos.

Neste trabalho, os dados médios de área foliar da maior folha de cada planta na primeira avaliação reafirmam o efeito significativo do *Trichoderma* spp. sobre o aumento da produtividade de couve (Tabela 1). É provável que estes resultados estejam relacionados à maior eficiência energética das plantas inoculadas com os microrganismos, já que estas apresentaram índices de clorofila B significativamente superiores às plantas do tratamento testemunha, suportando tal hipótese (Tabela 3).

Índice de clorofila	Testemunha	<i>T. asperelloides</i>	<i>T. virens</i>	CV (%)
A	41,69 b*	42,42 ab	42,90 a	2,83
B	24,24 c	27,07 b	30,11 a	9,61

Tabela 3. Índices de clorofila A e B em folhas de couve aos 95 dias após o transplante das mudas nos diferentes tratamentos. Média de 15 plantas.

* Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. CV: Coeficiente de variação.

Os índices de clorofila A indicam a eficiência da planta na conversão da luz em energia. Já a clorofila B auxilia na absorção de luz e na transferência de energia para o centro de reação na fotossíntese (STREIT et al., 2005). Aumentos nos teores de clorofila significam maior eficiência no acúmulo de carbono e no crescimento vegetal. Observou-se que a utilização das espécies de *Trichoderma*., em especial *T. virens*, favoreceu de forma significativa o aumento no teor de clorofila B nas plantas (Tabela 3), corroborando com as informações descritas por Hidangmayum e Dwivedi (2018) em revisão sobre os efeitos benéficos da utilização de *Trichoderma* sp. na produção vegetal.

O efeito de *Trichoderma* spp. no crescimento de plantas tem sido relacionado a diversos fatores, tais como produção de hormônios de crescimento de plantas, aumento da absorção e da translocação de nutrientes minerais, aumento da solubilidade e disponibilidade de vários micronutrientes, além da proteção de plantas contra patógenos primários e secundários da rizosfera (GARCÉS-FIALLOS et al., 2017; WAGHUNDE et al., 2016; YEDIDIA et al., 2001). De acordo com Sriram et al. (2009), linhagens selecionadas de espécies de *Trichoderma* são potentes indutores de respostas de defesa em plantas.

Considerando os resultados obtidos neste trabalho, verifica-se que os isolados avaliados apresentam potencial de uso na produção hortícola por proporcionarem aumento de produtividade e, consequentemente, da lucratividade do produtor rural.

3 | APLICAÇÃO DE *Bacillus thuringiensis* NA SUPRESSÃO DA TRAÇA DAS CRUCÍFERAS

3.1 Material e Métodos

O ensaio de campo foi conduzido no Centro de Pesquisas em Florestas, município de Santa Maria (RS). A área experimental foi composta por 20 canteiros (1 m x 0,5 m) contendo 20 plantas de couve cada. No preparo do solo foram utilizados 230 g/m² de calcário, 127,5 de N-P-K 5-20-20 e 87 g/m² de ureia, seguindo as necessidades apontadas na análise química do solo.

Cada canteiro foi considerado como uma repetição (subparcela). Os tratamentos foram estabelecidos com 10 parcelas (200 plantas) que receberam aplicação semanal do produto Dimypel® à base de *Bacillus thuringiensis* (Bt), e outras 200 plantas (controle), que receberam aplicação somente de água e Tween 80 %. O preparo do produto foi realizado conforme a recomendação do fabricante, utilizando-se para cada litro de água, um sache (1g) do produto Dimypel® e 1 mL do emulsificante Tween 80 %. A aplicação foi realizada com pulverizador manual, até o ponto de molha de todas as folhas. O Dimypel® possui recomendação técnica para uso em jardinagem. Porém, foi escolhido justamente por ser empiricamente utilizado por pequenos agricultores em hortas, devido à comercialização em pequena quantidade e ao valor acessível.

Durante nove ocasiões amostrais, semanalmente, quatro plantas por canteiro foram sorteadas, e avaliadas quanto ao número de lagartas de *P. xylostella*. Totalizando 80 plantas avaliadas por ocasião amostral. A cada colheita era aguardado duas semanas para retomada das aplicações e avaliações. A produção foi mensurada ao longo do experimento em três colheitas, aos 55 (06/08/19), 86 (04/09/19) e 120 (08/10/19) dias após o transplante das mudas (DAT), nas quais foram contabilizadas a massa fresca e o número de folhas de 40 plantas por tratamento, bem como o comprimento da maior folha de cada planta. As folhas foram categorizadas em comercializáveis, quando havia danos em menos de 50 % da folha. As médias dos parâmetros avaliados foram comparadas entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), no programa BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

3.2 Resultados e Discussão

O número total de lagartas de *P. xylostella* registrados nas parcelas com (1250) e sem (1284) a aplicação de *B. thuringiensis* foi significativamente semelhante ($p = 0,80$).

Registraram-se maiores médias de número de folhas e de massa fresca de folhas comercializáveis em plantas que receberam aplicação de *B. thuringiensis*, avaliadas na primeira colheita (55 DAT) ($p < 0,01$) (Tabela 4). Assim como, plantas destas mesmas parcelas também apresentaram maior comprimento de folha em avaliação realizada na

terceira colheita (120 DAT). No entanto, não houve diferença em nenhum dos parâmetros avaliados, quando considerado o total das três colheitas.

	1º colheita 55 DAT		2º colheita 86 DAT		3º colheita 120 DAT		Total de colheitas	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Comprimento (cm)	32,6	32,1	34,1	34,4	34,2 a	32,4 b	33,7	32,9
Nº de folhas comerciais	12,8 a*	10,6 b	14,7	14,7	17,7	20,7	15	15,1
Nº total de folhas	14,4	12,7	16,1	16,6	25,7	24,9	18,7	18
Massa (g) de folhas comerciais	176 a	149 b	263	270	335	325	254	248
Massa (g) total de folhas	197	171	295	311	510	420	333	300

Tabela 4. Valores médios de comprimento (cm) da maior folha da planta, número e massa fresca (g) de folhas comerciais por planta, e do total de folhas (comercializáveis e não comercializáveis) por planta com e sem aplicação de *Bacillus thuringiensis* (Bt), em colheitas aos 55, 86 e 120 dias após o transplante das mudas (DAT), e considerando a média das três colheitas. Médias seguidas por letras distintas na linha dentro do mesmo evento de colheita diferem, conforme teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

A maior produção obtida na primeira colheita em plantas que receberam aplicação de *B. thuringiensis* pode ser em função da menor pressão populacional de lagartas neste período, as quais perfizeram, até a primeira colheita, apenas 14,2 % do total de lagartas registradas no estudo. A baixa densidade pode estar relacionada às médias de temperaturas que ainda estavam amenas, em torno de 14 °C (INMET, 2020), tendo em vista que o crescimento populacional da traça das crucíferas é favorecido por temperaturas em torno de 22 °C (CASTELO BRANCO et al., 1997). Outra possibilidade é que neste período, com reduzida incidência de luz natural, possa ter ocorrido menor degradação do produto aplicado, visto que, conforme Castelo Branco (1999), *B. thuringiensis* se degrada com maior facilidade quando submetido à luz solar.

A formulação do Dimypel®, que tem como ingrediente ativo *B. thuringiensis* linhagem HD-1, pode ter sido pouco eficiente no controle da traça das crucíferas. De acordo com estudo desenvolvido por Monnerat et al. (1999), a cepa HD-133 é mais eficiente para o controle de *P. xylostella* que a HD-1, em função de que o HD-133 atua imediatamente após a infecção e permanece tóxica por cinco dias devido à ativação sequencial de seus componentes cristalinos, Cry1Ab e Cry1C. Em outro estudo, que comparou produtos comerciais contendo diferentes cepas, o Dipel® que contém *B. thuringiensis* linhagem HD-1 e não é registrado para o controle de *P. xylostella*, também ocasionou resultados inferiores aos demais bioinseticidas avaliados (MONNERAT et al., 2000). Além disso, existem populações de *P. xylostella* resistentes a produtos à base de *B. thuringiensis*, a qual está associada a falhas na interação do receptor presente no intestino da traça com

a toxina Cry1Ab (FERRÉ et al., 1991).

Como foi utilizado um produto para o qual não havia uma recomendação do fabricante específica para *P. xylostella*, e nem mesmo uma avaliação anterior, a dosagem recomendada no produto pode não ter sido adequada para esta espécie. Conforme Castelo Branco (1999), a dosagem é um fator importante a ser considerado na utilização de linhagens de *B. thuringiensis* para o controle de lagartas, pois até dosagens distintas de um mesmo produto pode causar diferentes degradações em campo.

Neste sentido, o bioinseticida Dimypel[®] pode apresentar potencial no controle da traça das crucíferas, tendo em vista os resultados de produção obtidos na primeira colheita, porém são necessários outros estudos para se elucidar os fatores que possam melhorar sua eficiência.

4 | IMPACTO DA DIVERSIFICAÇÃO VEGETAL DA BORDADURA NA OCORRÊNCIA DE INSETOS FITÓFAGOS

4.1 Material e Métodos

O ensaio de campo foi conduzido no Centro de Pesquisas em Florestas, município de Santa Maria (RS). A área de estudo foi composta por cinco canteiros, cada um contendo 100 plantas, com espaçamento de 0,5 m entre plantas e de 1,5 m entre linhas. A adubação foi realizada após a análise química do solo, com 162 g m² de N-P-K 10-18-20, e a correção da acidez com 750 g m² de calcário. A irrigação ocorreu diariamente de forma manual. Na parte distal de uma das bordas dos canteiros foi implantado, antecipadamente ao plantio da couve, 60 mudas de tagetes (*Tagetes patula* - Asteraceae) distribuídos em quatro linhas, 30 plantas de funcho (*Foeniculum vulgare* - Apiaceae) distribuídas em duas linhas, e 50 plantas de fava (*Vicia faba* - Fabaceae) em três linhas. As mudas de couve foram transplantadas em 21/06/2018 quando *F. vulgare* e *F. faba* estavam em período vegetativo e algumas plantas de *T. patula* já apresentavam flores.

Os tratamentos consistiram de três gradientes de distâncias das plantas de couve em relação à faixa de plantas adicionais: 1) plantas de couve presentes em até dois metros da faixa de plantas adicionais; 2) de 10 a 12 metros; 3) de 20 a 22 metros. Cada um dos três grupos abrigava 50 plantas de couve. Destas, semanalmente, 10 plantas (duas por canteiro) eram sorteadas e inspecionadas para a verificação da presença de insetos fitófagos, o número total de folhas da planta e de folhas com danos de insetos. Cada canteiro foi considerado uma subparcela (repetição). As amostragens ocorreram de julho a novembro de 2018, totalizando 13 ocasiões. Foram realizadas três colheitas durante o estudo, aos 80, 125 e 176 dias após o transplante da muda para o campo, nas quais eram recolhidas as folhas desenvolvidas de todas as plantas das parcelas, totalizando

150 plantas. As folhas de cada planta foram separadas em comercializáveis e não comercializáveis, e de cada grupo era contabilizado o número de folhas e a massa fresca. As folhas eram classificadas em comercializáveis quando apresentavam comprimento maior de 25 cm e tinham menos de 50 % de perfuração por insetos.

Os valores médios dos parâmetros mensurados foram comparados, entre os três gradientes de distância, pela ANOVA e teste de Tukey ao nível de significância de 5 %, utilizando-se o programa estatístico BioEstat 5.0 (AYRES et al., 2007).

4.2 Resultados e Discussão

Parcelas mais próxima da faixa de plantas (T1) apresentaram menor abundância e número de plantas de couve com presença de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera, Chrysomelidae), que plantas que distavam de 20 a 22 metros (T3) ($p < 0,05$) (Tabela 5). O mesmo foi verificado com relação à presença de danos realizados por coleópteros desfolhados (vaquinhas), sem distinção entre as espécies.

	0 a 2m	10 a 12m	20 a 22m
Abundância de insetos fitófagos	34,2	28,2	38,8
Nº de plantas com insetos fitófagos	14,2	16	18,8
Abundância de <i>Plutella xylostella</i>	30,2	24,4	30,4
Nº de plantas com <i>P. xylostella</i>	12,8	12,8	14,4
Abundância de <i>Diabrotica speciosa</i>	0,6 b *	1,8 ab	3 a
Nº de plantas com <i>D. speciosa</i>	0,4 b	1,6 ab	2,4 a
Nº de folhas com danos de coleópteros	40,6 b	64 ab	72,8 a
Nº de folhas comerciais	16,17	15,62	14,87
Massa (g) de folhas comerciais	424,21	421,3	394,76

Tabela 5. Valores médios de abundância de e número de plantas com insetos fitófagos, de abundância e número de plantas com *Plutella xylostella*, abundância e número de plantas com *Diabrotica speciosa*, número de folhas com danos de coleópteros, bem como médias de número e massa (g) de folhas comercializáveis por plantas couve localizadas em até 2 m (T1), de 10 a 12 m (T2) e de 20 a 22 m (T3) da faixa de plantas diversificadas com tagetes (*Tagetes patula*), funcho (*Foeniculum vulgare*) e fava (*Vicia faba*), de julho a dezembro de 2018.

*Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem conforme teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

A presença da faixa de plantas pode ter exercido influência na ocorrência de vaquinhas em função de compostos repelentes presentes em alguma das espécies vegetais associadas. Entre as plantas, o tagetes foi utilizado justamente por ser de um gênero com propriedades de repelência já evidenciada na literatura (LOVATTO et al., 2013; SIGNORINI et al., 2016; SOUZA, 2013).

Em estudos de laboratório realizados por Trecha (2018), foi verificado menor consumo de área foliar, por adultos de *D. speciosa*, em discos de folhas de batata embebidos com óleo essencial de *Tagetes minuta*, sendo este resultado atribuído à presença de

substâncias químicas antialimentares presentes no tagetes. Além disso, em ensaio sem chance de escolha, houve 100 % de mortalidade quando os coleópteros foram alimentados com discos foliares contendo as concentrações de 1 e 0,5 % de óleo essencial de tagetes.

De acordo com Taiz & Zeiger (2009), alguns vegetais possuem uma mistura de mono e sesquiterpenos voláteis liberados em forma de aromas, que podem repelir herbívoros antes mesmo que ataquem os tecidos da planta. Signorini et al. (2013), em ensaio sem chance de escolha, observaram que mesmo antes do consumo foliar de discos tratados com óleo de flor e de folha de *T. minuta*, houve 94 % de taxa de mortalidade de *D. speciosa* confinadas no mesmo ambiente.

Com relação aos demais parâmetros avaliados no presente estudo não houve diferença significativa entre os tratamentos. A abundância ($p = 0,09$) e o número de plantas ($p = 0,16$) com insetos fitófagos, bem como a abundância ($p = 0,29$) e número de plantas com *P. xylostella* ($p = 0,65$) não foram afetados pelo distanciamento da faixa de plantas (Tabela 5). Tal resultado pode ter refletido na produtividade, a qual apresentou valores médios de número de folhas e massa de folhas comercializáveis significativamente semelhantes entre os três tratamentos ($p \geq 0,05$) (Tabela 5).

O distanciamento da faixa de plantas na bordadura impactou de forma distinta as populações de coleópteros desfolhadores em relação aos demais insetos fitófagos associados ao cultivo da couve. Tal efeito pode ser em decorrência de diferentes fatores, dentre eles a atuação de inimigos naturais que regulam as populações específicas de cada grupo de herbívoros em até determinadas distâncias ao longo do cultivo. Chaney (1998) evidenciou que a flor de alísso, *Lobularia marítima* (Brassicaceae) quando cultivada em associação com alface (*Lactuca sativa*) promoveu a sobrevivência e a fecundidade do parasitoide de pulgões *Diaretiella rapae* (Hymenoptera, Braconidae), e que basta uma fileira com cultivo de alísso a cada 12 fileiras de alface para incrementar o controle de *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae) neste cultivo. Silveira et al. (2009) verificaram que em cultivo de cebola (*Allium cepa*) com bordadura de tagetes (*Tagetes erecta*), a abundância e a diversidade de organismos entomófagos foram maiores e a de fitófagos foram menores a uma distância de cinco metros da faixa de flores, comparativamente à 30 metros.

Neste sentido, a diversificação na bordadura do cultivo da couve, proposta no presente estudo, apresenta resultados promissores no manejo de coleópteros desfolhadores, além de configura-se como uma prática acessível e de baixo custo aos agricultores.

5 | CONCLUSÃO

Trichoderma asperelloides e *T. virens* incrementaram significativamente a produtividade de *Brassica oleracea* var. *Acephala* em condições de campo.

O produto Dimypel[®], à base de *Bacillus thuringiensis*, impactou positivamente a

produção somente no início do ciclo do cultivo de couve.

Plantas de tagetes (*Tagetes patula*), funcho (*Foeniculum vulgare*) e fava (*Vicia faba*) mantidas em até 2 m dos canteiros de couve proporcionaram menor abundância e ocorrência do coleóptero *Diabrotica speciosa*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos funcionários de apoio do Centro de Pesquisa em Florestas, ao Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) pelo suporte aos ensaios de pesquisa, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo fomento e bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- AYRES, M. et al. **BioEstat 5.0 - Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas.** Brasília: Sociedade Civil Mamirauá e CNPq, 2007. 290p.
- ALTIERI, M. A.; SILVA, E. N.; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas.** Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226p.
- BARBOSA, F. S. et al. Potencial das flores na otimização do controle biológico de pragas para uma agricultura sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2011.
- BENÍTEZ, T. et al. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v. 7, n. 4, p. 249-260, 2004.
- BAL, U.; ALTINTAS, S. Effects of *T. harzianum* on lettuce in protected cultivation. **Journal of Central European Agriculture**, v. 9, n. 1, p. 63-70, 2008.
- BROTMAN, Y.; GUPTA, J.K.; VITERBO, A. *Trichoderma*. **Current Biology**, v. 20, n. 9, p. 390-391, 2010.
- CARVALHO, D.D.C. et al. Controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* *in vitro* e em sementes, e promoção de crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 36, p. 28-34, 2011.
- CARVALHO FILHO, M.R. et al. **Avaliação de isolados de Trichoderma na promoção de crescimento, produção de ácido indolacético in vitro e colonização endofítica de mudas de eucalipto.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 13p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 226). 2008.
- CASTELO BRANCO, M. et al. **Traça das crucíferas – *Plutella xylostella*.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 4p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 4). 1997.
- CASTELO BRANCO, M. Avaliação da eficiência de formulações de *Bacillus thuringiensis* para o controle de traça-das-crucíferas em repolho no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 237-240, 1999.

CHANAY, W. E. Biological control of aphids in lettuce using in-field insectaries. In PICKETT, C. H.; BUGG, R, L. (ed). **Enhancing biological control, habitat management to promote natural enemies of agricultural pests**. Berkeley: University of California Press, 1998. 73-85p.

CHET, I. et al. Fungal antagonists and mycoparasites. IN: WICKLOW, D. T.; SÖDERSTRÖM, B. (Org.). The Mycota IV: Environmental and Microbial Relationships. Berlin: Springer – Verlag, 1997. p. 165-184.

FERRÉ, J. et al. Resistance to *Bacillus thuringiensis* bioinsecticide in a field populations of *Plutella xylostella* is due to a change in a midgut membrane receptor. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 88, p. 5119-5123, 1991.

FERREIRA, D.F. SISVAR, a computer statistical analysis system. Ciência e Agroecologia, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONTENELLE, A.D.B. et al. Growth promotion and induction of resistance in tomato plant against *Xanthomonas euvesicatoria* and *Alternaria solani* by *Trichoderma* spp. **Crop Protection**, v. 30, n. 11, p. 1492-1500, 2011.

GARCÉS-FIALLOS, F.R.; SABANDO-ÁVILA, F.; MOLINA-ATIENCIA, L.M. *Trichoderma harzianum* em pre-siembra aumenta el potencial agronómico del cultivo de piña. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 4, p. 410-414, 2017.

HENDGES, A.R.A.A. **Desempenho do cultivo de couve em folha com espécies aromáticas e condimentares**. 106f. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2016.

HIDANGMAYUM, A.; DWIVEDI, P. Plant responses to *Trichoderma* spp. and their tolerance to abiotic stresses: A review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 1, p. 758-766, 2018.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em 01 jun. 2020.

LOVATTO, P.B.; SCHIEDECK, G.; MAUCH, C.R. Extratos aquosos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) como alternativa ao manejo agro-ecológico de afídeos em hortaliças. **Interciencia**, v. 38, n. 9, p. 676-680, 2013.

MEDEIROS, P.T. et al. Avaliação de produtos à base de *Bacillus thuringiensis* no controle da traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p.245-248, 2006.

MONNERAT, R.G. et al. Differential activity and activation of *Bacillus thuringiensis* insecticidal proteins in Diamondback moth, *Plutella xylostella*. **Current Microbiology**, v. 39, p. 159-162, 1999.

MONNERAT, R.G. et al. Efeito de *Bacillus thuringiensis* Berliner e inseticidas químicos sobre a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:Yponomeutidae) e seus parasitoides. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 4, p. 723-730, 2000.

MOURA, A.P. et al. **Recomendações técnicas para o manejo de pragas em brassicáceas com vistas à produção integrada de hortaliças folhosas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 32p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 170). 2019.

RESENDE, A.L.S. **Comunidade de joaninhas (Coleoptera : Coccinellidae) e aspectos fitotécnicos da couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) em consórcio com coentro (*Coriandrum sativum*), sob manejo orgânico**. 82f. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica. 2008.

SIGNORINI, C.B. et al. Atividade do óleo essencial e extrato aquoso de *Tagetes minuta* (Asteraceae) sobre o consumo alimentar de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata, sob condições de laboratório. In: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia. Porto Alegre. **Resumos...**Porto Alegre: Associação Brasileira de Agroecologia. 2013

SIGNORINI, C.B.; et al. Influência de extratos e óleos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) no consumo foliar e sobrevivência larval de *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.4, p.26-33, 2016.

SILVA, V.N. et al. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1609-1618, 2011.

SILVEIRA, L. C. P. et al. Marigold (*Tagetes erecta* L.) as an attractive crop to natural enemies in onion fields. **Scientia Agricola**, v. 66 p. 780-787, 2009.

SOUZA, D. S. **Utilização de plantas bioativas como alternativa agroecológica: a eficácia de chinchilho (*Tagetes minuta* L.) como repelente de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em pêssego (*Prunus* pérssica Batsch)**. 42f. 2013. Trabalho Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

SRIRAM, S.; MANASA, S.B.; SAVITHA, M.J. Potential use of elicitors from *Trichoderma* in induced systemic resistance for the management of *Phytophthora capsici* in red pepper. **Journal of Biological Control**, v. 23, n. 4, p. 449-456, 2009.

STREIT, N.M. et al. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TAVARES, G.M. **Podridão do pé do mamoeiro: infestação em solos de cultivo, controle alternativo com indutores de resistência e *Trichoderma* e avaliação dos mecanismos de defesa envolvidos**. 2009. 113 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2009.

TRECHA, C. O. **Potencial de chinchilho (*Tagetes minuta*, Asteraceae) no manejo agroecológico de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata**. 2018. 135 f. Tese (doutorado) Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2018.

WAGHUNDE, R.R.; SHELAKE, R.M.; SABALPARA, A.N. *Trichoderma*: A significant fungus for agriculture and environment. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 22, p. 1952-1965, 2016.

YEDIDIA, I. et al. Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentration and increased growth of cucumber plants. **Plant and Soil**, v. 235, n. 2, p. 235-242, 2001.

ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM AFLUENTE DO RIO PARANÁ, NA REGIÃO SUB- TROPICAL DO BRASIL

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Loueverton Antonio Rodrigues de Castro

Universidade Estadual do Norte do Paraná -
UENP

Cornélio Procópio – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/6983178653611969>

Carlos Eduardo Gonçalves Aggio

Universidade Estadual do Norte do Paraná -
UENP

Cornélio Procópio – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/4413764921634468>

João Marcos Lara de Melo

Universidade Estadual do Norte do Paraná -
UENP

Cornélio Procópio – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/0303882606218782>

espécies. O presente estudo teve como objetivo investigar a composição e estrutura da assembleia zooplânctônica em um trecho do baixo rio Piquiri - Alto rio Paraná, sem influência de reservatórios, havendo três estações de amostragem. O zooplâncton foi amostrado pela filtragem de 200 litros da sub-superfície em rede plâncton (68 µm). O material coletado foi fixado em solução Formol 4% tamponada com CaCO₃. A contagem dos organismos zooplânctônicos foi realizada em câmara de sedimentação de Sedgwick-Rafter (contados 5 ml de cada amostra), com identificação ao menor nível taxonômico possível. Foram identificados 35 táxons: 25 de tecamebas – predominando Diffugiidae (5 táxon), Arcellidae (9 táxons) e Centropyxidae (6 táxon); 9 de rotíferos e 1 de copépode, destacando *Centropyxis discoides*, *Arcella artocrea*, *Arcella conica* e *Difflugia sp1*. O estudo sazonal revelou que no inverno o valor de abundância relativa foi maior comparado com a primavera, ocorrendo com maior predominância *Centropyxis discoides* nas três estações. Em relação a diversidade de Shannon-Wiener (H'), em nenhum dos pontos de amostragem observaram-se valores acima de 3.0 bits.ind⁻¹ (pontos 1 e 2 valores entre 2,0 e 3,0 bits.ind⁻¹), sendo proporcional ao número de espécies real. O índice de diversidade de

RESUMO: A crescente degradação de habitats naturais e consequente perda de espécies têm preocupado ambientalistas e ecólogos nas últimas décadas. Na bacia do Rio Paraná existem diversos trabalhos caracterizando a comunidade zooplânctônica em variados ambientes: planícies de inundação, lagoas marginais e reservatórios, principalmente relacionados a distribuição geográfica das

Sympson revelou que os pontos 1 e 2 apresentaram valores entre 0,5 e 1,0 n° espécies nas amostras, apresentando altas diversidade e baixa dominâncias. As razões para a redução do zooplâncton na primavera pode estar relacionado com a intensa seletividade nutricional por peixes e pelas alterações do regime hidrológico do rio, que podem afetar a diversidade e abundância das espécies zooplancônicas.

PALAVRAS-CHAVE: Assembléia; Rio Piquiri; Zooplâncton; Ecologia; Mariluz.

STRUCTURE OF THE ZOOPLANCTONIC COMMUNITY IN AFFLUENT OF THE PARANA RIVER, IN THE SUB-TROPICAL REGION OF BRAZIL

ABSTRACT: The increasing degradation of natural habitats and the consequent loss of species has been worrying environmentalists and ecologists in recent decades. In the Paraná River basin there are several works characterizing the zooplankton community in different environments: flood-plains, marginal lagoons and reservoirs, mainly related to the geographic distribution of the species. The present study goals to investigate the composition and structure of the zooplankton assembly in a stretch of the lower Piquiri river - Upper Paraná river region, without the influence of reservoirs, with three sampling location. Zooplankton was sampled by filtering 200 liters of water in plankton net (68 µm). The collected material was fixed in a Formol 4% solution buffered with CaCO₃. The counting of zooplanktonic organisms was realized in a Sedgwick-Rafter sedimentation chamber (5 ml of each sample counted), with identification at the lowest possible taxonomic level. 35 taxa were identified: 25 from tecamebas - predominating Difflugiidae (5 taxa), Arcellidae (9 taxa) and Centropyxidae (6 taxa); 9 rotifers and 1 copepod, highlighting *Centropyxis discoides*, *Arcella artocrea*, *Arcella conica* and *Difflugia* sp1. The seasonal study revealed that in the Winter, the relative abundance value was higher compared to the Spring, occurring with a greater predominance of *Centropyxis discoides* in the three sampling points. Regarding Shannon-Wiener's diversity (H'), none of the sampling points showed values above 3.0 bits.ind⁻¹ (points 1 and 2 between 2.0 and 3.0 bits.ind⁻¹), being proportional to the number of real species. Sympson's diversity index revealed that points 1 and 2 had values between 0.5 and 1.0 number of species in the samples, showing high diversity and low dominance. The reasons for the reduction of zooplankton in the Spring may be related to the intense nutritional selectivity for fish and changes in the hydrological regime of the river, which can affect the diversity and abundance of zooplankton species

KEYWORDS: Assembly; Piquiri River; Zooplankton; Ecology; Mariluz.

INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas aquáticos continentais, os organismos zooplânctonicos representam um elemento de extrema importância no elo entre produtores e consumidores, e sem eles possivelmente haveria um colapso nas cadeias tróficas desses ambientes.

Partindo de organismos tão importantes na transferência de energia e massa, indiretamente o zooplâncton é afetado pelos meios social e econômico pela interferência humana no ambiente (ESTEVES, 2011).

Neste contexto, a crescente degradação de habitats naturais e a consequente perda de espécies têm preocupado ambientalistas e ecólogos nas últimas décadas (DIAS et. al. 2008). A maior parte dos ambientes aquáticos continentais, em particular os sistemas aquáticos lóticos, como os rios, tem sido amplamente modificados pelas atividades humanas, as quais direta ou indiretamente estão ligadas a processos relacionados à urbanização (despejo de efluentes industriais e domésticos) e à agricultura (agrotóxicos) (CASATTI, 2004; CUNICO et. al., 2006; GALVES et. al., 2007).

Os impactos promovidos pela urbanização e supressão de floresta ripária para atividades agropecuárias sobre os ambientes lóticos naturais têm sido uma das principais causas de extinções de espécies, acarretando a homogeneização da biota (MCKINNEY, 2006). Assim surge a necessidade de inventariar as espécies existentes nestes ambientes, pois, é necessário conhecer o número de espécies do ambiente para implantação de programas de manejo e proteção a espécies (DIAS, et. al.2008).

Todavia, tanto no rio pequeno quanto no maior, as assembleias de zooplâncton geralmente apresentam baixo número de espécies e baixa abundância em relação aos valores correspondentes em águas mais paradas, isto devido a fatores ambientais como a maior velocidade de corrente da água, maior turbidez e a excassez de alimento, o que proporciona a instalação de um ambiente desfavorável para o seu desenvolvimento (CZERNIAWSKI, 2012; AGGIO, 2015).

De acordo com Hynes (1970), existem fatores que exercem influência negativa nas assembleias de zooplâncton nos rios, geralmente divididos em duas categorias: (1) aqueles que interferem no transporte do zooplâncton (velocidade da água) da montante à jusante, consequentemente afetando a composição e densidade da assembleia zooplânctônica e (2) aqueles que comprometem a taxa de reprodução (predação e condições físico-químicas do rio) e alimentação do zooplâncton. Essas duas categorias estão diretamente relacionadas às condições hidrológicas do rio.

As condições físicas dos ambientes lóticos, como a velocidade atual da água, descarga de outros afluentes e estrutura do canal (vazão, profundidade e largura), exercem forte influência na estrutura e composição da assembleia de zooplâncton (CZERNIAWSKI e DOMAGAŁA, 2010). Essas variáveis podem impactar fortemente as outras condições abióticas e bióticas do rio, tais como: estrutura da mata ciliar, presença abundante de predadores e conteúdo de compostos inorgânicos e orgânicos que afetam também a assembleia de zooplâncton tanto em rios como em lagos (CZERNIAWSKI e PILECKA-RAPACZ, 2011).

Entretanto a elevada taxa de reprodução e crescimento desses organismos aquáticos faz com que respondam rapidamente a alterações nas condições físicas e químicas

da água. Assim, a avaliação da assembléia zooplânctônica se torna uma ferramenta importante para predizer as condições ambientais dos ecossistemas aquáticos (LANSAC-TÔHA et.al. 2000).

Nos trechos com vegetação ciliar, a menor incidência de luz solar determina valores mais baixos de temperatura e a mata contribui com material vegetal alóctone, sob a forma de ramos, troncos e folhas que se acumulam no fundo. Esses materiais chegam ao sistema lótico em forma de matéria orgânica particulada grossa, sendo transportada para os trechos a jusante pelo fluxo contínuo, transformando-se em matéria orgânica particulada fina (TUNDISI e TUNDISI, 2008).

Muitos estudos envolvendo a dinâmica estrutural foram fundamentados em dados obtidos em ecossistemas aquáticos temperados (BAPTISTA et. al. (1998). Dessa forma, grande parte das análises em rios tropicais são adaptações dos índices aplicados em regiões temperadas. Assim, o ajustamento desses modelos aos trópicos requer reavaliação de suas previsões, já que a biodiversidade tropical é reconhecidamente mais rica quando comparada à temperada (VELHO e LANSAC-TÔHA, 2009).

Dessa maneira, os ambientes lóticos são caracterizados pelo movimento unidirecional da água em direção à foz, no qual existem diferentes níveis de descarga de água e parâmetros associados, assim como velocidade da correnteza, profundidade, largura, turbidez, turbulência contínua e mistura da camada da água. A interação da biota com o ambiente físico e químico nesses ecossistemas sofre muita influência da velocidade da correnteza, onde ocorrem processos ecossistêmicos da dinâmica de transporte de energia e ciclagem de materiais (PERBERICHE-NEVES e JÚNIOR, 2007).

Sendo assim a avaliação da comunidade zooplânctonica se torna uma ferramenta imprescindível para predizer impactos ambientais, os quais ocasionam a alteração das condições normais desses ambientes aquáticos naturais. Na bacia do Rio Paraná e de seus grandes afluentes, principalmente os situados na região sudeste-sul brasileira, existem diversos trabalhos caracterizando a comunidade zooplânctônica de diversos ambientes, como planícies de inundação, lagoas adjacentes, reservatórios e riachos (BONECKER et al, 1994; PERBERICHE-NEVES e JÚNIOR, 2007; AGGIO, 2015).

No atual cenário, artigos sobre distribuição geográfica têm sido mais frequentes. Com conhecimento produzido atualmente e parte dos registros dos organismos em diferentes regiões do continente, é possível indicar parte das áreas-alvo que necessitam de estudos para compreendermos melhor os padrões de distribuição e evolução dos organismos zooplânctônicos. Essas áreas-alvo consistem em regiões que desconhecemos a composição do zooplâncton, por não haver informação disponível, devido à ausência de núcleos de pesquisa e universidades (PERBERICHE-NEVES et al, 2007).

No entanto, são difíceis de encontrar informações disponíveis sobre os ambientes lóticos, principalmente onde a bacia do Rio Piquiri está inserida, sendo este um dos primeiros trabalhos sobre assembléias zooplânctonicas na bacia. O presente estudo teve

como objetivo investigar mediante a identificação das espécies ocorrentes, a composição e a estrutura da assembléia zooplânctônica em um trecho do baixo rio Piquiri, analisando dados de abundância e diversidade, contribuindo, dessa forma, para o conhecimento da distribuição geográfica desses organismos identificados. A área escolhida para o estudo apresenta alta relevância pelo fato de ainda não sofrer influências negativas de reservatórios de hidroelétricas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Dado o contexto atual, a bacia do rio Piquiri representa um importante manancial de abastecimento de água para consumo humano. De fato, não existem estudos relativos às estruturas das assembléias de zooplâncton e qualidade da água nesse manancial.

A bacia hidrográfica do rio Piquiri abrange uma área de drenagem de 24.156 km², localiza-se integralmente no estado do Paraná, no quadrilátero formado pelas coordenadas geográficas aproximadas de 23°38' e 25°19' de latitude sul e 51°37' e 54°07' de longitude oeste.

O rio Piquiri tem suas nascentes na Serra do São João, na divisa dos municípios Turvo e Guarapuava, estado do Paraná, em altitudes da ordem de 1.040 m. Das nascentes, o rio Piquiri percorre cerca de 660 km até desaguar, pela margem esquerda no rio Paraná, apresentando uma profundidade média de 5 metros e uma largura de 140 metros no seu curso final. A bacia do rio Piquiri é limitada ao norte pela bacia do rio Ivaí, e ao sul pela bacia do rio Iguaçu, ambos afluentes do rio Paraná, pela margem esquerda.

Apesar de inserida totalmente na região Sul do Brasil, a bacia do rio Piquiri está situada em uma região de transição do clima tropical para o temperado. Observa-se que essa bacia abrange áreas sujeitas a diferentes domínios climáticos ao longo de sua região: (a) temperado mesotérmico brando super úmido (sem seca) nas cabeceiras; (b) temperado sub quente, super úmido (com sub seca) e tropical sub quente super úmido (com sub seca) no trecho médio e foz. De acordo com “Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná” a bacia do rio Piquiri apresenta uma pluviosidade no qual os valores anuais excedem 1.900 mm, mas há áreas, desde a foz até as nascentes, sujeitas a precipitações variando de 1.400 a 2.000 mm.

A sub-bacia do rio Piquiri localiza-se entre uma região de Floresta Ombrófila Mista e a região de Floresta Estacional Semi Decidual, onde ocorrem porções de campos peculiares da região do Cerrado. O modo de ocupação do solo que ocorreu nas ultimas décadas foi intenso alterando toda paisagem natural, substituindo as florestas nativas por culturas agropastoris em seu entorno, afetando a fauna local.

A bacia do rio Piquiri compreende 68 municípios que ficam total ou parcialmente

dentro de seus limites. Aqueles mais representativos economicamente são Cascavel, Toledo, Campo Mourão, Cianorte e Guarapuava.

A área de estudo compreendeu um trecho da foz do rio Piquiri, sem influência de reservatórios, no município de Mariluz, Paraná, onde foram estabelecidas três estações de amostragem:

- A primeira estação localizada a montante, próximo a foz do ribeirão Água Branca (Latitude 24° 9'58.54"S, Longitude 53°14'24.24"O);
- A segunda estação localizada mais a jusante no rio Piquiri (Latitude 24° 9'43.73"S, Longitude 53°16'46.24"O);
- A terceira localizada ainda mais a jusante do rio Piquiri (Latitude 24° 9'43.73"S, Longitude 53°16'46.24"O).

Foram realizadas quatro (4) coletas sazonais, nos meses de julho e outubro de 2016, março de 2017, e abril de 2018 compreendendo os períodos de inverno, primavera e verão.

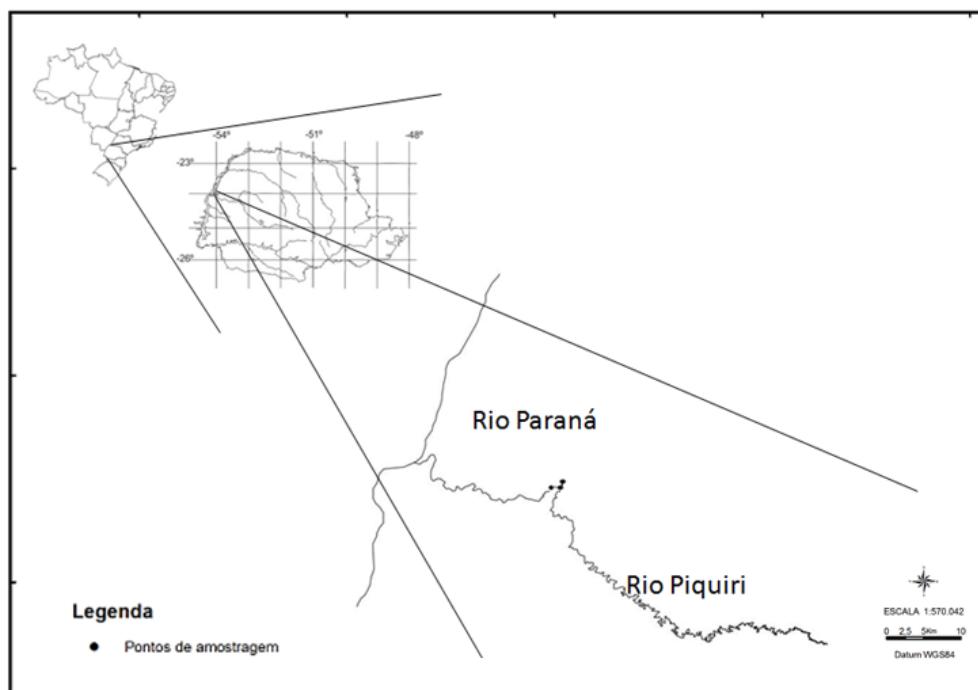


Figura 1 – Área de estudo (Gradiente longitudinal da sub-Bacia do Rio Piquiri).

Coleta de Zooplâncton

O zooplâncton foi amostrado por meio da filtragem de 200 litros da sub-superfície da água em rede de plâncton cônica-cilíndrica, com abertura de malha de 68 µm, com o auxílio de uma balde graduado de 20 litros. O material coletado foi fixado em Formol tamponado com CaCO₃ e preservados em solução Formol 4% tamponado com CaCO₃ em frascos de 150 ml.

A contagem dos organismos zooplanctônicos foi realizada através da utilização de câmara de sedimentação de Sedgwick-Rafter, sendo contado 5 ml de cada amostra em

microscópio óptico comum. Os organismos foram expressos em nº ind./m³. A identificação da comunidade zooplânctônica foi realizada ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de literatura especializada (KOSTE, 1978; ELMOOR-LOUREIRO, 1997; SOUZA, 2008; PAGGI, 1995; SIEMENSMA, 2014; LUCINDA, 2003).

Análises Estatísticas

Na tomada dos dados, o foco foi a assembleia zooplânctônica quanto a sua composição, abundâncias total e relativa, similaridade da abundância total entre os pontos, diversidade (H'), equitabilidade (E). A análise de diversidade alfa avalia o número de espécies numa pequena área de habitat homogêneo (RICKLEFS, 2010).

De acordo com Ricklefs (2010), foram calculados três índices de diversidade para revelar o estado atual da biodiversidade da assembleia zooplânctônica:

- (1) Abundância Relativa, onde a contribuição do numero de indivíduos de uma espécie com relação ao numero total de indivíduos observados, expresso em porcentagem pela fórmula: $AB\%_y = n_y \times 100/N$, onde $AB\%_y$ é a abundância relativa da espécie y, n_y é o numero de indivíduos da espécie y, e N é o numero total de indivíduos em uma amostra;

- (2) Índice de diversidade de Shannon-Wiener, utilizou-se a fórmula: $H' = -\sum pi \cdot \log_2 pi$, onde: ($pi = Ni/N$). (Ni)número de indivíduos de cada espécie, (N) número total de indivíduos, sendo o resultado expresso em ind/litros. A equitabilidade (E) foi obtida a partir do índice de Shannon (H'), por meio da fórmula: $E = H'/\log_2 S$, onde: (H') índice de Shannon e (S) número total de cada amostra. Valores altos indicam alta imprecisão, sugerindo alta diversidade na comunidade amostrada. Esse índice da menos peso as espécies raras do que as comuns;

- (3) Índice de Sympson mede a dominância de espécies em uma comunidade a partir do cálculo de probabilidade de dois indivíduos escolhidos aleatoriamente de serem da mesma espécie, este índice esta representado pela formula $D=1/\sum Pi^2$. Os resultados ficam entre 0 e 1 onde valores próximos a 0 indicam diversidade alta e baixa dominância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 35 táxons, distribuídos em 25 de tecamebas, 9 de rotíferos e 1 de copépode. As famílias mais comuns foram Diffugiidae (5 táxon), Arcellidae (9 táxons) e Centropyxidae (6 táxon). Entre as espécies mais abundantes destacam-se *Centropyxis discoides*, com valores entre 32 a 34 ind/m³ no inverno e primavera, *Arcella artocrea* ocorreu somente no verão com 20 ind/m³, *Arcella cônica* com 12 ind/m³, ocorrendo somente no inverno e *Difflugia sp1*, havendo a presença de aproximadamente 5 a 15 ind/m³ (Figura 2).

Comparando as mudanças sazonais na abundância do zooplâncton, no inverno o

valor de abundância relativa foi maior comparado com a primavera e verão, ocorrendo com maior predominância *Centropyxis discoides* nas três estações (Figura 2). Os táxons com elevadas densidade de indivíduos na bacia do rio Paraná são as famílias Diffugidae e Arcellidae (LANSAC-TÔHA, BONECKER e VELHO, 2004; PERBERICHE-NEVES e JÚNIOR, 2007).

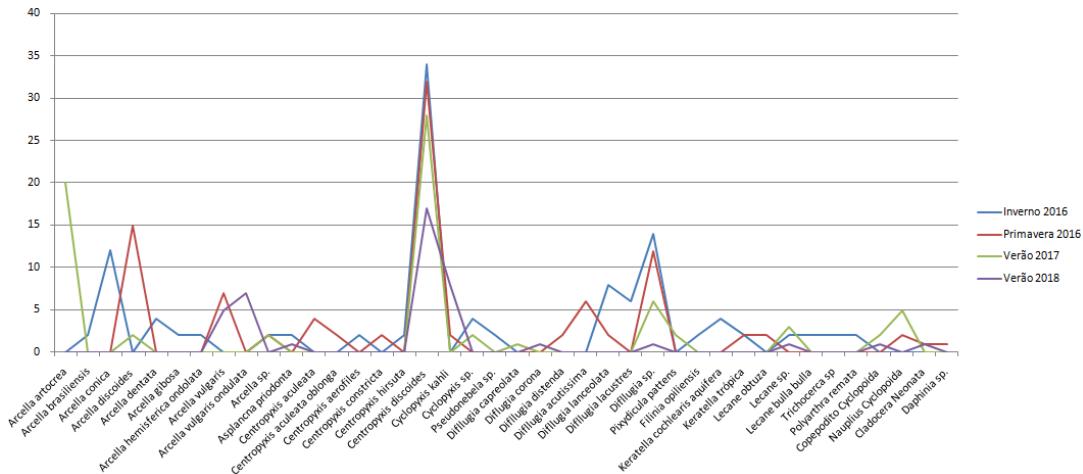


Figura 2 – Abundância absoluta (nº indivíduos/m³) da assembléia zooplânctônica durante as estações de inverno, primavera e verão de 2017 e 2018.

No inverno constatou-se a presença de Rotíferos e Tecamebas, com maior predominância de tecamebas (84.21%) e menor predominância de Rotíferos (16.00%). Na primavera detectou-se a presença de Tecamebas, Roíferos e Copepoda, com predominância maior de Tecamebas (91.67%), seguida de Rotíferos (4.17%), Cladocera (2.08%) e por último Copepoda (2.08%). No verão houve também a presença de Tecamebas, Rotíferos e Copepoda, com predominância maior de Tecamebas (86.30%), depois Copepoda (9.59%) e Rotíferos (4.11%). Já no Verão de 2018 a maior abundância foi de Tecamebas (85.05%), em seguida os Rotíferos (4.65%) e por ultimo Copepoda (2.33%) e Cladocera (2.33%).

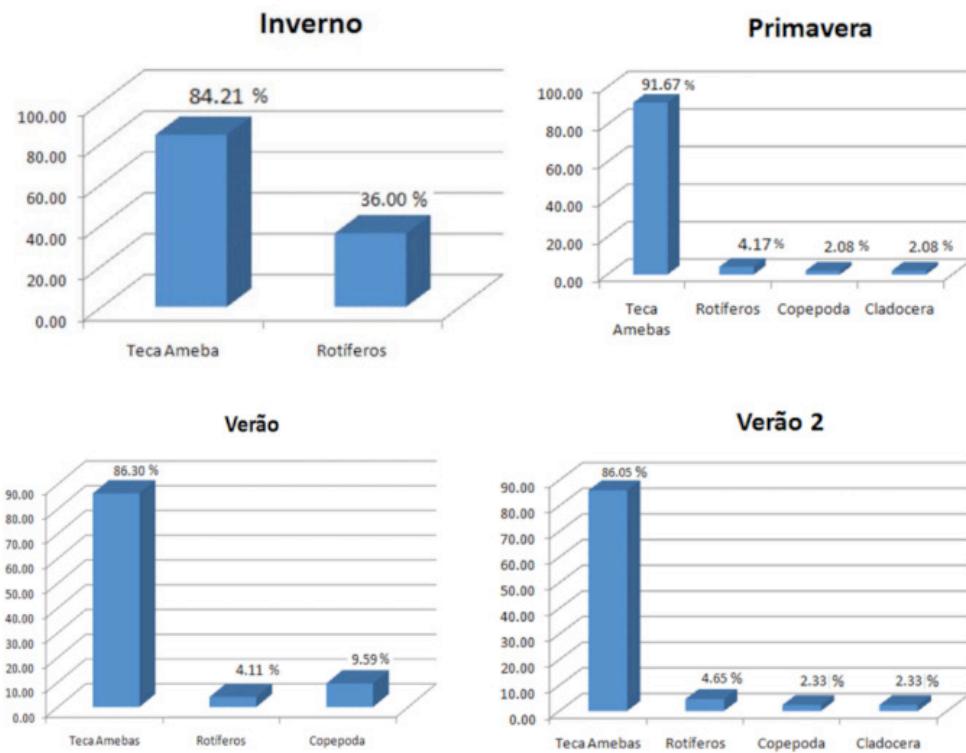


Figura 3 – Abundância relativa dos grupos taxonômicos identificadas durante o estudo, durante cada estação coletada, demonstrando a dominância dos táxons.

Fonte: Autoria Própria

A presença de maior riqueza de espécies de protozoários tecados (tecamebas) comparada com os demais táxons da comunidade zooplânctonica (rotíferos, copépodes e cladóceros) em ambientes lóticos, como rios, riachos e córregos é natural (LANSAC-TÔHA, BONECKER e VELHO, 2004; CZERNIAWSKI e DOMAGAŁA, 2010; AGGIO, 2015)

Em relação à diversidade de Shannon-Wiener (H'), em nenhum dos pontos de amostragem observaram-se valores acima de 3.0 bits.ind.⁻¹ (Tabela 1). Nos pontos 1 e 2 registrou-se valores entre 2,0 e 3,0 bits.ind.⁻¹, sendo proporcional ao número de espécies reais. Na análise do índice de diversidade de Sympson, os pontos 1 e 2 apresentaram valores entre 0,5 e 1,0 número de espécies nas amostras, apresentando altas diversidade e baixa dominâncias nas amostras analisadas.

	Shannon-Wiener (H')	Sympson (D)
Ponto 1	2.698	0.677
Ponto 2	2.111	0.803
Ponto 3	1.006	0.474

Tabela 1 – Valores do Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e do Índice de Sympson (S) para a assembléia zooplânctonica no trecho estudado do rio Piquiri

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo, as razões para a redução do zooplâncton na primavera e verão pode estar relacionado com a intensa seletividade nutricional por peixes, além do rio Piquiri sofrer alterações nas condições hidrológicas (velocidade de corrente), que poderá selecionar as espécies ocorrentes, mas também variações das condições físicas e químicas da água (qualidade da água), podendo afetar direta ou indiretamente a abundância e a densidade das espécies zooplancônicas, como representado nos índices (H' e D) aos quais revelaram uma baixa equitabilidade dos pontos durante as estações.

REFERÊNCIAS

- AGGIO, C.E.G. 2015. **Influência de macro-fatores na estruturação da comunidade zooplancônica em riachos subtropicais.** Tese de Doutorado. PEA/UEM. Maringá-PR. 51 pp.
- ARRIEIRA, R. L.; ALVES, G. M.; SCHWIND, L. T. F.; LANSAC-TÔHA, F. A. 2016 **Estudos da biodiversidade de amebas testáceas para estratégias voltadas à preservação.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá, 567-586.
- BAPTISTA, D. F. **O conceito de continuidade de rios é válido para rios de mataatlântica no sudeste do Brasil?** Oecologia Brasiliensis. v. 5, p. 209-222, 1998.
- BONECKER , C.C., LANSAC-TÔHA, F. A., STAUB,A. **Qualitative study of rotifers in different environments of the high Paraná Riverfloodplain (MS), Brazil.** Revista UNIMAR.1994;16(Supl 3):1-16.
- CASATTI, L. **Ichthyofauna of two streams (silted and reference) in the upper Paraná River basin, southeastern Brazil.** Brazilian Journal of Biology 64(4): 757-765. 2004.
- CUNICO, A.M.; AGOSTINHO, A.A.; LATINI, J.D. **Influência da urbanização sobre as assembleias de peixes em três córregos de Maringá, Paraná.** Revista Brasileira de Zoologia, 23(4): 1101-1110. 2006.
- CZERNIAWSKI, R., DOMAGAŁA, J. **Similarities in zooplankton community between River Drawa and its two tributaries (Polish part of River Odra).** Hydrobiologia, 638: 137–149. 2010.
- CZERNIAWSKI, R., DOMAGAŁA, J. **Potamozooplankton communities in three different outlets from mesotrophic lakes located in lake-river system.** Oceanological Hydrobiological Studies 1: 46–56. 2012.
- CZERNIAWSKI, R., PILECKA-RAPACZ ,M. – **Summer zooplankton in small rivers in relation to selected conditions.** Central European Journal of Biology6: 659–674. 2011
- DIAS, C. O., ARAUJO, A. V. & BONECKER, S. L. C. 2005. **Composição e Distribuição da Comunidade de Copépodes (Crustacea) na Região do Estuário do Rio Caravelas (Bahia Brasil).** In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2005, Caxambu. Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil, p. 479-490.
- GALVES, W.; JEREP, F.C.; SHIBATTA, O.A. **Estudo da condição ambiental pelo levantamento da fauna de três riachos na região do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), Londrina, PR, Brasil.** Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 2(1): 55-65. 2007.
- ELMOOR-LOUREIRO, LMA. 1997. **Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil.** Editora Universa: Brasília

ESTEVEZ, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia. 3. ed.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2011.

HYNES, H.B.N. **The ecology of running waters** – University of Toronto Press, Toronto, 555 p, 1970.

KOSTE W. 1978. *Rotatoria: Die Rädertere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk berg. Von Max Voigt. Überordnung Monogononta. Volume I-II.* Gebrüder Borntraeger, Berlin

LANSAC-TÔHA, F. A., VELHO, L. F. M., ZIMMERMANN-CALLEGARI, M. C., BONECKER, C. C. 2000. **On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters.I. Family Arcellidae.** ActaScientiarum, vol. 22, no. 2, p. 355-363, 2000.

LANSAC-TÔHA, F.A.; BONECKER, C.C.; VELHO, L.F.M. **Composition, distribution, and abundance of the zooplankton community** In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S.(Eds.) *The Upper Paraná River and its Floodplain: Physical Aspects, Ecology and Conservation.* Leiden, Netherlands. BackhuysPublishers, p. 145-190, 2004.

LUCINDA I. **Composição de Rotifera em corpos d'água da bacia do Rio Tietê – São Paulo, Brasil.** Dissertação de Mestrado, UFSCar, São Carlos. 199 pp. 2003

PERBERICHE-NEVES, G., JÚNIOR, M.S. **Zooplâncton de um trecho do rio Laranjinha (bacia do rio paranapanema), estado do Paraná, Brasil.** Estud. Biol. 2007, 257-268

PERBERICHE-NEVES, G., PORTINHO, J.L., JÚNIOR, M.S. **Zooplâncton. Estudos Biológicos.** Ambiente Divers. Jul./dez., 34(83), 165-174. 2012.

MCKINNEY, M. L. **Urbanization as a major cause of biotic homogenization.** Biological Conservation. v. 3, p. 247-260, Jan. 2006.

PAGGI J.C. In **Crustacea Cladocera, Lopretto EC, Tell G (eds). Ecosistemas de aguas continentales. metodologías para su estudio:** Sur, La Plata; 3: 909-951p 1995.

SIEMENSMA F. 2014. **Microworld – world of amoeboidorganism.** Disponível em www.arcella.nl.

SOUZA, Maria Beatriz Gomes. **Guia das tecamebas – Bacia do Rio Peruaçu – Minas Gerais: Subsídio para conservação e monitoramento da bacia do rio São Francisco.** Belo Horizonte:Editora UFMG, 2008.

TUNDISI, J. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 2008. **Limnologia. Oficina de textos.** São Paulo, 631 p.

RICKLEFS, Robert. **A Economia da Natureza.** Rio de Janeiro: GuanabaraKoogan, 2010. 6^a Ed.546 p.

VELHO, Luiz Felipe Machado; LANSAC-TÔHA, Fábio Amodêo. A Teoria dos Refúgios. In: LANSAC-TÔHA, Fábio Amodêo; BENEDITO, Evanilde; OLIVEIRA, Edson Fontes. **Contribuições da História da Ciência e das Teorias Ecológicas para a Limnologia.** Maringá, Editora da Universidade Estadual de Maringá, p.385-396, 2009.

CAPÍTULO 17

FATORES FÍSICOS E ATRIBUTOS FLORAIS AFETAM A PRODUÇÃO DE NÉCTAR?

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Jefferson Thiago Souza

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de

Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu-CE

<http://lattes.cnpq.br/5589855068988374>

Sabrina Silva Oliveira

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu-CE

<http://lattes.cnpq.br/3727983781129553>

Ana Carolina Sabino de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco -
UFRPE

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/8086954389063414>

Fernanda Fernandes da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco -
UFRPE

Recife-PE

<http://lattes.cnpq.br/3145354892668354>

Mikael Alves de Castro

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu-CE

<http://lattes.cnpq.br/7376147239040908>

Mychelle de Sousa Fernandes

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu-CE

<http://lattes.cnpq.br/2482648379638505>

RESUMO: Alguns parâmetros físicos do ambiente, como temperatura, precipitação, umidade, podem influenciar em diferentes aspectos biológicos, como a produção de néctar nas flores. A produção deste recurso, como também os atributos florais, estão relacionados a interações ecológicas importantes, como a polinização, dessa forma, se a influência das características físicas for negativa, pode afetar a guilda de visitantes florais. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi investigar se há relação entre fatores como temperatura e luminosidade e os atributos morfométricos na produção de néctar em uma espécie da caatinga. O estudo foi realizado nas bacias experimentais de Iguatu, Ceará, Brasil, com clima do tipo BSw'h' de acordo com a classificação de Koppen. A área é um fragmento de caatinga conservada, onde a vegetação nativa é mantida a cerca de 40 anos. Para a coleta de dados, foram utilizados 20 indivíduos de *Ruellia asperula* (Mart. Ex Ness) Lindau,

pertencente à família Acanthaceae, sendo que 10 estavam expostos ao sol e 10 em ambiente sombreado. Nesses indivíduos, foram mensurados a quantidade de néctar produzida por uma flor, comprimentos das anteras, do estilete e da corola. Além disso, foram coletados dados de temperatura na flor, no solo e na atmosfera, e de intensidade de luminosidade. Os dados foram analisados por meio da Análise de Variância Multivariada, com modelos lineares generalizados (GLM/MANOVA). Os resultados demonstraram que as condições de sombra e sol não foram determinantes na produção de néctar, bem como as diferentes temperaturas e a luminosidade também não apresentaram influência na produção desse recurso. Assim, as tendências encontradas sugerem que não há relação dos aspectos físicos do ambiente e os atributos florais na produção de néctar. No entanto, é necessário fazer outras investigações com maior abrangência de tempo de coleta e maior amostragem para entender melhor sobre essa questão.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos florais; *Ruellia asperula*; Temperatura; Luminosidade.

PHYSICAL FACTORS AND FLORAL ATTRIBUTES AFFECT NECTAR PRODUCTION?

ABSTRACT: Some physical parameters of the environment, such as temperature, humidity, can influence different biological aspects, such as the production of flowers nearby. The production of this resource, as well as the floral attributes, are related to important ecological interactions, such as pollination, so, if the influence of physical characteristics is negative, it can affect the guild of floral visitors. Therefore, the objective of this research was to investigate whether there is a relationship between factors such as temperature and luminosity and the morphometric attributes in the production of nectar in a species of the caatinga. The study was carried out in the experimental basins of Iguatu, Ceará, Brazil, with a BSw'h 'climate according to the Koppen classification. The area is a conserved caatinga fragment, where native vegetation has been maintained for about 40 years. For data collection, 20 individuals of *Ruellia asperula* (Mart. Ex Ness) Lindau, belonging to the family Acanthaceae, were used, 10 of whom were exposed to the sun and 10 in a shaded environment. In these individuals, the amount of nectar produced by a flower, lengths of anthers, stylet and corolla were measured. In addition, temperature data were collected on the flower, soil and atmosphere, and light intensity. Data were analyzed using Multivariate Analysis of Variance, using generalized linear models (GLM / MANOVA). The results showed that the conditions of shade and sun were not determinant in the production of nectar, as well as the different temperatures and the luminosity also had no influence on the production of this resource. Thus, the trends found suggest that there is no relationship between the physical aspects of the environment and the floral attributes in the production of nectar. However, it is necessary to carry out further investigations with a wider scope of collection time and greater sampling to better understand this issue.

KEYWORDS: Floral resources; *Ruellia asperula*; Temperature; luminosity.

1 | INTRODUÇÃO

Os diferentes parâmetros ambientais como local, horário, idade, temperatura, umidade, entre outros fatores, bem como atividades de forrageamento, são fatores que afetam a produção de néctar floral (MACHADO; SEMIR, 2006; PACINI; NEPI, 2007), porém, os trabalhos que estudam a relação destes fatores com a produção de néctar ainda são escassos (MACHADO; SEMIR, 2006, KRÖMER *et al.*, 2008). Buscar entender como plantas de ambiente como o de caatinga se comportam quando ocorre alterações nesses fatores, trazem informações relevantes no entendimento da reprodução das espécies.

As mudanças dos atributos físicos no ambiente pode ser um dos motivos responsáveis por alterar a produção de néctar nas flores, e como consequência, diminuir a guilda de visitantes florais devido a uma baixa oferta de recursos. As oscilações nos fatores ambientais, bem como a quantidade de flores no local durante o dia, quando associados à produção de néctar nas flores, podem comprometer a intensidade de forrageamento (SILVA, 2013). A intensidade da luminosidade e a quantidade de água disponível podem ser outros fatores capazes de alterar a produção de néctar. Quando há uma redução de incidência luminosa no local, as flores tendem a diminuir a taxa deste recurso, como encontrado por Boose (1997).

Os atributos florais são outros caracteres que podem influenciar na atração dos visitantes. Estudos de volume de néctar com *Hylocereae* e *Rhipsalideae* (Cactaceae) por exemplo, mostram que o tamanho da flor está diretamente ligado com a produção de néctar, ou seja, quanto maior a flor, maior será o volume de néctar (ALMEIDA; COSTA-SÁNCHEZ; PAOLI, 2013). Em *Ruellia asperula* (Mart. ex Ness) Lindau, ainda não se sabe se o mesmo padrão é seguido, precisando de estudos que possam obter tais respostas.

Em busca de entender como isso ocorre em plantas da Caatinga, partimos de um questionamento central: Atributos florais e fatores físicos afetam na quantidade de néctar de uma espécie arbustiva da Caatinga? Dessa forma, objetivamos entender se há relação entre fatores físicos, como a temperatura e luminosidade, e os atributos morfométricos da espécie *Ruellia asperula* no que diz respeito a quantidade de néctar produzido pelas flores.

2 | METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado numa área pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Iguatu, localizada na região Centro-sul do Ceará , entre as coordenadas geográficas 6°23'38" e 6°23'58" S e 39°15'21" e 39°15'38" W (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2016). O clima local é do tipo BSw'h' de acordo com

a classificação de Koppen com precipitação média anual de 805,3 mm concentrada entre fevereiro e abril segundo dados do IPECE (2017). O solo da microbacia foi classificado como Vertissolo Ebânico Carbonático Típico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A área é caracterizada pela divisão em três microbacias submetidas a diferentes manejos (RIBEIRO FILHO et al., 2016), sendo estes: Caatinga alterada pelo desmatamento, queima e plantio da espécie empregada na alimentação animal *Andropogon gayanus* Kunt (DQP); Caatinga Raleada (CR); e Caatinga conservada (CC).

A coleta dos dados foi realizada somente na microbacia Conservada, onde a vegetação nativa se mantém conservada há cerca de 40 anos, como relatado por moradores de comunidades próximas, testemunhando um ambiente de condição natural de caatinga (SOUSA, 2016) (Figura 1). No entanto, pode ser notada a exploração não autorizada da madeira por parte da população que vive em áreas próximas (ALVES, 2008).

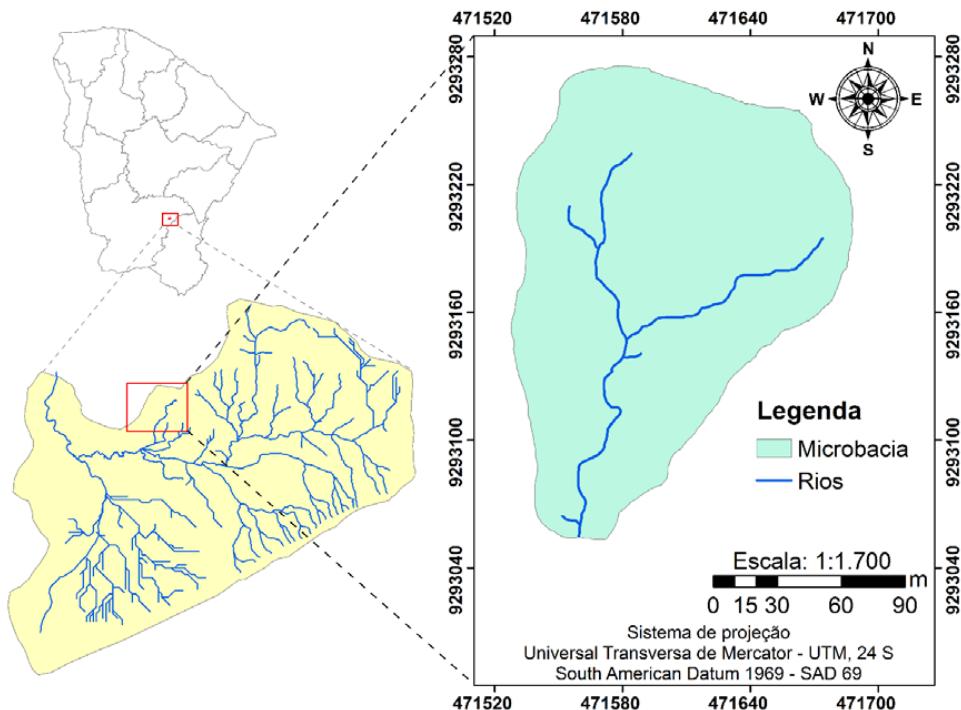


Figura 1: Localização da área de estudo no município de Iguatu-Ce.

Fonte: (MOURA, 2016).

Espécie estudada

A espécie utilizada como modelo neste trabalho foi a *Ruellia asperula*, nativa do Brasil, que ocorre principalmente na região Nordeste do país (FLORA DO BRASIL, 2020). A espécie pertence à família Acanthaceae e a partir do mês de julho inicia sua floração exibindo inflorescências compostas por várias flores tubulares de coloração vermelha (Figura 2) (RCPOL, 2020). As flores abrem-se durante o dia e apresentam estruturas reprodutivas masculinas e femininas, sendo polinizadas principalmente por aves que procuram por néctar, principal recurso oferecido (RCPOL, 2020).

Ainda sobre a polinização das flores, a morfologia floral apresentada pressupõe que

pássaros de bico comprido e fino, como os beija-flores, sejam capazes de acessar o néctar ao tempo que contactam as anteras com a região frontal da cabeça, onde os grãos de pólen são depositados e transportados para outras flores (TRIPP; MANOS, 2008). *R. asperula* é popularmente conhecida por ‘melosa-vermelha’ (RCPOL, 2020) e apesar de algumas fontes afirmarem que as flores dessa espécie não exalam odor, durante a realização do estudo foi possível perceber um aroma característico nas flores (observação dos autores).



Figura 2: Inflorescência de *Ruellia asperula* (Mart. ex Ness) Lindau

Amostragem

Para a coleta de dados foram utilizados 20 indivíduos de *R. asperula*, sendo que 10 estavam expostos ao sol e os outros 10 em ambiente sombreado. Para mensurar a quantidade de néctar utilizou-se uma flor por indivíduo, totalizando 20 flores (10 flores para cada condição - sombra/sol). O néctar foi mensurado com papel filtro recortado em formato triangular introduzido até a base da corola onde permanecia por um minuto cronometrado. Após o tempo de um minuto, o papel era retirado e a área molhada com o néctar era marcada com caneta esferográfica para serem calculadas posteriormente. As flores foram coletadas e levada para laboratório, onde foi realizada as seguintes medições: comprimento das anteras, do estilete e da corola de todas as flores.

Em campo foram medidos ainda a altura e o diâmetro da base do caule da planta, e alguns fatores físicos como temperatura e luminosidade. Em relação a temperatura, esta foi mensurada na flor, no solo e da atmosfera com o auxílio de uma pistola termômetro laser. Para a medição da intensidade luminosa que incidia e a que era refletida pela superfície da planta foi usado o aplicativo para Android e iOS, Luxímetro.

Análise de dados

Para verificar o efeito das variáveis na produção de néctar, foram realizadas análises quantitativas, com a verificação da normalidade e homogeneidade das variâncias feita

através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, como também foi usado a Análise de Variância Multivariada, com modelos lineares generalizados (GLM/MANOVA). Todos os testes foram feitos usando o pacote Statistica 7.0.

3 | RESULTADOS

A condição de sol e sombra não foi um fator determinante para a quantidade de néctar produzido nas flores uma vez que esta diferença encontrada não foi significativa. Em relação às temperaturas da flor, do solo e da atmosfera e a quantidade de néctar coletado, os resultados também mostraram que não existe correlação destas variáveis na produção do néctar, sendo que flores de temperaturas tanto altas quanto baixas apresentaram uma variação na quantidade de néctar coletado e em algumas situações algumas flores não apresentaram néctar durante a coleta (Gráfico 1). O mesmo se aplica à incidência e reflexão de luz sobre as plantas, que também não se mostrou como fator influenciador na produção do recurso.

Quanto às características morfométricas das flores e a produção de néctar não ocorreu associação, sendo possível perceber que a quantidade de néctar é variável tanto para as flores com estruturas maiores quanto para flores com estruturas menores, aqui também algumas flores não apresentaram néctar.

A biometria das plantas também não mostrou relação com os valores de néctar encontrados. Tanto plantas com alturas e diâmetros do caule menores quanto àquelas com medidas maiores mostraram néctar em quantidades variáveis.

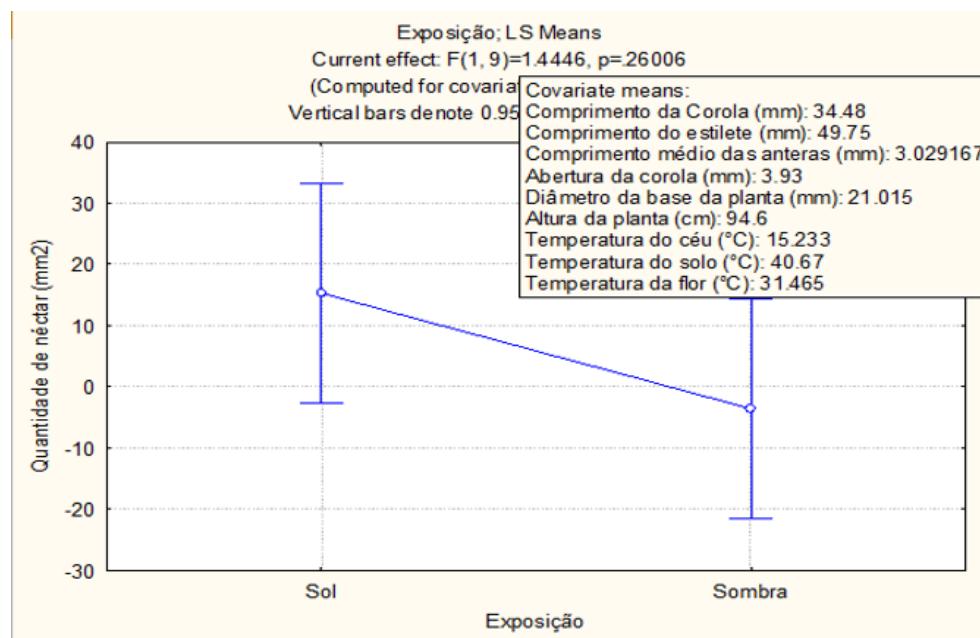


Gráfico 1: Quantidade de néctar produzido por *Ruellia asperula* nas diferentes exposições (sol e sombra).

4 | DISCUSSÃO

Nossos resultados apontaram para a ocorrência de um mesmo padrão na produção de néctar de flores expostas ao sol e sombra em *Ruellia asperula* Lindau, bem como a não existência de uma correlação entre a temperatura, características morfométricas como comprimento da corola e estilete e biometria dos indivíduos de *R. asperula* na produção deste recurso.

Sobre a produção natural de néctar em *Ruellia asperula*, Machado e Sazima (1995) afirmam que esta é baixa, se comparada à outras plantas ornitófilas que possuem uma alta produção de recurso (BUZATO *et al.*, 2000). Sigrist e Sazima (2002) em seu estudo com *Ruellia brevifolia* (Pohl) Ezcurra (Acanthaceae), destacaram que beija-flores eram mais observados em agrupamentos de indivíduos no pico de floração, ou seja, com grande quantidade de flores e recurso, sugerindo ser um fator importante na atração dos polinizadores.

Com relação à produção de néctar em diferentes exposições à luz, alguns estudos como o de Lenzi *et al.* (2006) que tinha como objetivo investigar o efeito da intensidade luminosa em uma espécie herbácea, sugere que a exposição à luminosidade tem influência nesta produção. Boose (1997), em dos seus trabalhos encontrou que a redução na taxa de luminosidade do ambiente provoca a diminuição nos valores de néctar produzido. Porém, neste estudo, a luminosidade dos ambientes investigados não apresentou diferença com relação ao volume de recurso oferecido.

Sobre a relação entre temperatura e produção de néctar, apesar de nossos resultados não mostraram associação entre estas variáveis, estudos como o de Brito (2019) mostram que a produção é acentuada em temperaturas mais baixas. Este autor também afirma que tal achado pode estar relacionado com a umidade relativa, mas que já se apresenta como um indicativo da influência da temperatura na secreção de substância pelas flores. Porém, apesar deste padrão não ter sido encontrado neste estudo, tanto a escassez de chuvas como a baixa umidade relativa do ar podem interferir de forma negativa na produção de néctar (NICODEMO *et al.*, 2007), sendo estas características presentes em ambientes de caatinga (NIMER, 1972).

Essa variação na produção de néctar se relaciona com a coleta pelos visitantes, uma vez que o recurso é retirado várias plantas possuem estratégias diferentes para repor ou não, dependendo do horário (PEREIRA, 2008), e a concentração do néctar também variável a depender da necessidade pelos polinizadores (SCHMIDT-LEBUHN, 2007; MACHADO, 2009). Faria e Araújo (2010) em estudo com *Ruellia angustiflora* encontrou que a produção do néctar aumenta pela manhã com taxas decrescentes durante o resto do dia.

No tocante às relações entre morfometria floral e produção de recurso, ao contrário do esperado por Opler (1983), este estudo não encontrou uma relação entre estas variáveis.

Faria (2007), por outro lado, em seu estudo com espécies ornitófilas, também não encontrou relação entre o comprimento da corola e o volume de néctar nos indivíduos. Parte disto pode ser devido ao fato da corola não ter apenas a função de produção e armazenamento do néctar, mas também de seleção, atratividade e orientação dos visitantes florais (SMITH *et al.*, 1996). Porém essa relação entre a morfometria e produção de néctar pode existir quando a flor apresenta estrutura cleistógama, ou seja, ocorre uma redução dos tecidos florais para eliminar gastos energéticos para uma maior produção de néctar principalmente em ambiente com escassez hídrica como encontrado por Lima et al (2005).

5 | CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste trabalho sugerem que não houve relação entre os fatores físicos analisados e a quantidade de néctar produzida pelas flores de *Ruellia asperula*. O mesmo ocorre para o tamanho dos atributos florais que também não mostraram associação com a quantidade de néctar coletado. No entanto, é importante ressaltar que algumas limitações como o horário avançado da coleta dos dados, podendo já estar ocorrendo visitas às flores, associado ao número amostral baixo podem ter influenciado nos resultados obtidos.

Dessa forma, sugerimos que estudos mais abrangentes quanto ao horário de coleta e ao número de amostras sejam realizados com essa espécie e outras da Caatinga, para contribuir no entendimento da relação dos aspectos ambientais e a produção de recursos florais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. J.G.; COTA-SÁNCHEZ, J. H.; PAOLI, A. A.S.. **The systematic significance of floral morphology, nectaries, and nectar concentration in epiphytic cacti of tribes Hylocereeae and Rhipsalideae (Cactaceae)**. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, v. 15, n. 5, p. 255-268, 2013.
- ALVES, N. N. L.. **Caracterização de micro-bacia hidrográfica experimental no semi-árido brasileiro como suporte a estudos de degradação**. Tese de mestrado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. 2008.
- BOOSE, D. L. **Fontes de variação na taxa de produção de néctar floral em *Epilobium canum* (Onagraceae): implicações para a seleção natural**. Oecologia, v. 110, n. 4, p. 493-500, 1997.
- BRITO, T. A. **O néctar na cultura da framboesa em estufa: extração pelas abelhas**. Tese de Doutorado, UNIVERSIDADE DO ALGARVE Faculdade de Ciências e Tecnologia. 2019.
- BUZATO, S.; SAZIMA, M.; SAZIMA, I. **Hummingbird-Pollinated Floras at Three Atlantic Forest Sites 1**. Biotropica, v. 32, n. 4b, p. 824-841, 2000.
- CEARÁ, Governo do Estado. **IPECE-Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Secretaria de Planejamento e Gestão Ceará em mapas**. 2007.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro. 2^a ed., 2006, 306 p.

FARIA R. R.; ARAUJO, A. C. **Pollination ecology of Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo (Acanthaceae) in the Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brazil**. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, v. 205, n. 2, p. 106-111. 2010.

FREITAS, L. et al. **Nectar features in Esterhazya macrodonta, a hummingbird-pollinated Scrophulariaceae in southeastern Brazil**. Journal of Plant Research, v. 114, n. 1114, p. 187-191, 2001.

KRÖMER, T.; KESSLER, M.; LOHAUS, G.; SCHMIDT-LEBUHN, A. N. **Nectar sugar composition and concentration in relation to pollination syndromes in Bromeliaceae**. Plant Biology, v. 10, p.502- 511. 2008.

LEAL, G. C.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. **Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Botânica, v. 29, n. 3, p.379-389, 2006.

LENZI, M.; MATOS, J. Z.; ORTH, A. I. **Morphological and reproductive variation of Aechmea lindenii (E. Morren) Baker var. lindenii (Bromeliaceae)**. Acta Botanica Brasílica, v. 20, n. 2, p. 487-500, 2006.

LIMA, N. A., VIEIRA, M. F., CARVALHO-OKANO, R. M. D., AZEVEDO, A. A. **Cleistogamia em Ruellia menthoides (Nees) Hiern e R. brevifolia (Pohl) C. Ezcurra (Acanthaceae) em fragmento florestal do Sudeste brasileiro**. Acta Botanica Brasílica, v. 19, n. 3, p. 443-449. 2005.

MACHADO, C. G. **Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Zoologia, v. 26, n. 2. 2009.

MACHADO, C. G.; SEMIR, J. **Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste Brasileiro**. Revista Brasileira de Botânica, v.29, p.163-174, 2006.

MACHADO, I. C.; SAZIMA, M. **Biologia da polinização e pilhagem por beija-flores em Ruellia aspérula Lindau (Acanthaceae) na Caatinga, nordeste brasileiro**. Revista Brasileira de Botânica, v. 18, n. 1, p. 27-33, 1995.

MOURA, M. M. S.; COSTA, G.B. R.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO NETO, J. R.; BRASIL, J. B.. **Produção de serapilheira e suas frações em área da Caatinga no Semiárido Tropical**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 3, n. 5, p. 199-208, 2016.

NICODEMO, D. et al. **Biologia floral em moranga (Cucurbita maxima Duch. var “Exposição”)**. Acta Sci. Agron. v. 29, p. 611-616, 2007.

NIMER, E. **Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica**. Revista Brasileira de Geografia, v. 34, n. 1, p. 3-51, 1972.

OPLER, P. A. **Nectar production in a tropical ecosystem**. The biology of nectaries, p. 30-79, 1983.

PACINI, E.; NEPI, M. **Nectar production and presentation**. In: Nectaries and nectar. Springer, Dordrecht, 2007. p. 167-214.

PALÁCIO, H. A. Q et al. **Dinâmica sazonal da produção de biomassa herbácea em área de gramínea no semiárido do Brasil**. Conexões-Ciência e Tecnologia, v. 13, n. 5, p. 99-104, 2019.

PEREIRA, D. S. **Estudo do potencial de produção de néctar da jitirana branca (Merremia aegyptia) em área de Caatinga no sertão central em Quixeramobim-CE**. Tese de mestrado, UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO-UFERSA. 2008.

Rede de catálogos polínicos online. Disponível em: <<http://chaves.rcpol.org.br/>>. acesso em: 05 de julho de 2020.

RIBEIRO FILHO, J. C. et al. **Produtividade de fitomassa herbácea em diferentes manejos no semiárido cearense.** Revista Agro@mbiente On-line, v. 9, n. 4, p. 386-396, 2016.

Ruellia in **Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15363>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

SCHMIDT-LEBUHN, A. N.; SCHVERDTFEGER, M.; KESSLER, M.; LOHAUS, G. **Phylogenetic constraints vs. ecology in the nectar composition of Acanthaceae.** Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, v. 202, n. 1, p. 62-69, 2007.

SCROK, G. J.; VARASSIN, I. G. **Reproductive biology and pollination of Aechmea distichantha Lem. (Bromeliaceae).** Acta Botanica Brasiliensis, v. 25, n. 3, p. 571-576, 2011.

SIGRIST, M. R.; SAZIMA, M.. **Ruellia brevifolia (Pohl) Ezcurra (Acanthaceae): fenologia da floração, biologia da polinização e reprodução.** Brazilian Journal of Botany, v. 25, n. 1, p. 35-42, 2002.

SILVA, K. N.; DUTRA, J. C. S.; NUCCI, M. POLATTO, L. P.. **Influência dos fatores ambientais e da quantidade de néctar na atividade de forrageio de abelhas em flores de Adenocalymma bracteatum (Cham.) DC.(Bignoniaceae).** EntomoBrasilis, v. 6, n. 3, p. 193-201, 2013.

SMITH, C. E. S., J. T., TEMELES, E. J.; EWALD, P. W.; HEBERT, R. J.; BONKOVSKY, R. L. **Effect of floral orifice width and shape on hummingbird-flower interactions.** Oecologia, v. 106, n. 4, p. 482-492, 1996.

SOUSA, M. M. M.; RIBEIRO-FILHO, J. C.; SANTOS, J. C. N.; BRASIL, J. B.; BATISTA, F. J. A.. **Influência do manejo da vegetação em microbacias hidrográficas e suas respostas hidrossedimentológicas.** REVISTA EQUADOR, v. 5, n. 4, p. 43-55, 2016.

TRIPP, E. A.; MANOS, P. S. **Is floral specialization an evolutionary dead-end? Pollination system transitions in Ruellia (Acanthaceae).** Evolution: International Journal of Organic Evolution, v. 62, n. 7, p. 1712-1737, 2008.

PLANTAS DE INTERESSE PARA A CONSERVAÇÃO NA PORÇÃO SUPERIOR DA BACIA DO RIO SANTO ANTÔNIO - LESTE DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 25/05/2020

Pablo Burkowski Meyer
Belo Horizonte, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/6522463605827271>

Aline Silva Quaresma
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará - campus Jaguaribe
Jaguaribe, Ceará.
<http://lattes.cnpq.br/4354739334115437>

Caetano Troncoso Oliveira
Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
<http://lattes.cnpq.br/6393276455252526>

Victor Teixeira Giorni
Belo Horizonte, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/9524425783707461>

Laís Ferreira Jales
Belo Horizonte, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/7262633110716010>

Maria José Reis da Rocha
Universidade do Estado de Minas Gerais
Ibirité, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/1560626211692373>

Ana Elisa Brina
Belo Horizonte, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/1794799043368428>

Alexandre Gomes Damasceno
Nova Lima, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/5153136011554860>

Ana Cristina Silva Amoroso Anastacio

Nova Lima, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3294545482725884>

Marília Silva Mendes

Belo Horizonte, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9875307534060500>

RESUMO: A Cadeia do Espinhaço, localizada em Minas Gerais e Bahia, possui influência florística e fitofisionômica da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, e destaca-se por ser uma região de elevada biodiversidade. Acima dos 900 metros de altitude os campos rupestres são a principal fitofisionomia encontrada. O Alto rio Santo Antônio situado na porção leste do Espinhaço Meridional em Minas Gerais, é marcado por um contraste de fisionomias e expressiva riqueza florística. De acordo com o Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação do MMA esta área é de alta importância para a preservação. Tendo em vista a escassez e a necessidade de estudos na região para conhecimento da flora, este trabalho teve como objetivo o levantamento florístico, com ênfase nas espécies de maior interesse para conservação. As expedições de campo foram realizadas entre 2013 e 2017, abrangendo as estações seca e chuvosa. O material coletado

está depositado no Herbário BHCB. Foram registradas 58 espécies de interesse para a conservação da flora dos campos rupestres, agrupadas em 23 famílias. As famílias com maior número de táxons foram Asteraceae (11 espécies), Velloziaceae (oito), Bromeliaceae (seis), Orchidaceae (quatro), Melastomataceae e Orobanchaceae (três espécies cada). Duas tiveram a área de distribuição ampliada, *Dyckia concepcionensis* e *Encholirium pulchrum*, e outras duas são inéditas para a ciência, *Mezilaurus sp.* e *Lychnophora sp.* Dentre os táxons estudados 29 fazem parte da lista de espécies ameaçadas do CNCFlora, 33 estão na lista das espécies ameaçadas de Minas Gerais e 16 constam no livro de Plantas Raras do Brasil. *Lychnophora albertinioides* foi redescoberta, pois não havia sido coletada desde o século XIX e *Heterocoma albida* teve sua distribuição geográfica ampliada. Os resultados apresentados evidenciam a necessidade de levantamentos florísticos e a utilização destes dados para subsidiar ações de conservação na Cadeia do Espinhaço e na bacia do rio Santo Antônio.

PALAVRAS-CHAVE: Campos rupestres, canga, endemismo, espécies raras, florística.

PLANTS OF CONSERVATION INTEREST IN THE UPPER PORTION OF RIO SANTO ANTÔNIO BAY - EASTERN PORTION OF THE ESPINHAÇO MERIDIONAL

ABSTRACT: The Espinhaço Range, located in Minas Gerais and Bahia, has a floristic and phytophysiognomy influence from the Caatinga, Cerrado and Atlantic Forest, and stands out for its elevated biodiversity. Above 900 meters the *campos rupestres* are the main physiognomy. The high portion of the Santo Antônio river, located in the eastern portion of Espinhaço Meridional in Minas Gerais, is marked by a contrast of physiognomies and expressive floristic richness. According to the Environmental Ministry' Map of Priority Areas for Conservation this area is of high importance for preservation. Because of the shortage and the need for floristic studies in the region, this work aimed to survey the flora, with an emphasis on species of greatest interest for conservation. Field expeditions were carried out between 2013 and 2017, covering the dry and rainy seasons. The collected material is deposited at the BHCB Herbarium. It was registered 58 species of interest for the conservation of the *campos rupestres* flora, grouped into 23 families. The families with the highest number of taxa were Asteraceae (11 species), Velloziaceae (eight), Bromeliaceae (six), Orchidaceae (four), Melastomataceae and Orobanchaceae (three species each). Two had the area of distribution expanded, *Dyckia concepcionensis* and *Encholirium pulchrum*, and two others are yet to be published, *Mezilaurus sp.* and *Lychnophora sp.* Among the studied taxa, 29 belong to Brazil's list of threatened species, 33 are in the list of threatened species of Minas Gerais state and 16 are rare plants in the country. *Lychnophora albertinioides* was rediscovered, as it had not been collected since the 19th century and *Heterocoma albida* had its geographic distribution expanded. The results presented show the need for floristic surveys and the use of these data to support conservation actions in the Espinhaço Range and in the Santo Antônio River basin.

KEYWORDS: Endemism, floristic, rare species, rocky outcrops, rupestrian ferruginous fields.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre as áreas mais biodiversas do Brasil, destaca-se a Cadeia do Espinhaço, uma cadeia montanhosa que se estende desde as serras de Ouro Branco, em Minas Gerais até Jacobina, na Bahia (GIULIETTI *et al.*, 1997; HARLEY, 1995). A Serra do Espinhaço é considerada uma das regiões de maior diversidade florística da América do Sul (HARLEY, 1995; GIULIETTI *et al.*, 1997), com mais de 30% de endemismo em sua flora (GIULIETTI *et al.*, 1987, RAPINI *et al.*, 2008). A cota altimétrica varia entre 700 e 2000 metros e, acima de 900 m, os campos rupestres predominam na constituição da paisagem (HARLEY, 1995).

Em algumas porções do Espinhaço são encontrados campos rupestres ferruginosos, os quais estão entre as fitofisionomias mais ameaçadas de Minas Gerais, por geralmente estarem associados a importantes jazidas de minério de ferro (JACOBI & CARMO, 2008). Em Minas Gerais destaca-se a ocorrência de três geossistemas ferruginosos: o Quadrilátero Ferrífero, o Vale do rio Peixe Bravo e a bacia do rio Santo Antônio (SOUZA & CARMO, 2015).

Parte da bacia do rio Santo Antônio está localizada na porção leste da Serra do Cipó, que por sua vez, localiza-se no Espinhaço Meridional. Esta região é marcada por um grande contraste de fitofisionomias e abriga elevada biodiversidade (GIULIETTI *et al.*, 1987; MESSIAS & CARMO, 2015). De acordo com Scolforo & Carvalho (2006); Ribeiro *et al.*, (2009) as montanhas e encostas do leste da Serra do Cipó representam um limite abrupto entre os domínios da Mata Atlântica a leste, e do Cerrado a oeste, os quais diferem principalmente em relação aos tipos de solo e umidade. Segundo Coura (2006), Ribeiro *et al.* (2009), Santos (2009), Santos *et al.* (2011) fatores edáficos inerentes à porção leste da Serra do Cipó permitem o crescimento de florestas características da Mata Atlântica. Giulietti *et al.* (1987), ao sintetizarem os levantamentos florísticos realizados na Serra do Cipó, já haviam caracterizado as vertentes orientais como afins a este bioma.

Os inventários florísticos realizados na Cadeia do Espinhaço ressaltam a elevada diversidade beta dos campos rupestres e a alta taxa de espécies endêmicas, as quais muitas vezes são representadas por pequenas populações que, por estarem mais vulneráveis a eventos estocásticos, necessitam de proteção especial (RAPINI *et al.*, 2008). Este autor afirma ainda que espécies raras podem contribuir de maneira significativa para o funcionamento das comunidades e, consequentemente, para a manutenção de sua biodiversidade. Neste sentido, estudos voltados para táxons endêmicos e microendêmicos podem fornecer dados importantes para a elaboração de planos de manejo integrado, os quais serão úteis para a conservação da biodiversidade dos campos rupestres, mesmo fora das unidades de conservação (RAPINI *et al.*, 2008).

De acordo com Rapini *et al.* (2008); Ribeiro *et al.*, (2009) e Messias & Carmo (2015), a diversidade específica e de formas de vida que ocorrem nos campos rupestres quartzíticos

e ferruginosos variam de acordo com os microambientes. Dessa forma, ao mesmo tempo em que estas fitofisionomias são igualmente importantes em termos de diversidade, não são equivalentes quanto a sua composição florística (RAPINI *et al.*, 2008). Portanto, as estratégias de conservação para estas áreas não devem se restringir à criação de reservas pontuais. São necessárias estratégias abrangentes, capazes de proteger os campos rupestres em toda sua extensão e de maneira permanente (RAPINI *et al.*, 2008). Tais estratégias devem envolver o uso sustentável dessas áreas, incentivo à realização de inventários biológicos e conscientização da população do entorno (BIODIVERSITAS, 2007; MMA, 2007; RAPINI *et al.*, 2008).

Dessa forma, estudos exploratórios voltados para o conhecimento da flora da bacia do rio Santo Antônio, são fundamentais para a sua conservação (RIBEIRO *et al.*, 2009). Estas pesquisas, além de ampliar o conhecimento acerca da distribuição das espécies, irão disponibilizar dados florísticos de áreas pouco exploradas, bem como registros de novos táxons e ampliação da distribuição de outros (RAPINI *et al.*, 2008). Assim, as informações geradas podem subsidiar políticas de preservação ambiental, no sentido de indicar áreas prioritárias para a conservação.

Considerando que a porção superior da Bacia do Rio Santo Antônio representa uma lacuna de conhecimento da flora do estado de Minas Gerais, este trabalho teve como objetivo o levantamento florístico, com enfoque em espécies de maior interesse para conservação.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A Serra do Cipó representa o divisor entre as bacias dos rios Doce e São Francisco, o qual coincide, em aspectos florísticos e fisionômicos, com os limites entre os Domínios Fitogeográficos da Mata Atlântica e do Cerrado (SCOLFORO & CARVALHO, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2011). Segundo estes autores a face da Serra voltada para oeste apresenta maior influência do Cerrado, enquanto na face leste predominam ambientes sob maior influência da Mata Atlântica, com muitas espécies endêmicas deste domínio. Entre os fatores relacionados às variações nas fitofisionomias de leste para oeste destacam-se a maior umidade, os solos mais profundos e as falhas nas camadas de rochas quartzíticas na face leste da Serra do Cipó (COURA 2006; SANTOS *et al.*, 2011). Dessa forma, na paisagem em questão encontram-se diversas fitofisionomias, formando um mosaico vegetacional com uma expressiva riqueza florística (SANTOS *et al.*, 2011).

Neste contexto, os campos rupestres quartzíticos, campos rupestres ferruginosos, floresta estacional semidecidual e matas ciliares se destacam por apresentarem uma vegetação peculiar acima dos 900m de altitude (Fig. 01 a 06). De acordo com Biodiversitas

(2007) e Martinelli & Moraes (2013) muitas espécies típicas desses ambientes estão ameaçadas de extinção, em razão da sua raridade intrínseca, distribuição geográfica restrita e crescente pressão antrópica.

O clima na área de estudo é do tipo Cwb de Köppen (1948), com verões chuvosos, de novembro a março, e invernos secos, de maio a setembro. A precipitação é concentrada na estação chuvosa e a média anual é de 1500 mm (SANTOS *et al.*, 2011).



Figura 1 - Campos rupestres quartzíticos na região de Serra dos Alves, MG.



Figura 2 - Campos rupestres quartzíticos na região de Itambé do Mato Dentro, MG.



Figura 3 - Campos rupestres ferruginosos na região da Serra da Serpentina, MG.



Figura 4 - Campos rupestres ferruginosos na região da Serra da Serpentina, MG.



Figura 5 - Floresta Estacional Semidecidual em encostas, na região de Conceição do Mato Dentro, MG.



Figura 6 - Mata Ciliar na região de Serra dos Alves, MG.

2.2 Delimitação da área de amostragem

A área de amostragem foi delimitada por meio de análise multicritério, com auxílio das ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG). A aplicação deste método foi possível com o cruzamento espacial de variáveis ambientais consideradas relevantes para distribuição potencial de três espécies (*Dyckia concepcionensis* O.B.C.Ribeiro & Leme, *Encholirium pulchrum* Forzza et al. e *Mezilaurus* sp. nov), que foram selecionadas para o processo de modelagem espacial por serem restritas aos campos rupestres quartzíticos e ferruginosos da porção leste do Espinhaço Meridional e possuir poucos registros de coleta. A área potencial de ocorrência dos táxons supracitados inclui, dentro da abrangência do modelo, os municípios de Alvorada de Minas, Carmésia, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim, Itabira, Itambé do Mato Dentro, Morro do Pilar, Nova Era, Passabém, Santa Maria de Itabira, Santo Antônio do Rio Abaixo, São Sebastião do Rio Preto e Serro (Fig.7).

Considerando os resultados da análise multicritério, os esforços de coleta foram direcionados para as áreas campestres, destacadas na Figura 7. Ressalta-se que parte dos campos estudados estão localizados no grande maciço de rochas quartzíticas, flanco leste do Espinhaço Meridional, nas proximidades do Parque Nacional da Serra do Cipó. Os demais são representados por disjunções de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos, imersos em uma matriz florestal.

Dessa forma, o presente estudo foi realizado na face leste da porção meridional da Cadeia do Espinhaço, mais precisamente na porção superior da bacia do rio Santo Antônio, um dos principais afluentes do rio Doce, que nasce nas proximidades da Serra Tromba D'Anta, município de Conceição do Mato Dentro e drena uma área total de 10.774 km² (IGAM, 2020).

2.3 Coleta e tratamento do material botânico

A coleta do material botânico ocorreu entre os anos de 2013 e 2017 abrangendo as estações seca e chuva.

O material coletado foi herborizado de acordo com as técnicas usuais de herborização e encontra-se depositado no herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB). A identificação dos espécimes baseou-se em chaves de identificação, literatura especializada, consulta a especialistas e ao acervo do BHCB, e comparação com material disponível em herbários virtuais, tais como o Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (INCT) e Herbário Virtual Reflora (REFLORA).

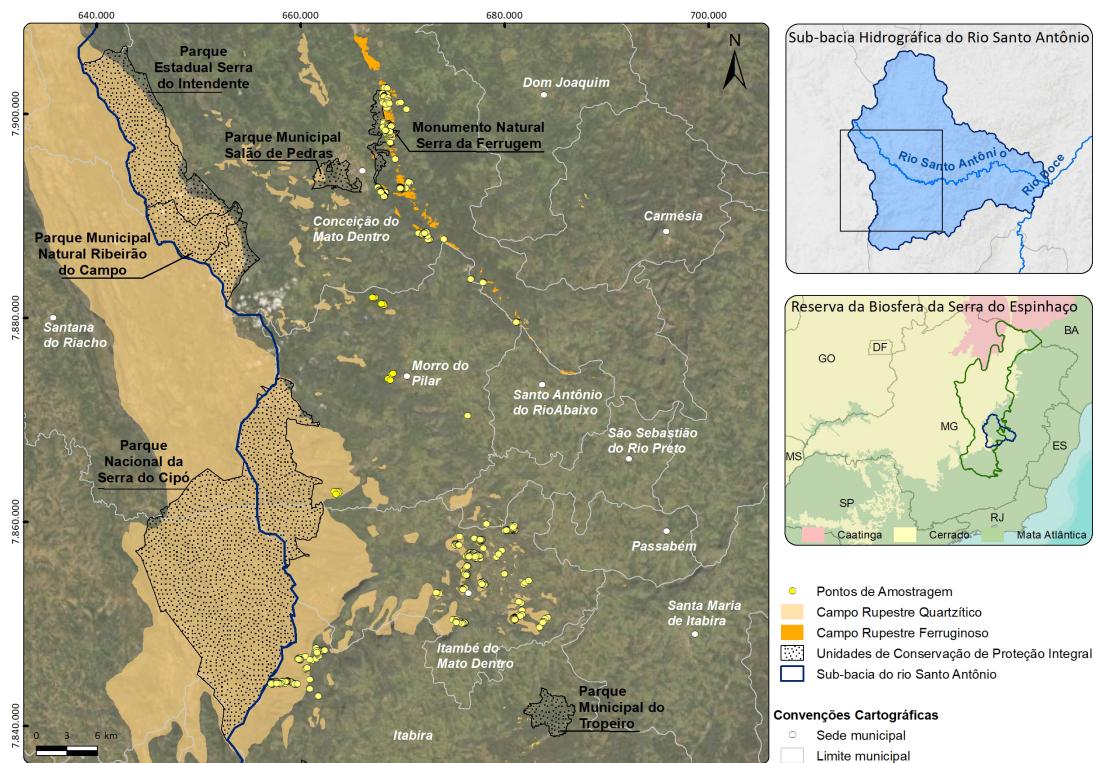


Figura 7 - Mapa de distribuição das áreas de campo rupestre quartzítico e ferruginoso amostradas na porção superior da Bacia do Rio Santo Antônio.

A classificação das famílias e gêneros seguiram a circunscrição proposta pelo APG IV (2016). A confirmação e atualização dos nomes científicos deram-se por meio de consulta à plataforma do Reflora (FLORA do BRASIL em construção, 2020).

2.4 Análise de Dados

A elaboração da lista de plantas de maior interesse para conservação teve como base a bibliografia especializada. Para tanto, o *status* de conservação dos táxons foi consultado na *Revisão das Listas das Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais* (BIODIVERSITAS, 2007) e na *Lista Vermelha da Flora do Brasil* (CNCFlora, 2020). Foram consideradas raras as espécies descritas em tal categoria no livro *Plantas Raras do Brasil* (GIULIETTI *et al.*, 2009). Em relação ao endemismo foram consideradas as espécies com distribuição geográfica conhecida restrita à bacia do rio Santo Antônio, informações disponíveis em artigos recentes, obtidas em consultas aos especialistas e/ou aos bancos de dados dos herbários virtuais citados anteriormente e do BHCB.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foram registradas 58 espécies consideradas de maior interesse para a conservação da flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, especialmente da porção meridional (Tab. 1). As 58 espécies estão distribuídas em 23 famílias botânicas (Fig. 08).

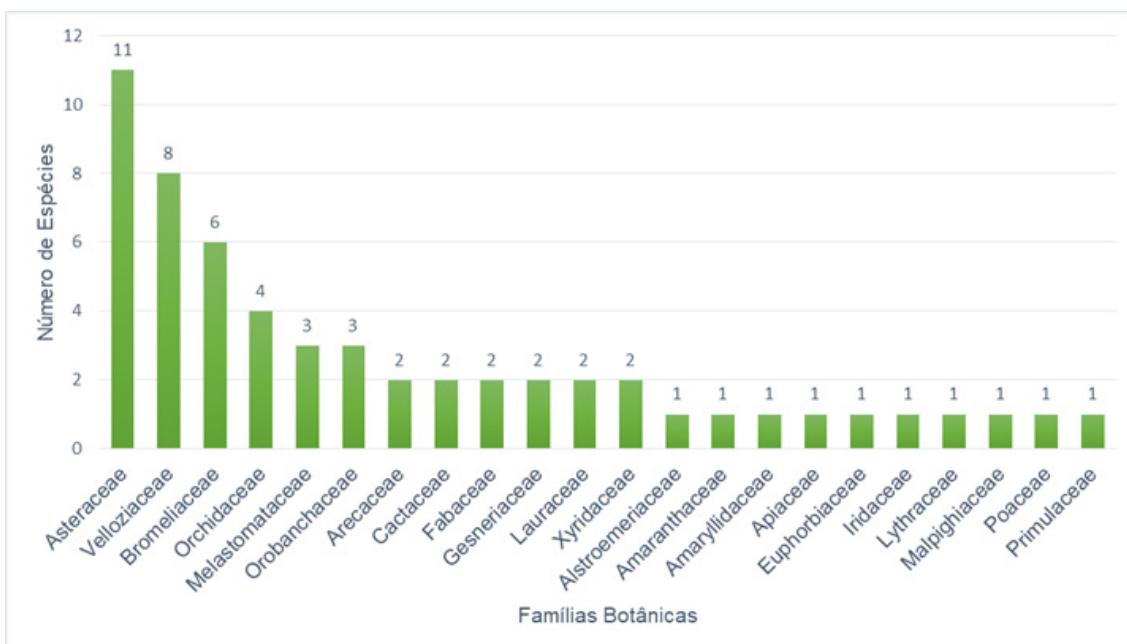


Figura 8 - Número de espécies de maior interesse para a conservação da flora dos Campos Rupestres da porção superior Bacia do Rio Santo Antônio, para cada família botânica.

As famílias que se destacaram com o maior número de espécies relevantes para a conservação em âmbito nacional e/ou estadual foram: Asteraceae (11 espécies), Velloziaceae (oito), Bromeliaceae (seis), Orchidaceae (quatro) e Melastomataceae e Orobanchaceae (três espécies cada). Destas, muitas tiveram a área de distribuição ampliada, como é o caso das bromeliáceas *Dyckia concepcionensis* O.B.C.Ribeiro & Leme e *Encholirium pulchrum* Forzza *et al.* Vale também destacar o registro de duas espécies inéditas, *Mezilaurus* sp.nov (em prep.), da família Lauraceae, e *Lychnophora* sp.nov. (em prep.), da família Asteraceae.

Asteraceae, Bromeliaceae e Orchidaceae são as três famílias com o maior número de espécies consideradas ameaçadas segundo o CNCFlora (2020). Desta forma era de se esperar que, nos campos rupestres, onde estas famílias são ricas, também seriam as com mais espécies ameaçadas.

Velloziaceae é uma família emblemática dos Campos Rupestres, ocorrendo com maior frequência nos afloramentos rochosos, onde o solo é escasso, e apresenta maior concentração de matéria orgânica (RAPINI *et al.*, 2008). Apresenta 48 espécies raras no Brasil (MELLO-SILVA, 2009), a maioria das quais ocorrendo na Cadeia do Espinhaço e regiões serranas em Goiás (SMITH & AYENSU, 1976). As áreas onde foram realizados os trabalhos de campo são coincidentes com o ambiente onde Velloziaceae é mais presente e, provavelmente por esse motivo, foi a segunda família com o maior número de espécies relevantes para a conservação no presente estudo.

Dentre as espécies registradas, destacam-se aquelas consideradas “Criticamente ameaçadas de Extinção” (CR) em âmbito nacional (CNCFlora, 2020), sendo elas: *Heterocoma albida* (DC. ex Pers.) DC., *Lychnophora albertinioides* Gardner, *Barbacenia*

glutinosa Goethart & Henrard e *Xyris platystachya* L.A.Nilsson ex Malme.

No âmbito estadual (BIODIVERSITAS, 2007) a espécie *L. albertinioides* também se enquadra na categoria CR, juntamente com *Chronopappus bifrons* (DC. ex Pers.) DC., *Pseudobrickellia angustissima* (Spreng. ex Baker) R.M.King & H.Rob., *Richterago lanata* Roque, *Eriocnema acaulis* (Cham.) Triana, *Pelexia parva* (Cogn.) Schltr., *Griffinia itambensis* Ravenna e *Lapanthus duartei* (L.B.Sm.) Louzada & Versieux

Além destas, ressalta-se a presença de outras 20 espécies “Em Perigo de extinção” e nove na categoria “Vulnerável” (CNCFlora, 2020).

Da totalidade dos táxons aqui apresentados, 14 são considerados raros de acordo com Giulietti *et al.* (2009), sendo eles *Barbacenia delicatula* L.B.Sm. & Ayensu, *Callisthene erythroclada* Warm., *Cattleya brevipedunculata* (Cogn.) Van den Berg, *Cipocereus crassisepalus* (Buining & Brederoo) Zappi & N.P.Taylor, *Diplusodon minasensis* Lourteig, *Eriocnema acaulis* (Cham.) Triana, *Esterhazya caesarea* (Cham. & Schldl.) V.C.Souza, *Lapanthus duartei* (L.B.Sm.) Louzada & Versieux, *Lavoisiera cordata* Cogn., *Lychnophora albertinioides* Gardner, *Peixotoa cipoana* C.E.Anderson, *Pfaffia minarum* Pedersen, *Vellozia gigantea* N.L.Menezes & Mello-Silva, e *Xyris platystachya* L.A.Nilsson ex Malme.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Status de Conservação	
		BR	MG
ALSTROEMERIACEAE	<i>Alstroemeria plantaginea</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.		EN
AMARANTHACEAE	<i>Pfaffia minarum</i> Pedersen	VU	VU
AMARYLLIDACEAE	<i>Griffinia itambensis</i> Ravenna	NE	CR
APIACEAE	<i>Klotzschia rhizophylla</i> Urb.	EN	
ARECACEAE	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	VU	VU
	<i>Syagrus glaucescens</i> Glaz. ex Becc.	VU	
ASTERACEAE	<i>Chronopappus bifrons</i> (DC. ex Pers.) DC.	VU	CR
	<i>Disynaphia praeficta</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	EN	
	<i>Heterocoma albida</i> (DC. ex Pers.) DC.	CR	VU
	<i>Lychnophora albertinioides</i> Gardner	CR	CR
	<i>Lychnophora</i> sp. nov. (!)		
	<i>Mikania itambana</i> Gardner	EN	
	<i>Mikania warmingii</i> Sch.Bip.	EN	VU
	<i>Paralychnophora bicolor</i> (DC.) MacLeish	EN	VU
	<i>Piptolepis ericoides</i> Sch.Bip.	NT	VU
	<i>Pseudobrickellia angustissima</i> (Spreng. ex Baker) R.M.King & H.Rob.		CR
	<i>Richterago lanata</i> Roque	EN	CR

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Status de Conservação	
		BR	MG
BROMELIACEAE	<i>Cryptanthus schwackeanus</i> Mez		VU
	<i>Dyckia concepcionensis</i> O.B.C.Ribeiro & Leme #		
	<i>Dyckia sordida</i> Baker	EN	
	<i>Encholirium pulchrum</i> Forzza et al. #		
	<i>Lapanthus duartei</i> (L.B.Sm.) Louzada & Versieux	EN	CR
CACTACEAE	<i>Vriesea oligantha</i> (Baker) Mez		VU
	<i>Cipocereus crassisepalus</i> (Buining & Brederoo) Zappi & N.P.Taylor	EN	VU
	<i>Cipocereus minensis</i> (Werderm.) Ritter	VU	
EUPHORBIACEAE	<i>Bernardia similis</i> Pax & K.Hoffm.	DD	
FABACEAE	<i>Chamaecrista mucronata</i> (Spreng.) H.S.Irwin & Barneby		VU
	<i>Inga vulpina</i> Mart. ex Benth.	VU	
	<i>Anetanthes gracilis</i> Hiern	DD	EN
GESNERIACEAE	<i>Paliavana sericiflora</i> Benth.		VU
	<i>Trimezia rupestris</i> Ravenna		VU
IRIDACEAE	<i>Mezilaurus</i> sp. nov. (!)		
	<i>Persea rufotomentosa</i> Nees & Mart.	NT	VU
LAURACEAE	<i>Diplusodon minasensis</i> Lourteig	EN	VU
LYTHRACEAE	<i>Peixotoa cipoana</i> C.E.Anderson	EN	VU
	<i>Eriocnema acaulis</i> (Cham.) Triana	EN	CR
MELASTOMATACEAE	<i>Lavoisiera cordata</i> Cogn.	VU	VU
	<i>Trembleya chamissoana</i> Naudin ex Cogn.	EN	
ORCHIDACEAE	<i>Cattleya brevipedunculata</i> (Cogn.) Van den Berg		VU
	<i>Cattleya crispata</i> (Thunb.) Van den Berg	NT	EN
	<i>Gomesa spiloptera</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	NE	EN
	<i>Pelezia parva</i> (Cogn.) Schltr.		CR
	<i>Agalinis angustifolia</i> (Mart.) D'Arcy	NT	VU
OROBANCHACEAE	<i>Esterhazyia caesarea</i> (Cham. & Schldl.) V.C.Souza	VU	EN
	<i>Physocalyx major</i> Mart.	LC	VU
POACEAE	<i>Aulonemia effusa</i> (Hack.) McClure	LC	VU
PRIMULACEAE	<i>Myrsine villosissima</i> Mart.	EN	VU

FAMÍLIA	ESPÉCIE	Status de Conservação	
		BR	MG
VELLOZIACEAE	<i>Barbacenia delicatula</i> L.B.Sm. & Ayensu	EN	EN
	<i>Barbacenia glutinosa</i> Goethart & Hennard	CR	
	<i>Vellozia asperula</i> Mart.	DD	
	<i>Vellozia epidendroides</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	EN	
	<i>Vellozia gigantea</i> N.L.Menezes & Mello-Silva	EN	EN
	<i>Vellozia glabra</i> J.C.Mikan	EN	VU
	<i>Vellozia lilacina</i> L.B.Sm. & Ayensu	EN	VU
VOCHysiaceae	<i>Vellozia patens</i> L.B.Sm. & Ayensu	EN	VU
	<i>Callisthene erythroclada</i> Warm.	VU	
XYRIDACEAE	<i>Xyris bialata</i> Malme	DD	VU
	<i>Xyris platystachya</i> L.A.Nilsson ex Malme	CR	VU

Legenda: **BR**= status de conservação em nível nacional de acordo com Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora, 2020); **MG**= status de conservação em nível estadual (Minas Gerais) de acordo com Biodiversitas (2007); **CR**= “Criticamente em Perigo”; **EN**= “Em Perigo”; **VU**= “Vulnerável”; **NT**= “Quase ameaçada”; **LC**= “menos preocupante”; **DD**= “dados insuficientes”; **NE**= “Não avaliada”; (!)= espécies novas para ciência, em processo de descrição; #= Espécie recém descrita. Espécies marcadas em negrito são citadas como “raras” de acordo com Giulietti et al. (2009).

Tabela 1 - Lista das espécies vegetais relevantes para a conservação na porção superior da bacia do rio Santo Antônio, face leste do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil.

3.1 Considerações sobre as espécies

Grifflinia itambensis Ravenna - Amaryllidaceae (Fig. 9-D)

Grifflinia itambensis foi encontrada no interior de Mata de Galeria, com presença de afloramentos rochosos no município de Morro do Pilar, no Ribeirão das Lages. Este táxon é considerado “Criticamente em Perigo” no estado de Minas Gerais, ou seja, em risco extremamente alto de extinção (BIODIVERSITAS, 2007).

Com base na pesquisa feita em herbários foram encontrados outros três registros para a região da bacia do rio Santo Antônio, todos em ambientes sombreados e com presença de afloramentos rochosos, inclusive em simpatria com *Lapanthus duartei* e *Eriocnema acaulis*. Outras ocorrências para o táxon remetem aos municípios de Santo Antônio do Itambé e São Gonçalo do Rio Preto. Visto isso, ressalta-se a importância de medidas para a proteção das Matas de Galeria ao longo da bacia.

***Chronopappus bifrons* (DC ex Pers.) DC. - Asteraceae (Fig.9-H)**

Chronopappus bifrons são arbustos ou pequenas árvores com folhas discolores e indumento lanuginoso, que ocorrem principalmente nos campos rupestres acima de 1.300 metros de altitude, na porção leste da Cadeia do Espinhaço, do município de Ouro Preto ao Serro. É uma espécie considerada “Vulnerável” (CNCFlora, 2020) devido a perda de habitat e distribuição restrita.

***Heterocoma albida* (DC. ex Pers.) DC. - Asteraceae (Fig.9-B)**

Trata-se de uma espécie arbustiva com folhas prateadas, as quais propiciam à planta um evidente contraste em relação à vegetação circundante. A maior parte dos registros desta espécie foi feita na região da RPPN Santuário do Caraça e RPPN Horto Alegria (SANTOS, 2016).

Na bacia do rio Santo Antônio a espécie foi encontrada em pequenos fragmentos disjuntos, de campos rupestres quartzíticos, na região de Itambé do Mato Dentro e Morro do Pilar, na maioria das vezes representada por poucos indivíduos isolados.

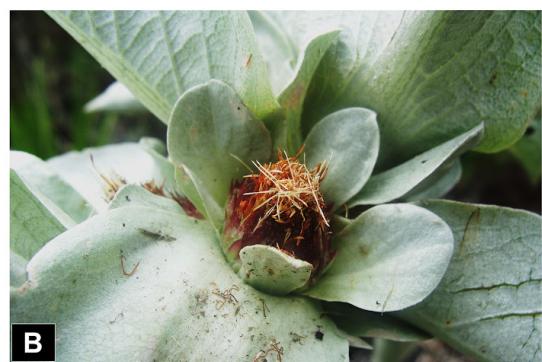


Figura 9 - **A.** *Lapanthus duartei*. **B.** *Heterocoma albida*. **C.** *Dyckia concepcionensis* **D.** *Griffinia itambensis*. **E.** *Encholirium pulchrum*. **F.** *Lychnophora albertainioides*. **G.** *Eriocnema acaulis*. **H.** *Chronopappus bifrons*. **I.** *Lychnophora* sp. nov. **J.** *Mezilaurus* sp. nov.. Fotos: **A.,B.,D.,G.** por V.T. Giorni; **F.** por C.T. Oliveira; **E.,H.,I.,J.** por P.B. Meyer.

***Lychnophora albertinoides* Gardner - Asteraceae (Fig.9-F)**

Lychnophora albertinoides são arbustos que podem chegar a dois metros de altura crescendo principalmente em locais próximos à água. Possuem capítulos com brácteas involucrais verde-acinzentadas e flores lilás. Anteriormente era conhecida apenas por registros do século XIX (MARTINELLI & MORAES, 2013). No presente trabalho foram encontradas várias populações dessa espécie no município de Itambé do Mato Dentro. É uma espécie considerada “Criticamente ameaçada” devido à distribuição restrita a uma pequena área, que sofre pressão antrópica de deterioração do seu habitat.

***Lychnophora* sp. nov. - Asteraceae (Fig. 9-I)**

A espécie nova em descrição, do gênero *Lychnophora*, foi encontrada durante as campanhas realizadas no sítio Santa Rita, região da Serra dos Alves, Itabira, MG, nas proximidades dos limites oeste do Parque Nacional da Serra do Cipó. A população registrada é representada por poucos exemplares, os quais se desenvolvem entremeados aos afloramentos quartzíticos, em simpatria com espécies relevantes para conservação como *Chronopappus bifrons*, *Mikania warmingii*, *Pseudobrickellia angustissima*, *Vriesea oligantha*, *Paliavana sericiflora* e *Vellozia gigantea*.

De acordo com os critérios da IUCN (2019), trata-se de uma espécie “Criticamente Ameaçada”, pelo fato de sua população apresentar área de ocupação e extensão de ocorrência extremamente reduzidas. Além disso há de se ressaltar que, até o momento, não foram encontradas populações no interior de Unidades de Conservação de proteção integral.

***Dyckia concepcionensis* O.B.C.Ribeiro & Leme - Bromeliaceae (Fig.9-C)**

Dyckia concepcionensis foi descrita recentemente, sendo considerada endêmica do município de Conceição do Mato Dentro (Ribeiro & Leme, 2015). A partir de uma análise na base dos herbários virtuais (INCT) foram encontrados, anteriormente à este estudo, apenas 11 registros de coleta, sugerindo um padrão de raridade ou a existência de lacunas de coleta. No presente estudo foram obtidos 123 pontos de ocorrência desta espécie, sendo 50% deles inseridos no interior do Monumento Natural Serra da Ferrugem, unidade de conservação de proteção integral, além de registros em ilhas de canga localizadas no município de Morro do Pilar.

***Encholirium pulchrum* Forzza et al. - Bromeliaceae (Fig.9-E)**

Encholirium pulchrum é uma das 13 espécies do gênero restrita à Cadeia do Espinhaço (FORZZA et al., 2012). Foi descrita a partir de uma população pequena, no

município de Morro do Pilar, Minas Gerais. De acordo com Forzza *et al.* (2012), por se tratar de uma população consideravelmente restrita (< 10km²) e sujeita aos impactos oriundos de atividades antrópicas, na ocasião da publicação, foi considerada “Vulnerável” (VU). Este estudo ampliou significativamente o número de registros para a espécie, com mais de 200 pontos amostrados, incluindo áreas distantes da localidade tipo. Verificou-se que os indivíduos se encontram fortemente associados aos afloramentos quartzíticos, e crescem diretamente sobre a rocha exposta (habito rupícola).

Dentre os potenciais polinizadores desta espécie foram registrados o beija-flor-de-gravata-verde, *Augastes scutatus* (Temminck, 1824), e uma abelha nativa não identificada. Em prol da conservação deste táxon, ressalta-se a importância de criar áreas protegidas incluindo os vários fragmentos de campos rupestres distribuídos ao longo da bacia do rio Santo Antônio.

***Lapanthus duartei* (L.B.Sm.) Louzada & Versieux - Bromeliaceae (Fig.9-A)**

Essa bromeliácea pode ser encontrada formando tapetes em afloramentos rochosos verticais, sombreados e úmidos, como paredões no interior de matas de galeria, assim como em grandes fendas na matriz de campos rupestres da bacia do Santo Antônio. Atualmente é citada como “Criticamente Ameaçada” em Minas Gerais (BIODIVERSITAS, 2007) e “Em Perigo” no Brasil (CNCFlora, 2020).

As raras exsicatas desta espécie mencionam a ocorrência para o município de Conceição do Mato Dentro, o qual se encontra na bacia do rio Santo Antônio. Não sendo encontrados registros de ocorrências para Unidades de Conservação, verifica-se a alta relevância da criação de áreas protegidas para a preservação deste táxon.

***Mezilaurus* sp. nov. - Lauraceae (Fig.9-J)**

A espécie nova do gênero *Mezilaurus* Taub. foi encontrada no município de Conceição do Mato Dentro, MG, em afloramentos ferruginosos da serra da Serpentina (Ferrugem) e, no momento, encontra-se em processo final de descrição (com. pess.: Dr. Leandro Cézanne de Souza Assis). Com base em Franciscon & Miranda (2018) esta será a segunda espécie do gênero para o estado de Minas Gerais, ao lado de *Mezilaurus crassiramea* (Meisn.) Taub. ex Mez.

Tendo em vista a falta de conhecimentos acerca deste táxon, no momento estão sendo desenvolvidas pesquisas focadas no mapeamento de populações, germinação e dispersão das sementes, no intuito de contribuir com futuros projetos para sua conservação.

***Eriocnema acaulis* (Cham.) Triana - Melastomataceae (Fig.9-G)**

Eriocnema acaulis (Cham.) Triana é endêmica do estado Minas Gerais, ocorrendo sobre fendas de rochas, geralmente ferríferas, em lugares úmidos (GOLDENBERG & MICHELANGELI 2020). A espécie é facilmente reconhecida pelo hábito herbáceo, reptante, pelas folhas suculentas, flores pentâmeras e longamente pediceladas (ANDRADE *et al.*, 2007). Em levantamento nas bases de dados dos herbários virtuais foram obtidos cerca de 90 registros de coleta, considerando também o sinônimo *Eriocnema fulva* Naudin, amplamente utilizado. Porém, a maioria deles são para região de Ouro Preto, no Quadrilátero Ferrífero (SANTOS, 2016), como também na RPPN Horto Alegria (SANTOS, 2016). No presente estudo a espécie foi registrada apenas uma vez no município de Morro do Pilar. Até o momento este é o segundo registro para essa região do Espinhaço, ampliando a área de ocorrência da espécie. Embora esteja enquadrada nas categorias “Em Perigo” (CNCFlora, 2020) e “Criticamente em Perigo” (BIODIVERSITAS, 2007) ”, e considerada rara (GIULIETTI *et al.*, 2009) (Tab. 01), há poucas informações sobre sua biologia, as quais são fundamentais para a elaboração de planos de manejo (ANDRADE *et al.*, 2007), tendo em vista que está sujeita a diversas situações de ameaça, sendo a mineração a principal (MARTINELLI & MORAES, 2013).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Minas Gerais detém a flora mais rica do Brasil, sendo boa parte das espécies, endêmicas (BFG, 2015). Apesar da elevada riqueza já constatada, Sobral & Stehmann (2009) ressaltam que a taxa de coleta por km² ainda é baixa, destacando a necessidade de esforços intensivos em levantamentos florísticos com a finalidade de cobrir as lacunas de conhecimento sobre a flora do estado e ampliar o conhecimento sobre a distribuição geográfica das espécies. Nesse sentido, ressalta-se a importância da realização de coletas botânicas e do tombamento do material em coleções científicas, garantido dessa forma o acesso amplo à informação.

Considerando as ameaças a que estão sujeitas as espécies do Espinhaço, são urgentes as pesquisas sobre a taxonomia, biologia reprodutiva e a ampliação dos esforços de coleta (VERSIEUX *et al.*, 2008) os quais permitirão formular medidas conservacionistas, como a ampliação de áreas protegidas existentes e/ou a criação de novas unidades de conservação, visando a preservação do maior número possível de espécies.

Os resultados obtidos no presente estudo contribuem para o conhecimento sobre a flora na região da bacia do rio Santo Antônio, gerando informações sobre a ocorrência e a distribuição geográfica de muitas espécies de interesse para a conservação. Destaca-se ainda o registro de duas espécies ainda desconhecidas pela comunidade científica, o que evidencia ainda mais a importância e a necessidade da realização de pesquisas em regiões

pouco exploradas do estado de Minas Gerais. Tais informações são imprescindíveis para a tomada de decisões para conservação das espécies e de seus ambientes.

Embora o presente estudo tenha elencado diversos táxons relevantes para a conservação, o conhecimento sobre a composição florística na região da bacia do rio Santo Antônio ainda é incipiente. Assim sugere-se a continuidade dos estudos nessa região, sobretudo ampliando para outras localidades, consideradas como lacunas de conhecimento.

AGRADECIMENTOS

À Vale S/A e à Sete Soluções e Tecnologia Ambiental por viabilizar e financiar os estudos. Aos curadores e equipe do Herbário BHCB da Universidade Federal de Minas Gerais, por permitirem o acesso dos autores ao acervo e pelo recebimento do material coletado. Aos especialistas que contribuíram na confirmação da identificação de diversos táxons incluídos neste estudo. Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) pela emissão da licença de coleta e transporte de material botânico. À Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Urbana do Município de Conceição do Mato Dentro, pela autorização para a realização de pesquisas no Monumento Natural da Serra da Ferrugem. Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (INCT-HVFF) que conta com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Aos colegas Nelson Lima de Paula, Eduardo Geraldo Ciriaco e Adriano Alves pelo auxílio imprescindível nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, P.M., FORNI-MARTINS, E., MARTINS, A.B. **Reproductive system of *Eriocnema fulva* Naudin (Melastomataceae), an endemic species of Minas Gerais state, SE Brazil.** Brazilian Journal of Biology 67: 313-319, 2007.

APG IV. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV.** Botanical Journal of the Linnean Society 181, p. 1-20, 2016.

BFG - The Brazil Flora Group **Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil.** Rodriguésia 66: 1085-1113. DOI: 10.1590/2175-7860201566411, 2015.

BIODIVERSITAS. **Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do estado de Minas Gerais.** Relatório Final, Volume 3 (Resultados: Lista Vermelha da Fauna de Minas Gerais). Electronic Database accessible at www.biodiversitas.org.br/listas-mg/RelatorioListas_mg_Vol3.pdf. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 2007.

CNCFLORA. **Lista Vermelha da flora brasileira.** Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em <<http://cnclflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>>. Acesso em maio 2020.

COURA, S.M.C. **Mapeamento de vegetação do estado de Minas Gerais utilizando dados MODIS.** Dissertacão de Mestrado – São José dos Campos: INPE, 129p., 2006.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

FORZZA, R.C., LEME, E.M.C., RIBEIRO, O. **Two new species of *Encholirium* (Bromeliaceae) from the Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil.** Nordic Journal of Botany. , v.30, p.153 - 158, 2012.

FRANCISCON, C. H.; MIRANDA, I.S. **Distribuição e raridade das espécies de *Mezilaurus* (Lauraceae) no Brasil.** Rodriguésia, Rio de Janeiro , v. 69, n. 2, p. 489-501, June 2018.

GIULIETTI, A.M.; MENEZES, N.L.; PIRANI, J.R.; MEGURO; M. & WANDERLEY, M.G.L. **Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies.** Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 9: 1-151, 1987.

GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R.; HARLEY, R.M. **Espinhaço Range region – Eastern Brazil.** In: DAVIS, S.D.; HEYWOOD, V.H.; HERRERA-MACBRYDE, O.; VILLA-LOBOS, J. & HAMILTON, A.C. (eds). Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation. Vol. 3. The Americas. WWF/IUCN Publications Unit., Cambridge. pp. 397-404. 1997.

GIULIETTI, A.M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M.J.G. de; QUEIROZ, L.P & SILVA, J.M.C da. **Plantas Raras do Brasil.** Conservação Internacional. Belo Horizonte, MG. 2009.

GOLDENBERG, R.; MICHELANGELI, F.A. ***Eriocnema* in Flora do Brasil 2020 em construção.** <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB9464>>. Acesso em: 19 maio 2020.

HARLEY, R.M. Introduction. In: STANNARD, B.L. (ed). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil.** pp. 1-42. Royal Botanic Gardens, Kew, Reino Unido. 1995.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Portal dos Comitês - DO3 - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio.** Disponível em <<http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/do3-cbh-santo-antonio>>. Acesso em 19 de maio de 2020.

INCT – **Herbário Virtual da Flora e dos Fungos 2020.** Disponível em <http://inct.splink.org.br>. Acesso em maio 2020.

IUCN Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria, version 14. Cambridge U.K. 2019. Available from: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf> Acesso em 20 abril 2020.

JACOBI, C.M. & CARMO, F.F. **Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG.** Megadiversidade, vol. 4, n.1-2, p.24-32, Conservação Internacional, Belo Horizonte, MG. 2008.

KÖPPEN, W. **Climatología con un estudio de los climas de la tierra.** Mexico, Fondo de Cultura Económica. 1948.

MARTINELLI, G. & MORAES, M.A. (orgs.). **Livro Vermelho da Flora do Brasil.** Rio de Janeiro, Andrea Jakobbson: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100p.

MELLO-SILVA, R. **Velloziaceae raras do Brasil.** Pp. 392-398. In GIULIETTI, A.M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M.J.G.; QUEIROZ, L.P. & SILVA, J.MC. (eds) Plantas raras do Brasil. Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2009.

MESSIAS, M.C.T.B.; CARMO, F.F. **Flora e vegetação em substratos ferruginosos do sudeste do Quadrilátero Ferrífero.** In: CARMO, F.F.; KAMINO, L.H.Y. (orgs). Geossistemas Ferruginosos do Brasil - Áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte: 3i Editora. pp. 335-360. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Atualização: Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: Série Biodiversidade, P. 31. 2007.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P.L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J.R. **A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço**. Megadiversidade, v. 4, n.1-2. 2008.

REFLORA - **Herbário Virtual**. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso em 25 de maio de 2020.

RIBEIRO, K.T.; NASCIMENTO, J.S.; MADEIRA, J.A. & RIBEIRO, L.C. **Aferição dos limites da Mata Atlântica na Serra do Cipó, MG, Brasil, visando maior compreensão e proteção de um mosaico vegetacional fortemente ameaçado**. Natureza & Conservação 7(1): 30-48. 2009.

RIBEIRO, O.B.C. & LEME, E.M.C. **Three new species of Dyckia from iron rich outcrops of the Espinhaco Range, Minas Gerais, Brazil**. Journal of the Bromeliad Society, vol. 65, no. 1, 2015, p. 14+. Accessed 24 May 2020.

SANTOS M.F.; SERAFIM, H.; SANO, P.T. **Fisionomia e composição da vegetação orestal na Serra do Cipó, MG, Brasil**. Acta Botanica Brasiliensis 25(4): 793-814. 2011.

SANTOS, L. (coord.) **Sobre a flora das Reservas Particulares do Patrimônio Natural da Vale**: guia de espécies ameaçadas, endêmicas e raras registradas. Nova Lima, Minas Gerais. Vale: 2016. CD-ROM.

SANTOS, M.F. **Análise florística em floresta estacional semideciduval na encosta leste da Serra do Cipó, MG**. Dissertação de Mestrado, Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

SCOLFORO, J.R.S.; CARVALHO, L.M.T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**, Editora UFLA, Lavras. 2006.

SMITH, L.B.; AYENSU, E.S. **A Revision of American Velloziaceae**. Smithsonian Contributions of Botany 30:i-viii, 1-172. 1976.

SOBRAL, M.; STEHMANN, J.R. **An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1900-2006)**. Taxon, v. 58, p. 227-232. 2009.

SOUZA, F.C.R. & CARMO, F.F. **Geossistemas Ferruginosos no Brasil**. In: CARMO, F.F. & KAMINO L.H.Y. (orgs). Geossistemas Ferruginosos do Brasil - Áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte: 3i Editora. pp. 47-76. 2015.

VERSIEUX, L.M.; WENDT, T.; LOUZADA, R.B.; WANDERLEY, M.G.L. **Bromeliaceae da Cadeia do Espinhaço**. Megadiversidade, v. 4, n. 1-2, p. 99-110, 2008.

ANATOMIA FOLIAR DE *Aechmea blanchetiana* (BAKER) L. B. SM (BROMELIACEAE) SOB DISTINTAS CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

Data de aceite: 30/07/2020

Jackson Fabris Fiorini

Universidade Federal do Espírito Santo

São Mateus - ES

<http://lattes.cnpq.br/2741579203817837>

Elisa Mitsuko Aoyama

Universidade Federal do Espírito Santo

São Mateus - ES

<http://lattes.cnpq.br/0299586072690797>

RESUMO: Bromeliaceae possui espécies que são conhecidas mundialmente pelo seu potencial paisagístico, apresentam também importância biológica quando trata-se da sua interação com outras espécies possibilitando a sobrevivência dessas. *Aechmea blanchetiana* é uma espécie da Mata Atlântica encontrada na restinga e que tem sua distribuição restrita aos estados da Bahia e Espírito Santo. O trabalho teve como objetivo informar e descrever os constituintes da estrutura foliar de *A. blanchetiana* desenvolvidas em diferentes condições de luminosidade a fim de constatar se o meio em que estão inseridas pode modificar suas estruturas e, mostrar possível adaptação quando houver mudanças bruscas no ambiente. O material para estudo foi coletado

na restinga do bairro Liberdade, na cidade de São Mateus-ES, sendo realizada amostragem de cinco moitas distintas em ambientes com alta incidência de irradiação solar e em locais sombreados, o material foi fixado e mantido em álcool 70%. Para o estudo anatômico foram feitas secções paradérmicas das faces adaxial e abaxial e transversais à mão livre com auxílio de lâmina de aço. As folhas apresentam tricomas peltados, estômatos tetracíticos na face abaxial, as células epidérmicas possuem parede celular sinuosa e corpos de sílica além de serem revestidas por uma fina cutícula. As secções transversais mostram a presença dos parênquimas aquífero, clorofiliano e aerênquima. A análise anatômica mostrou que não houve divergência dos tecidos das folhas de *A. blanchetiana* que se apresentaram em diferentes condições de luminosidade, mostrando que a espécie estudada apresenta resistência a alterações das condições luminosas e pode sobreviver independente deste fator.

PALAVRAS - CHAVE: Bromélia, estrutura foliar, plasticidade, restinga.

UNDER DIFFERENT LUMINOSITY CONDITIONS

ABSTRACT: Bromeliaceae has species that are known worldwide for their landscape potential, they also have biological importance when it comes to their interaction with other species enabling their survival. *Aechmea blanchetiana* is a species of the Mata Atlântica found in the restinga and its distribution is restricted to the states of Bahia and Espírito Santo. The objective of this work was to inform and describe the constituents of *A. blanchetiana* leaf structure developed under different light conditions in order to verify if the environment in which they are inserted can modify their structures and show possible adaptation when there are sudden changes in the environment. The material for study was collected in the restinga of the Liberdade neighborhood, in the city of São Mateus-ES, being sampled from five different bushes in environments with high incidence of solar irradiation and in shaded places, the material was fixed and kept in alcohol 70%. For the anatomical study, paradermic cuts of the adaxial, abaxial and transversal faces were made freehand with the aid of a steel blade. The leaves have peltate trichomes, tetracytic stomata on the abaxial surface, the epidermal cells have a sinuous cell wall and silica bodies in addition to being covered by a thin cuticle. Cross sections show the presence of the aquiferous parenchyma, chlorophyll and aerenchyma. The anatomical analysis showed that there was no divergence in the tissues of *A. blanchetiana* leaves that presented themselves under different light conditions, showing that the species studied is resistant to changes in light conditions and can survive regardless of this factor.

KEYWORDS: Bromeliad, leaf structure, plasticity, restinga.

1 | INTRODUÇÃO

A maioria dos indivíduos da família Bromeliaceae apresentam porte herbáceo e normalmente são perenes, seu caule é do tipo rizoma e a estatura assim como outros exemplares da família não atinge grandes proporções (VASCONCELOS, 2016). As folhas estão dispostas em forma de roseta - caracterizando a filotaxia alterna espiralada e, devido a esse arranjo foliar a água se acumula constituindo uma espécie de tanque, propiciando a sobrevivência do vegetal em locais com baixa disponibilidade hídrica e permitindo o desenvolvimento de micro-habitat (BENZING e BURT, 1970).

A luz é indispensável para o bom desenvolvimento da maioria das plantas, por utilizarem dela para produzir seu alimento, no entanto elas têm diferentes relações e necessidades quanto a esse quesito, sendo assim, as bromélias podem ocorrer em locais com intensidade distintas de luz (CHAVES, 2013), mas que podem se apresentar sensíveis às mudanças e perturbações das condições ambientais (SUGDEN, 1981, BENZING, 1998).

A espécie *Aechmea blanchetiana* (Baker) L. B. SM é endêmica do Brasil amplamente encontrada nos estados do Espírito Santo e Bahia, podendo estar presente em diferentes

ambientes da natureza como na restinga e domínios da mata atlântica (FORZZA et al., 2020). Formam grupos densos com folhas de cor verde em ambientes mais sombreados e amarelas quando expostas a maior irradiação solar (KANASHIRO et al., 2007), são grandes, resistentes (coriáceas) e atraentes, devido a essas características estão sendo empregadas em diversos locais para fins ornamentais e consequentemente pode levar a um declínio de sua população natural devido a contínua retirada.

A anatomia destacada neste trabalho tem sua grande importância por avaliar os constituintes microscópicos que, ao serem analisadas apresentariam informações mais consistentes/relevantes quanto a diferença nas condições apresentadas, enquanto que considerando somente a morfologia as características macroscópicas seriam rapidamente evidenciadas e portanto ocasionando uma possível erro de análise.

O presente trabalho tem como objetivo informar e descrever os constituintes da estrutura foliar de *A. blanchetiana* desenvolvidas em diferentes condições de luminosidade, afim de constatar se o meio em que estão inseridas pode modificar suas estruturas e, mostrar possível adaptação quando houver mudanças bruscas no ambiente.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para análise foi coletado na restinga do bairro Liberdade, na cidade de São Mateus, Espírito Santo, local muito propício a encontrar grande variedade de espécies da família em estudo, além dos fatores ambientais que a região sofre possibilitando o estudo destes e sua influência nos grupos de indivíduos. Foi realizado um amostragem de cinco moitas distintas que se apresentavam em ambientes com alta incidência de irradiação solar e em locais sombreados (figura 1A-B), em cada moita estudados seis indivíduos escolhidos aleatoriamente e respectivamente as partes da folha- bainha e limbo.

As folhas foram cortadas em partes, fixadas em FAA 50 (JOHANSEN, 1940) e posteriormente, mantidos em álcool 70%. Para o estudo anatômico foliar, foram realizadas secções transversais e paradérmicas à mão livre das faces abaxial e adaxial com auxílio de lâmina de aço, e submetidos ao processo de dupla coloração com azul de Astra e safranina (BUKATSCH, 1972; modificado KRAUS e ARDUIN, 1997) para serem analisadas com o microscópio óptico. As imagens anatômicas foram obtidas através do uso do programa “Leica Application Suite EZ” para fotomicroscópio com projeção de escalas micrométricas.



Figura 1. Moitas de *Aechmea blanchetiana* (Baker) L. B. SM em diferentes condições de luminosidade. A- Indivíduos sob alta irradiação solar; B- Indivíduos sob baixa irradiação solar.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cortes paradérmicos das faces adaxial e abaxial, assim como outras espécies de Bromeliaceae, apresentam tricomas peltados, são multicelulares e achatados, apresentam função de proteção contra microrganismos (barreira física), absorção de água e sais minerais da atmosfera (BENZING, 2000; ALQUINI et al., 2006).

No presente estudo esses componentes mostraram-se presentes em ambas as faces- dispostas em fileiras longitudinais na face superior (Fig. 2-A) e aleatoriamente sobre a superfície inferior das folhas (Fig. 2-C). A secção da epiderme, em vista frontal, evidencia o escudo das escamas epidérmicas, exibindo no centro quatro células triangulares de paredes finas, rodeado por duas séries de células de forma retangular com paredes finas, que, é circundada por um grupo de células denominadas pericentrais e estas por outro grupo com células alongadas radialmente, de parede celular delgada, denominadas periféricas ou células da “ala” (Fig. 2-D), as demais células epidérmicas são de formato retangular com paredes sinuosas em ambas as superfícies e portadoras de corpos silicosos posicionados na porção central ou próximo a essa e conferem reflexão dos raios luminosos intensos do ambiente como mostrado na Figura 2-B (SCATENA e SEGECIN, 2005).

Os estômatos são do tipo tetracíticos e estão presentes na superfície abaxial das folhas (Fig.2-B). Este tipo de estômato é típico da família Bromeliaceae (TOMLINSON, 1969; BENZING, 2000), podendo ocorrer arranjados ou isolados, enquanto os tricomas ocorrem de dois em dois ou isolados (Fig. 2A e 2-B).

Nas secções transversais, notou-se que a epiderme das duas faces é constituída de apenas uma camada de células, sendo assim denominada unisseriada, revestida por uma camada lipídica – cutícula, de espessura delgada que se estende por todo o bordo foliar, essa característica é comum a Bromeliaceae como o observado em diversas espécies

de *Aechmea* Ruiz & Pav. subgênero *Lamprococcus* (Beer) Baker (AOYAMA e SAJO, 2003), *Aechmea* subg. *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker (SOUSA et al., 2005)., *Bromelia antiachantha* Bertol. (DETTKE e MILANEZE-GUTIERRE, 2008), espécies do gênero *Bromelia* (MONTEIRO, 2009), *Ananas lucidus* Mill. (KRAHL et al., 2013), *Cryptanthus beuckeri* E. Morren. (RIBEIRO e AOYAMA, 2015), *Aechmea araneosa* L. B. Sm., *Billbergia amoena* (Lodd.) Lindl., *Nidularium espiritosantense* Leme, *Nidularium procerum* Lidman, *Vriesea ensiformes* (Vellozo) Beer e *Vriesea morrenii* Wawra (RIBEIRO e AOYAMA, 2019).

A cutícula é um acúmulo de substâncias que formam uma camada fina em relação a outras famílias vegetais. As células epidérmicas têm formato retangular com paredes espessas, caracterizando um lúmen reduzido e que pode conter caráter filogenético (MONTEIRO, 2009), (Fig. 2-E). Em vista frontal, possuem a parede celular espessada e sinuosa aumentando a superfície de contato entre as células, conferindo maior resistência no tecido epidérmico em relação a variação do turgor com possível contrações e expansões do limbo (Fig. 2-D) (PROENÇA e SAJO, 2007).

Entre as células da epiderme mostra-se o pedículo (Fig. 2-E) da escama, o qual é formado por um conjunto de células de parede espessada, como o observado em estudos de Aoyama e Sajo (2003) e Sousa et al. (2005). A água quando penetra na escama é absorvida pelas células do pedículo e na falta de hidratação as células deste ficam murchas (MULLER, 2000) diminuindo seu tamanho.

Sob a epiderme, em secções transversais, é comum a presença de hipoderme, formada por células quadráticas e aclorofiladas constituído somente uma camada tanto na face abaxial como na adaxial. Abaixo da hipoderme, observamos o parênquima aquífero (Fig. 2-E), o qual armazena água nos vacúolos dando às células um aumento em tamanho (ALQUINI et al., 2006), as células são de aspecto isodiamétrico possuindo de duas a três camadas de células na superfície adaxial e, de uma a duas camadas na face abaxial.

As camadas de parênquima aquífero seguem o parênquima clorofílico formado por células isodiamétricas contendo várias camadas celulares, entre 12 e 14, os cloroplastos constituintes desse tecido se encontram paralelos à parede celular e entre essas camadas de células são vistas células braciformes que constituem canais de ar ou aerênquima (Fig. 2-F), também observados em diversas espécies de *Aechmea* Ruiz & Pav. subgênero *Lamprococcus* (Beer) Baker (AOYAMA e SAJO, 2003), *Aechmea* subg. *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker (SOUSA et al., 2005)., *Bromelia antiachantha* Bertol. (DETTKE e MILANEZE-GUTIERRE, 2008), *Ananas lucidus* Mill. (KRAHL et al., 2013), *Cryptanthus beuckeri* E. Morren. (RIBEIRO e AOYAMA, 2015), *Aechmea araneosa* L. B. Sm., *Billbergia amoena* (Lodd.) Lindl., *Nidularium espiritosantense* Leme, *Nidularium procerum* Lidman, *Vriesea ensiformes* (Vellozo) Beer e *Vriesea morrenii* Wawra (RIBEIRO e AOYAMA, 2019).

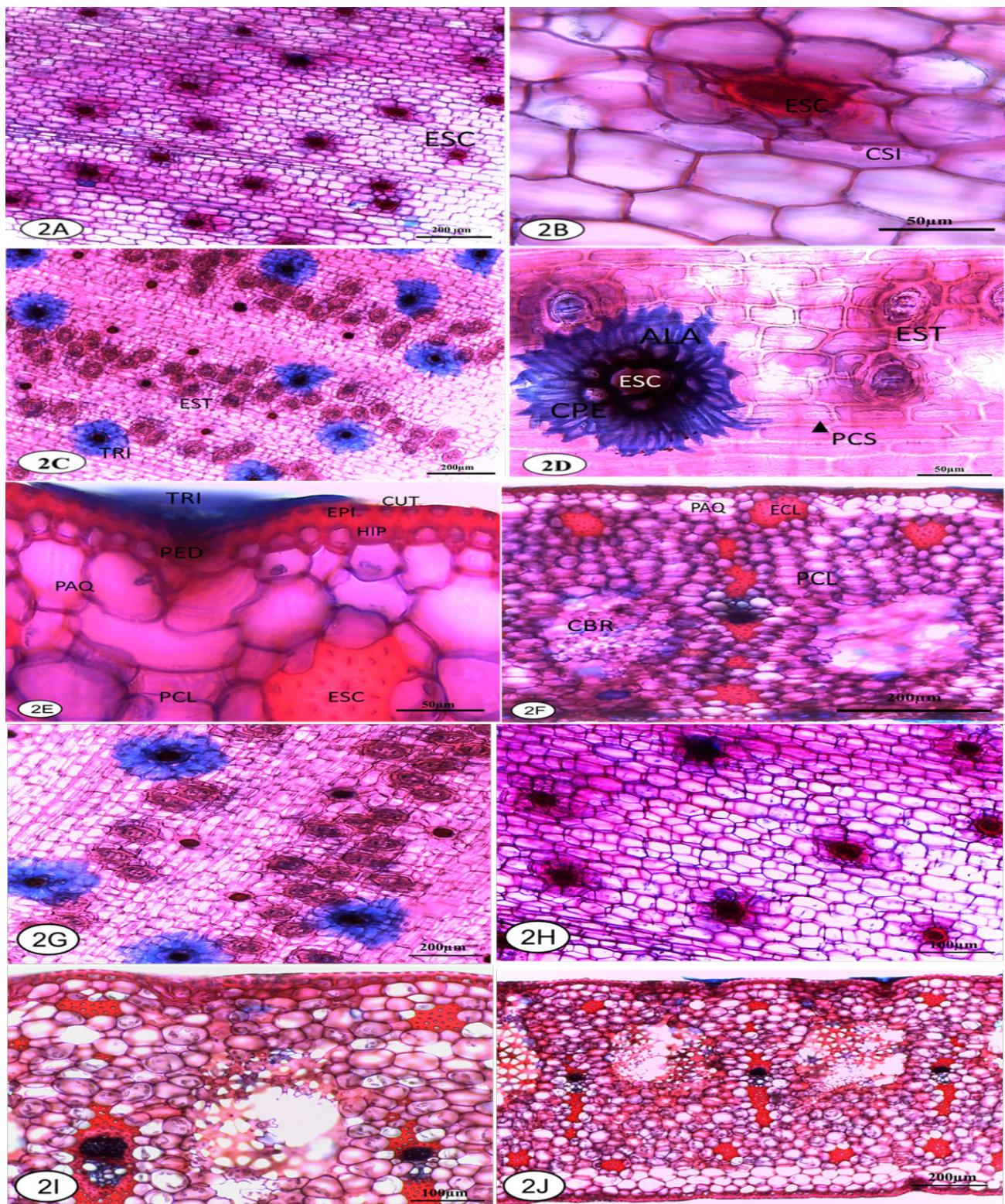


Figura 2. Secções de folhas de *Aechmea blanchetiana* (Baker) L. B. SM. **A-F:** Secções de moitas de sombra, **G-J:** Secções de moitas de sol. **A-** Organização dos tricomas peltados na face adaxial; **B-** Evidência do escudo e corpo silicoso; **C-** Organização das estruturas na face abaxial; **D-** Face abaxial com evidência da ala, células pericentrais e escudo; **E-** Secção transversal com realce do parênquima aquífero, esclerênquima, hipoderme, epiderme; **F-** Secção transversal demonstrando os tecidos que compõem o mesofilo foliar; **G-J:** Comparação das secções de sol em relação as de sombra. **ESC:** Escudo do tricoma peltado, **CPE:** Células pericentrais, **ALA:** Células da ala ou periféricas da escama, **EST:** Estômato, **ECL:** Esclerênquima, **PAQ:** Parênquima aquífero, **HIP:** Hipoderme, **EPI:** Epiderme, **CSI:** Corpo de sílica, **CUT:** Cutícula, **TRI:** Tricoma peltado, **PCL:** Parênquima clorofiliano, **PED:** Pedúnculo **CBR:** Células braciformes do aerênquima e, **PCS:** Parede celular sinuosa da epiderme (apresentada na ponta da seta).

Entre as células dos parênquimas aquífero e clorofiliano possuem grupos isolados de células do esclerênquima (células de parede celular espessas) que conferem maior resistência e sustentação da folha (TOMLINSON, 1969).

Enquanto que sobre a face adaxial são vistos somente os escudos das escamas, na face abaxial há presença de estômatos que são responsáveis pelas trocas gasosas e estão aleatoriamente organizados, conferindo característica de folha hipoestomática.

4 | CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas nas folhas de *Aechmea blanchetiana* sob diferentes condições de luminosidade, foi constatado que não houve alterações na anatomia foliar em relação ao ambiente em que as populações se encontram. Isso demonstra que a espécie estudada apresenta resistência a alterações das condições luminosas e pode sobreviver independente deste fator.

REFERÊNCIAS

- ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOEGER, M. R. T.; COSTA, C. G.; BARRA, C. F. Epiderme. In: APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV. 2006. p.87-107.
- AOYAMA, E. M.; SAJO, M.G. Estrutura foliar de *Aechmea Ruiz & Pav.* subgênero *Lamprococcus* (Beer) Baker e espécies relacionadas (Bromeliaceae). **Revista Brasileira Botânica**, v.4, p.461-473, 2003.
- BENZING, D.H. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation**. Cambridge University Press, Cambridge. 2000.
- BENZING, D. H. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. **Climatic Change**, v.39, p.519-540. 1998.
- BENZING, D. H.; BURT, K. M. Foliar permeability among twenty species of the Bromeliaceae. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.97, p.269-279, 1970.
- CHAVES, C. J. N. **Aspectos morfofisiológicos da termotolerância de bromélias**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 114p. 2013.
- DETTKE, G. A.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Anatomia foliar de *Bromelia antiachantha* Bertol. (Bromeliaceae, Bromelioideae). **Baldwinia**, n.13. p.1-14. 2008.
- FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MARTINELLI, G.; MONTEIRO, R. F.; SANTOS-SILVA, F.; SARAIVA, D. P.; PAIXÃO-SOUZA, B.; LOUZADA, R. B.; VERSIEUX, L. 2015. Bromeliaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB5768>>. Acesso em: 05 de maio de 2020.
- JOHANSEN, D. A. **Plant Microtechnique**. McGraw-Hill, New York. 1940.
- KANASHIRO, S.; RIBEIRO, R. C. S.; GONÇALVES, A. N.; DIAS, C. T. S.; JOEYS, T. Efeitos de diferentes concentrações de nitrogênio no crescimento de *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B. Sm. cultivada *in vitro*. **Hoechlea**, v.34, n.1, p.59-66. 2007.

KRAHL, A. H.; HOLANDA, A. S.; KRAHL, D. R. P.; CORRÊA, M. M.; OLIVEIRA, R. L. C.; VALSKO, J. J. Anatomia foliar de *Ananas lucidus* Mill. (Bromeliaceae). **Natureza on line**, v.4, p.161-165, 2013.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997, v.1, 198p.

MONTEIRO, R. F. **Estudos anatômicos e filogenéticos em Bromelia L. (Bromeliaceae, Bromelioideae)**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro. 84p. 2009.

PROENÇA, S. L.; SAJO, M. G. Anatomia foliar de bromélias ocorrentes em áreas de cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.3, p.657-673, 2007.

RIBEIRO, F. F.; AOYAMA, E.M. Anatomia dos órgãos vegetativos de *Cryptanthus beuckeri* E. Morren (Bromeliaceae). **Enciclopédia Biosfera**, v.22, p. 2030-2043, 2015.

RIBEIRO, F. F.; AOYAMA, E. M. Anatomia foliar de Bromeliaceae da trilha do rio timbuí na Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Teresa – ES. **Enciclopédia Biosfera**, v.16, n.29; p.185-197, 2019.

SCATENA, V. L.; SEGECIN, S. Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.3, p.635-649, 2005.

SOUZA, G. M.; ESTELITA, M. E. M.; WANDERLEY, M. G. L. Anatomia foliar de espécies brasileiras de *Aechmea* subg. *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker, Bromelioideae-Bromeliaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.3, p.603-613, 2005.

SUGDEN, A. M. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in two Colombian cloud forests. II. Habitat preferences of Bromeliaceae in the Serrania de Macuira. **Selbyana**, v. 5, n. 3-4, p. 264-273, 1981.

TOMLINSON, P. S. **Anatomy of the Monocotyledons. III Commelinales – Zingiberales**. Oxford University Press, Oxford. 1969.

VASCONCELOS, M. R. M. **Características fitotécnicas e anatômicas de plântulas micropropagadas de Tillandsia bulbosa Hook.** 2016. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) -Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2016.

CAPÍTULO 20

DIFERENTES MANEJOS DA TERRA PODEM INFLUENCIAR NAS SÍNDROMES DE DISPERSÃO DE SEMENTES EM UMA ÁREA DE CAATINGA?

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 21/07/2020

Marlos Dellan de Souza Almeida

Universidade Federal Rural de Pernambuco -
UFRPE

Recife - Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/6584944075950770>

Mikael Alves de Castro

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu - Ceará

<http://lattes.cnpq.br/7376147239040908>

Mychelle de Sousa Fernandes

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu - Ceará

<http://lattes.cnpq.br/2482648379638505>

Sabrina Silva Oliveira

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu - FECLI/UECE

Iguatu - Ceará

<http://lattes.cnpq.br/3727983781129553>

Jefferson Thiago Souza

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de
Iguatu – FECLI/UECE

Iguatu – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/5589855068988374>

RESUMO: A dispersão de sementes pode ocorrer por diferentes meios, sejam eles bióticos ou abióticos. Esses modos de dispersão são definidos tanto pelas características dos diásporos, como pelas características do ambiente. Por conta disso, alterações no ambiente podem afetar aspectos da dispersão de sementes, como as síndromes. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar a influência de áreas de caatinga manejadas, nas síndromes de dispersão de sementes. O trabalho foi realizado numa área de Caatinga dividida em três microbacias submetidas a diferentes manejos da terra. A primeira microbacia foi desmatada, queimada e semeada com uma espécie de capim; a segunda foi raleada, onde foram retiradas as plantas com caule inferior a 10 cm; e a terceira microbacia encontra-se em estado de preservação há cerca de 40 anos. Para verificar o efeito dos sistemas de manejo na chuva de sementes, foram implantados 90 coletores distribuídos em toda a área de estudo, sendo 30 em cada manejo. O material coletado mensalmente foi armazenado em embalagens de papel devidamente etiquetadas para posterior realização da triagem em laboratório. Os dados foram analisados quantitativamente, por meio de Análise de Variância Multivariada,

usando abordagem de modelos lineares generalizados (GLM/MANOVA). Os resultados mostraram predominância de sementes da família Poaceae nos três manejos. Quanto ao tipo de síndrome de dispersão houve destaque da anemocoria seguida da autocoria e zoocoria nas três microbacias. Quando analisada a riqueza por modos de dispersão constatou-se diferenças significativas dentro de cada manejo, no entanto, comparando-se a riqueza por modos de dispersão entre manejos não foram verificadas diferenças significativas. Conclui-se que o manejo florestal tem efeito sobre as síndromes de dispersão, com maior predominância de espécies anemocóricas, corroborando com a hipótese sugerida.

PALAVRAS-CHAVE: Chuva de sementes; Modos de dispersão; Áreas manejadas.

CAN DIFFERENT LAND MANAGEMENT INFLUENCE THE SEED DISPERSAL SYNDROMES IN A CAATINGA AREA?

ABSTRACT: Seed dispersal can occur by different means, whether biotic or abiotic. These dispersion modes are defined both by the characteristics of the diaspores and by the characteristics of the environment. Because of this, changes in the environment can affect aspects of seed dispersal, such as syndromes. Therefore, the present study aims to evaluate the influence of managed caatinga areas on seed dispersal syndromes. The work was carried out in an area of Caatinga divided into three watersheds subjected to different land management. The first watershed was cleared, burned and sown with a kind of grass; the second was thinned, where plants with a stem of less than 10 cm were removed; and the third micro-basin has been in a state of preservation for about 40 years. In order to verify the effect of the management systems in the seed rain, 90 collectors were implanted distributed throughout the study area, being 30 in each management. The material collected monthly was stored in properly labeled paper packages for subsequent screening in the laboratory. The material collected monthly was stored in properly labeled paper packages for subsequent screening in the laboratory. The data were analyzed quantitatively, through Multivariate Analysis of Variance, using generalized linear models (GLM / MANOVA). The results showed a predominance of seeds of the Poaceae family in the three managements. Regarding the type of dispersion syndrome, anemochory followed by autochory and zoochory in the three microbasins was highlighted. When analyzing the wealth by dispersion modes, significant differences were found within each management; however, when comparing the wealth by dispersion modes between managements, no significant differences were found. It is concluded that forest management has an effect on dispersion syndromes, with a greater predominance of anemochoric species, corroborating the suggested hypothesis.

KEYWORDS: Seed rain; Dispersion modes; Managed áreas.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de dispersão de sementes, em que os diásporos são separados na

planta-mãe (HOWE; SMALLWOOD, 1982; JORDANO *et al*, 2006), aumenta as chances de sobrevivência das sementes, tendo em vista que nas proximidades da planta-mãe há maior competição e predação (LIEBSCH; ACRA, 2007). Esse distanciamento pode ocorrer através de diferentes meios, sejam eles bióticos ou abióticos (VAN DER PIJL, 1982).

Os modos de dispersão variam de acordo com as espécies, definidos pelas características dos diásporos, bem como os elementos físicos do ambiente. Por conta disto, plantas que dispersam suas sementes pelo vento (anemocóricas) são mais comuns em ambientes secos, enquanto que sementes dispersas por animais (zoocóricas) se destacam mais em ambientes úmidos (GRIZ; MACHADO, 2001).

A predominância de espécies anemocóricas em floresta tropical, tende a respeitar a fase reprodutiva das espécies vegetais, onde é necessário haver condições favoráveis para maximizar o sucesso da dispersão e estabelecimento de novas mudas (PERINI; DIAS; KUNZ, 2019), cenário esse fortemente influenciado pela sazonalidade.

Entretanto, alterações na vegetação também podem ter efeitos nos modos de dispersão, como foi visto em uma floresta tropical no México, onde a dispersão anemocórica e autocórica foi dominante na chuva de sementes, devido às perturbações afastarem a fauna dispersora (CECCON; HERNÁNDEZ, 2008), como as aves de grande porte (WRIGHT, 2007; PIZO, 2007). Assim como em área de agricultura, onde foi registrado maior predominância de gramíneas no banco de sementes, com uma maior riqueza de espécies herbáceas (KANZ; MARTINS, 2016), sendo a anemocoria, a síndrome de dispersão predominante em áreas abertas (OLIVEIRA; MOREIRA, 1992).

Conforme a degradação do ambiente aumenta, ocorre uma diminuição de espécies da flora (SANTOS, *et al.*, 2009) e consequentemente redução da fauna (CECCON; HERNÁNDEZ, 2008). Nesses ambientes degradados, devido à redução dos agentes bióticos que realizam o processo de dispersão de sementes, plantas das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Poaceae, Rubiaceae, Malvaceae e Cactaceae se tornam mais representativas (RODAL *et al.*, 2008; SANTOS, *et al.*, 2009), já que não necessitam de mecanismos bióticos para a sua dispersão, o que as tornam as famílias mais importantes para a regeneração de áreas perturbadas. Tais informações são relevantes para questões de regeneração, e entender como esse processo ocorre em ambientes de caatinga com diferentes tipos de manejo nos ajudam a identificar o problema e propor soluções para a conservação destes ambientes.

Nesse sentido, a pesquisa tem como objetivo avaliar a influência de áreas de caatinga manejadas, nas síndromes de dispersão de sementes. Para alcançar o objetivo foi proposta a pergunta: Há influência de diferentes sistemas de manejo nos modos de dispersão? Dessa forma, hipotetizamos que o manejo apresenta respostas significativas sobre os modos de dispersão, havendo maior riqueza de espécies anemocóricas.

2 | METODOLOGIA

2.1 Áreas de estudo

A área de estudo está localizada em ambiente de Caatinga, onde a vegetação é caracterizada como arbustiva arbórea possuindo caducifolia no período mais seco do ano. A Bacia Experimental de Iguatu (BEI) pertence ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Iguatu - IFCE ($6^{\circ}23'38''S$ e $39^{\circ}15'21''W$), e está dividida em três microbacias integradas (Figura 1). Das três microbacias que constituem a área, duas foram submetidas a tipos diferentes de manejo, e a terceira foi mantida como área conservada sendo usada como área controle para esta pesquisa. Desta forma, o local da pesquisa, quanto ao tipo de manejo se divide em:

I. Área com Pastagem - Área com 2,8 ha que passou por um processo de corte e queima total da vegetação nativa que ocorreu no final de 2009 que deu lugar a espécie *Andropogon gayanus* Kunt (DQP), cultivado no início do ano seguinte e passando por manutenção nos finais dos anos de 2010 e 2011 (PALÁCIO et al., 2019);

II. Área Raleada - Área com 1,1 ha em que foi diminuída a quantidade de plantas com diâmetros inferiores a 10 cm de caule, oferecendo condições para o surgimento de outras espécies. O tratamento ocorreu no final de 2008 e as manutenções ocorreram nos finais de 2010 e 2012 (SOUSA et al., 2016). A técnica de raleamento da caatinga proporciona um aumento de três vezes na produção de biomassa herbácea em relação à Caatinga não alterada (PALÁCIO, 2011);

III. Área Conservada - Área com 2,1 ha em que foi mantida sua vegetação nativa com a presença de árvores de grande porte e pouca interferência de ação humana com pelo menos 40 anos de conservação (SOUSA et al., 2016).

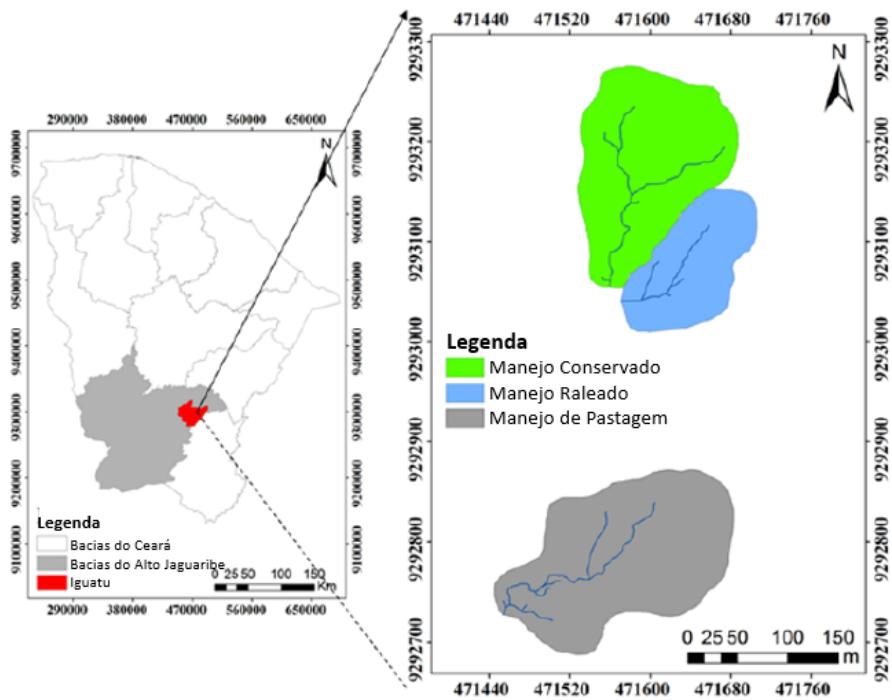


Figura 1: Localização da área de estudo no município de Iguatu, Ceará, Brasil

Fonte: Adaptado de Palácio (2016).

2.2 Desenho amostral

2.2.1 Coleta de dados da chuva de sementes

Para verificar o efeito dos sistemas de manejo na chuva de sementes, foram implantados 90 coletores distribuídos em toda a área de estudo, sendo 30 em cada manejo. Para isso, foram estabelecidos cinco transectos de 50 m, em que foram espaçados seis coletores por fileira, respeitando a distância de 10 m entre um coletor e outro. Constituídos de polietileno, os coletores possuem 24 cm de altura com 26 cm de abertura e mais 16 cm de base, sendo instalados diretamente no solo com o auxílio de estacas de madeira. No fundo dos coletores foram feitos pequenos orifícios para evitar o acúmulo de água. Para evitar que as sementes coletadas sejam removidas dos coletores por invertebrados foi utilizada graxa na parte externa dos mesmos (SOUZA, 2010; SOUZA *et al.*, 2014).

Foi fixada nos coletores uma malha com medidas de abertura de 01 mm que permite o escoamento da água da chuva, mantendo as sementes e os demais materiais que venham a ser depositados, secos, evitando assim o apodrecimento o que impossibilitaria a análise. A malha foi presa nas bordas dos coletores com fita adesiva do tipo “silver tape”, ficando sua base na metade do balde. Para esta pesquisa, a chuva de sementes foi monitorada mensalmente de novembro de 2017 até abril de 2018.

O material coletado foi acondicionado em sacos de papel, etiquetados e armazenados em laboratório. Os diásporos que estavam com altas taxas de umidade na época das

chuvas foram colocados para secar em temperatura ambiente em pleno sol. A triagem do material aconteceu manualmente (SOUZA, 2010), separando-se as partes reprodutivas de miscelâneas, gravetos e folhas. Cada parcela desse material foi acondicionada em recipientes de papel diferentes, estocada e separada mensalmente por áreas de manejo. Ao final as sementes foram identificadas e quantificadas.

Para identificação das espécies, foram consultadas bibliografias especializadas, e também foram feitas caminhadas pelas trilhas para visualização dos indivíduos e suas fenofases a fim de identificar seus diásporos nos coletores. As espécies que não foram possíveis identificar, ficaram divididas em morfotipos e as famílias não identificadas em famílias 1, 2, 3 e assim sucessivamente.

2.2.2 Análise de dados

Os dados foram analisados quantitativamente. O efeito das unidades de manejo na riqueza de espécies, abundância de sementes e modos de dispersão da chuva de sementes, foi analisado por meio de Análise de Variância Multivariada, usando abordagem de modelos lineares generalizados (GLM/MANOVA), com teste de significância multivariado de Traço de Pillai ($p \leq 0,05$) e para comparações das médias, foi usado a correção de Bonferroni com probabilidade ajustada, como recomendado para testes múltiplos (GOTELLI; ELLISON, 2011). Foram verificadas a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente. Além destas, também foi atendida o pressuposto de independência entre amostras. Todos os testes foram realizados utilizando o pacote Statistica 7.0 (Statsoft, 2007).

3 | RESULTADOS

Para compreender as características da chuva de sementes, têm-se que na área de caatinga com manejo raleado foram significativas a família Poaceae com 8.237 (99,93%), seguida da família Verbenaceae com 57 (0,03%). Para a área conservada foi significativo também a família Poaceae com 741 (91,03%), seguida pela a família Anacardiaceae com 36 (4,42%) e Euphorbiaceae com 29 (3,56%). A família Poaceae também teve maior predominância na área com pastagem somando 560 (85,63%) sendo que a família das Euphorbiaceae contribuiu com 91 (13, 91%) dos diásporos representada, e Fabaceae com 2 (0,31%).

Quanto à síndrome de dispersão na área de caatinga com manejo raleado à anemocoria correspondeu a 12.251 (94,30%) dos modos de dispersão, seguida pela a autocoria com 93 (5,25%) e da zoocoria com 8 (0,45%) como meio dispersor de diásporos. Para a área com caatinga conservada a dispersão anemocórica contribuiu com 777 (95,5%), sendo que a dispersão autocórica resultou em 36 (4,4%), seguida da dispersão

zoocórica com 1 (0,1%). Para a terceira área de caatinga, manejada com pastagem, a dispersão anemocórica ocorreu com 561 (85,78%) e a autocórica com 83 (14,22%) do modo de dispersão, não tendo registro para a síndrome zoocórica.

Quando se considerou a riqueza por modos de dispersão (Figura 2), foi observado diferenças significativas dentro de cada manejo (Bonferroni $p < 0.05$; Fig 01), com um maior número de espécies anemocóricas, seguidas de autocóricas e zoocóricas. Já quando comparado a riqueza por modos de dispersão entre os manejos, não foram encontradas diferenças significativas na riqueza de espécies autocóricas, anemocóricas e zoocóricas.

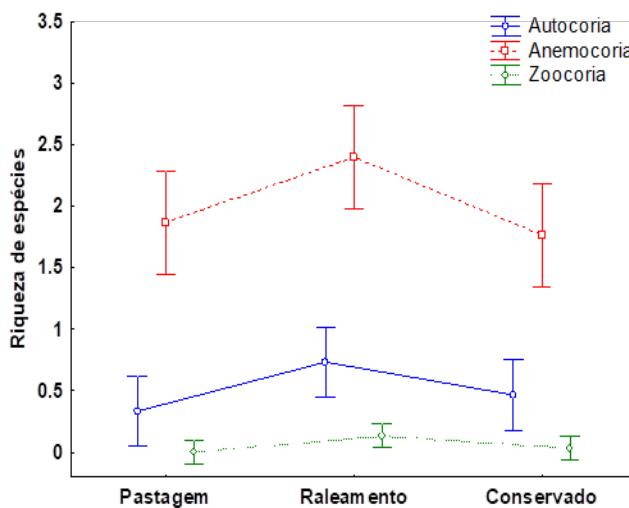


Figura 2– Riqueza por modo de dispersão da chuva de sementes em áreas de Caatinga submetidas a diferentes manejos (pastagem, raleamento e conservado) em Iguatu, Ceará, Brasil.

4 | DISCUSSÃO

Aspectos que estão ligados ao sucesso de crescimento, sobrevivência e reprodução das plantas representantes da família Poaceae, facilitam o seu estabelecimento e contribuem para números expressivos na chuva de sementes (MELO; BOEGER, 2018), assim como foi visto em nossa pesquisa, onde houve predominância da família Poaceae na chuva de sementes nos três manejos. Uma alta riqueza de espécies representando a família Poaceae também foi encontrada em estudos do banco de sementes em área de Caatinga no nordeste brasileiro, seguida por espécies de Asteraceae e Malvaceae (SANTOS *et al.*, 2020).

Na área com pastagem e na área com raleamento, a alta riqueza de Poaceae pode estar relacionado à composição e uso da terra, uma vez que, a fragmentação de florestas para implementação da agricultura, cria efeito de borda e permite a entrada de luz, facilitando o estabelecimento de gramíneas (GUISLON *et al.*, 2016). A própria técnica de raleamento aplicada em uma das áreas proporciona uma maior incidência de luz no local, o que ocasiona maior taxa germinativa de sementes de plantas herbáceas presentes no

banco de sementes do solo (RODRIGUES *et al.*, 2013; ARAÚJO-NETO, 2013).

A anemocoria costuma se destacar como sendo a principal forma de dispersão em ambientes de clima seco, sazonais (HOWE; SMALLWOOD, 1982) e de vegetação mais espaçada e com menos obstáculos (PUTZ, 1983), onde o vento pode circular com maior facilidade (OLIVEIRA; MOREIRA, 1992). Em ambientes sazonais a mobilidade das sementes pelo vento está relacionada com a queda das folhas da vegetação nos período de estiagem (MANTOVANI; MARTINS, 1988), condição essa, presente na vegetação estudada. Espécies anemocóricas e com mecanismos próprios de dispersão representaram a maior riqueza em período inicial e intermediário de sucessão em floresta de clima mediterrâneo semi-árido, abandonada após cultivo (BONET; PAUSAS, 2004). Esta tendência foi vista em nossos achados, uma vez que o manejo teve efeito sobre as síndromes de dispersão, colocando a dispersão pelo vento como tendo a maior riqueza da chuva de sementes.

Altas taxas de dispersão por anemocoria foram encontradas em estudos realizados no Cerrado, onde se comparou este, com florestas de galerias e percebeu-se que nas florestas a tendência maior de ocorrer dispersão anemocórica é mais significativa nas bordas, ao contrário do que ocorre no cerrado (OLIVEIRA; MOREIRA, 1992). Para Barbosa, Barbosa e Lima (2003), a síndrome anemocórica se torna mais comum conforme a aridez do ambiente aumenta. A autocoria foi a segunda síndrome que mais ocorreu nas três microbacias investigadas. Outro estudo realizado em ambientes de Caatinga teve a autocoria como síndrome predominante, considerando-se o número de espécies, seguida da anemocoria e zoocoria (FERREIRA, 2011; GONÇALVES, 2012). No entanto, neste mesmo estudo quando consideradas a quantidade de sementes nos coletores, a anemocoria se destacou. Em condições de clima seco, com baixa pluviosidade, as síndromes que mais se destacam são as proporcionadas por fatores abióticos como o vento, mecanismos balísticos e gravitacionais (VICENTE; SANTOS; TABARELLI, 2003).

O baixo número de sementes de síndrome zoocórica encontradas na área de estudo, pode estar relacionado ao fato de que espécies com este tipo de dispersão apresentam frutos do tipo carnoso e dependem da disponibilidade de água para a germinação e estabelecimento no local (HOWE; SMALLWOOD, 1982). Tal exigência diverge das condições mais comuns encontradas em ambientes de caatinga, onde as precipitações pluviométricas são irregulares com secas prolongadas e chuvas de curta duração, o que ajudam a tornar a síndrome anemocórica predominante (BARBOSA, *et al.*, 2002), uma vez que esta é favorecida em ambientes com grande circulação de vento e baixas precipitações (GRIZ; MACHADO, 2001).

5 | CONCLUSÃO

Áreas de caatinga manejada exercem efeito sobre as síndromes de dispersão de sementes, sendo a anemocoria a mais representativa. O manejo também teve efeitos sobre as famílias representadas na chuva de sementes, onde Poaceae foi predominante tanto na pastagem, como na raleada e na área conservada.

Ressaltamos que o período de tempo analisado nesse estudo nos permite fazer alguns apontamentos, porém, é necessário mais pesquisas que abordem intervalos maiores, assim como outros aspectos que podem ter efeitos sobre a chuva de sementes, como a sazonalidade climática, dessa maneira é possível representar com mais proximidade os reais efeitos do manejo em ambiente de caatinga.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO NETO, J. R. et al. Análise comparativa do escoamento superficial de microbacias experimentais em clima semiárido tropical. **Water Resources and Irrigation Management-WRIM**, v. 2, n. 3, p. 111-120, 2013.
- BARBOSA, D. C. A.; BARBOSA, M. C.; LIMA, L. C. M. **Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga**. In: LEAL, I. F.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds). Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. p. 657-693. 2003
- BARBOSA, D. C. A.; SILVA, P. G. G.; BARBOSA, M. C. A. **Tipos de frutos e síndromes de dispersão de espécies lenhosas da caatinga de Pernambuco**. Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco, v. 2, p. 609-621, 2002.
- BONET, A.; PAUSAS, J. G. **Species richness and cover along a 60-year chronosequence in old-fields of southeastern Spain**. Plant Ecology, v. 174, n. 2, p. 257-270, 2004.
- CECCON, E.; HERNÁNDEZ, P.. **Seed rain dynamics following disturbance exclusion in a secondary tropical dry forest in Morelos, Mexico**. Revista de Biología Tropical, v. 57, n. 1-2, p. 257-269, 2009.
- FERREIRA, E. V. R. **Composição florística, estrutura da comunidade e síndrome de dispersão de sementes de um remanescente de caatinga em Poço Verde-Sergipe**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2011.
- GONÇALVES, F. B. **Chuva de sementes em remanescente de caatinga no município de Porto da Folha, Sergipe-Brasil**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2012.
- GOTELLI, N.; ELLISON, A.M. **Princípios de estatística em ecologia**. ArtMed. 2011.
- GRIZ, L. M. S.; MACHADO, I. C. S. **Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil**. Journal of tropical Ecology, v. 17, n. 2, p. 303-321, 2001.
- GUISLON, A. V. et al. **Estrutura da vegetação herbácea em paisagens ciliares no sul de Santa Catarina, Brasil**. Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 11, n. 3, p. 650-664, 2016.
- HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J.. **Ecology of seed dispersal**. Annual review of ecology and systematics, v. 13, n. 1, p. 201-228, 1982.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; SILVA, W. R. **Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação.** 2006

KUNZ, S. H; MARTINS, S. V. **Soil seed bank in seasonal semideciduous forest and abandoned pasture.** Revista Árvore, v. 40, n. 6, p. 991-1001, 2016.

LIEBSCH, D.; ACRA, L. A. **Síndromes de dispersão de diásporos de um fragmento de floresta ombrófila mista em Tijucas do Sul, PR.** Revista Acadêmica: Ciência Animal, v. 5, n. 2, p. 167-175, 2007.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. **Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu.** Rev bras bot, v. 11, p. 101-12, 1988.

MELO, J. C. F. J; BOEGER, M. R. T. **Riqueza e estrutura de uma comunidade vegetal de dunas na planície costeira de Santa Catarina.** Iheringia. Série Botânica., v. 73, n. 3, p. 290-297, 2018.

OLIVEIRA P. E. A. M.; MOREIRA, A. G. **Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília - DF.** Revista Brasileira de Botânica, v.15, n.2, p.163-174, 1992.

OLIVEIRA, P. E. A. M.; MOREIRA, A G. **Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília, DF.** Revta Brasil. Bot, v. 15, n. 2, p. 163-174, 1992.

PALÁCIO, H. A. Q. **Avaliação emergética de microbacias hidrográficas do semiárido submetidas a diferentes manejos.** 150 f. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas no Semiárido) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2011.

PALÁCIO, H. A. Q. et al. **DINÂMICA SAZONAL DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA HERBÁcea EM ÁREA DE GRAMÍNEA NO SEMIÁRIDO DO BRASIL.** Conexões-Ciência e Tecnologia, v. 13, n. 5, p. 99-104, 2019.

PALÁCIO, H. A. Q. et al. **Effective precipitation, soil loss and plant cover systems in the Caatinga biome, Brazil.** Revista Caatinga, v. 29, n. 4, p. 956-965, 2016.

PERINI, M.; DIAS, H. M.; KUNZ, S. H. **The Role of Environmental Heterogeneity in the Seed Rain Pattern.** Floresta e Ambiente, v. 26, n. SPE1, 2019.

PIZO, M. A. The relative contribution of fruits and arthropods to the diet of three trogon species (Aves, Trogonidae) in the Brazilian Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 515-517, 2007.

PUTZ, F. E. **Liana biomass and leaf area of a "tierra firme" forest in the Rio Negro Basin, Venezuela.** Biotropica, p. 185-189, 1983.

RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. **Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco.** Revista Caatinga, v. 21, n. 3, p. 192-205, 2008.

RODRIGUES, J. O. et al. **Respostas hidrológicas em pequenas bacias na região semiárida em função do uso do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 3, p. 312-318, 2013.

SANTOS, A. M. S. et al. **Variabilidade espacial do banco de sementes em área de Caatinga no Nordeste do Brasil.** Ciência Florestal, v. 30, n. 2, p. 542-555, 2020.

SANTOS, M. F. A. V. et al. **Diversidade e densidade de espécies vegetais da caatinga com diferentes graus de degradação no município de Floresta, Pernambuco, Brasil.** Rodriguésia, p. 389-402, 2009.

SOUSA, M. M. M. et al. **INFLUÊNCIA DO MANEJO DA VEGETAÇÃO EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS E SUAS RESPOSTAS HIDROSEDIMENTOLÓGICAS.** REVISTA EQUADOR, v. 5, n. 4, p. 43-55, 2016.

SOUZA, J. T. CHUVA DE SEMENTES EM ÁREA ABANDONADA APÓS CULTIVO PRÓXIMA A UM FRAGMENTO PRESERVADO DE CAATINGA EM PERNAMBUCO, BRASIL. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.

SOUZA, J. T. PREDAÇÃO PRÉ-DISPERSÃO, CHUVA DE SEMENTES E DINÂMICA DE SAÍDA DO BANCO DE SEMENTES EM FLORESTAS JOVEM E MADURA DA CAATINGA. [s.l.] Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal**. Berlin: Springer, v. 10, p. 978-3, 1982.

VICENTE, A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. Variação no modo de dispersão de espécies lenhosas em um gradiente de precipitação entre floresta seca e úmida no Nordeste do Brasil. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA (orgs.). Ecologia e Conservação da Caatinga. Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, Recife . p. 565-592. 2003.

WRIGHT, S. J. Dispersão de sementes em paisagens antropogênicas. In: DENNIS, A. J.; SCHUPP, E. W.; VERDE, E. W.; WESTCOTT, D. A. (Eds.) **Dispersão de sementes - teoria e sua aplicação em um mundo em mudança**. Oxfordshire, Reino Unido: CAB International. p. 599-614, 2007.

CAPÍTULO 21

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS: TRABALHO INTEGRADO PARA CONCILIAR PRESERVAÇÃO E OCUPAÇÃO HUMANA DO TERRITÓRIO

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 25/05/2020

Ana Elisa Brina
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/1794799043368428>

Diego Petrocchi Ramos
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/8805804258935854>

Douglas Henrique da Silva
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/4069445542636187>

Elaine Ferreira Barbosa
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/4779626501006184>

Gabriel Guerra Ferraz
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/6720432670282629>

Kalil Felix Pena
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/9251760445590904>

Laís Ferreira Jales
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/7262633110716010>

Márcio Alonso Lima
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/1357951821403438>

Marilia Silva Mendes
Belo Horizonte/MG
<http://lattes.cnpq.br/9875307534060500>

Mônica Tavares da Fonseca

Belo Horizonte/MG

<http://lattes.cnpq.br/7479133416935798>

Pablo Burkowski Meyer

Belo Horizonte/MG

<http://lattes.cnpq.br/6522463605827271>

Patrícia da Fátima Moreira

<http://lattes.cnpq.br/2474917475737247>

Vanessa Lucena Cançado

Belo Horizonte/MG

<http://lattes.cnpq.br/1558712675495508>

Vitor Marcos Aguiar de Moura

Belo Horizonte/MG

<http://lattes.cnpq.br/1174084526616779>

RESUMO: Este trabalho apresenta o processo de elaboração dos Planos de Manejo de quatro Unidades de Conservação de Proteção Integral (categoria Monumento Natural - MONA) criadas no município de Nova Lima - MG: Serra da Calçada, Serra do Souza, Morro do Pires e Morro do Elefante. Os Planos de Manejo utilizaram a premissa de que a conservação dos recursos naturais está ligada ao contexto social e ao desenvolvimento local e regional; as UCs são partes integrantes das relações socioambientais. O objetivo foi delinear propostas de manejo que contribuíssem para compatibilizar a gestão de áreas naturais na

paisagem com a realidade de crescimento urbano do município. A metodologia incorporou pesquisa de dados secundários; avaliação das condições físicas, bióticas, socioeconômicas e culturais; e pesquisa de percepção ambiental da sociedade. Para cada MONA foi feita uma análise estratégica e estabelecido o zoneamento, normas de funcionamento e infraestrutura necessária. Pontos favoráveis da criação dos MONA foram: preservação de ecossistemas naturais; manutenção de referências paisagísticas importantes para a sociedade; favorecimento da manutenção de conectividade de ambientes na paisagem; e possibilidade de estabelecimento de parcerias na gestão. Algumas restrições foram: fontes de recursos financeiros; manutenção da acessibilidade; impactos do uso atual e futuro do entorno; e responsabilidades na gestão. Os Planos de Manejo foram elaborados de forma integrada, considerando a paisagem de Nova Lima e a possibilidade de explorar roteiros de ecoturismo. Foram propostas zonas de Preservação, Uso Extensivo, Recuperação; e Amortecimento. Foram indicados programas de gestão compartilhada; implantação e manutenção de infraestrutura; fiscalização e segurança; comunicação e integração com o entorno; prevenção e combate a incêndios; ecoturismo e educação ambiental; e pesquisa. A pesquisa de percepção ambiental da sociedade foi decisiva para adequar os Planos de Manejo à realidade socioambiental do município, legitimar a importância das UCs e buscar respaldo de políticas públicas para sua gestão.

PALAVRAS - CHAVE: Monumento Natural, plano de manejo, gestão participativa.

Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=cJj3wHv5B-g&feature=youtu.be>

URBAN CONSERVATION UNITS: INTEGRATED WORK TO CONCILIATE PRESERVATION AND HUMAN OCCUPATION OF THE TERRITORY

ABSTRACT: This work refers to the process of preparing the Management Plans for four Integral Protection Conservation Units (Natural Monument category - MONA) created in the municipality of Nova Lima - MG: Serra da Calçada, Serra do Souza, Morro do Pires and Morro do Elefante. For the Management Plans, the premise was that the conservation of natural resources is linked to the social context and to local and regional development, and the UCs are an integral part of socio-environmental relations. The objective was to outline management proposals that would contribute to make the management of natural areas in the landscape compatible with the reality of urban growth in the municipality. The methodology incorporated research of secondary data; assessment of physical, biotic, socioeconomic, and cultural conditions; and research on the environmental perception of society. For each MONA, a strategic analysis was carried out and the zoning, operating rules and necessary infrastructure were established. Favorable points in the creation of MONA were preservation of natural ecosystems; maintenance of important landscape references for society; favoring the maintenance of connectivity of environments in the landscape; and the possibility of establishing management partnerships. Some restrictions were: sources of funds;

maintaining accessibility; impacts actual and future surroundings land use; and management responsibilities. The Management Plans were prepared in an integrated manner, considering the landscape of Nova Lima and the possibility of exploring ecotourism routes. The zoning of the MONA included Preservation, Extensive Use, Recovery, and buffer zone. Management programs included infrastructure implementation and maintenance; inspection and security; communication and integration with the surroundings; fire prevention and fighting; ecotourism and environmental education; and research. The environmental perception survey carried out was decisive in adapting the Management Plans to the municipality's socio-environmental reality, legitimizing the importance of UCs, and seeking support from public policies for their management.

KEYWORDS: Natural Monument, integrated management plan, participative management.

1 | INTRODUÇÃO

A necessidade de compatibilizar o crescimento de áreas urbanas com a manutenção de áreas naturais na paisagem levou à criação, pela Prefeitura de Nova Lima, de quatro Monumentos Naturais no município: Serra da Calçada, Serra do Souza, Morro do Pires e Morro do Elefante. De acordo com o Decreto Municipal nº5319, de 05 de junho de 2013, o ato de criação teve como objetivo básico “preservar os sítios naturais raros, singulares e de grande beleza cênica” e, como objetivos específicos, “a salvaguarda da biodiversidade, dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, dos sítios de valor arqueológico, paleontológico, espeleológico, ecológico, histórico, científico, cultural e dos valores turísticos regionais”.

A criação de áreas protegidas é uma ferramenta eficaz para a conservação da biodiversidade. Segundo a Lei nº9985 de 18 de junho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, um Monumento Natural - MONA - pertence ao grupo de unidades de conservação de Proteção Integral. Pode ser constituído por áreas públicas e particulares, desde que seja possível compatibilizar a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários com os objetivos da Unidade.

O Plano de Manejo de uma Unidade de Conservação é o documento técnico que estabelece o seu zoneamento e as normas de uso e gestão. De acordo com o artigo 27 da Lei do SNUC, as Unidades de Conservação devem dispor de um Plano de Manejo que abranja “a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas”. Este trabalho constitui a síntese do processo de construção integrada dos Planos de Manejo dos Monumentos Naturais Serra da Calçada, Serra do Souza, Morro do Pires e Morro do Elefante.

2 I OBJETIVOS

O presente estudo procura demonstrar a importância do Plano de Manejo como instrumento essencial no planejamento de Unidades de Conservação, apresentando as premissas que nortearam a elaboração dos Planos de Manejo dos Monumentos Naturais Municipais Serra da Calçada, Serra do Souza, Morro do Pires e Morro do Elefante.

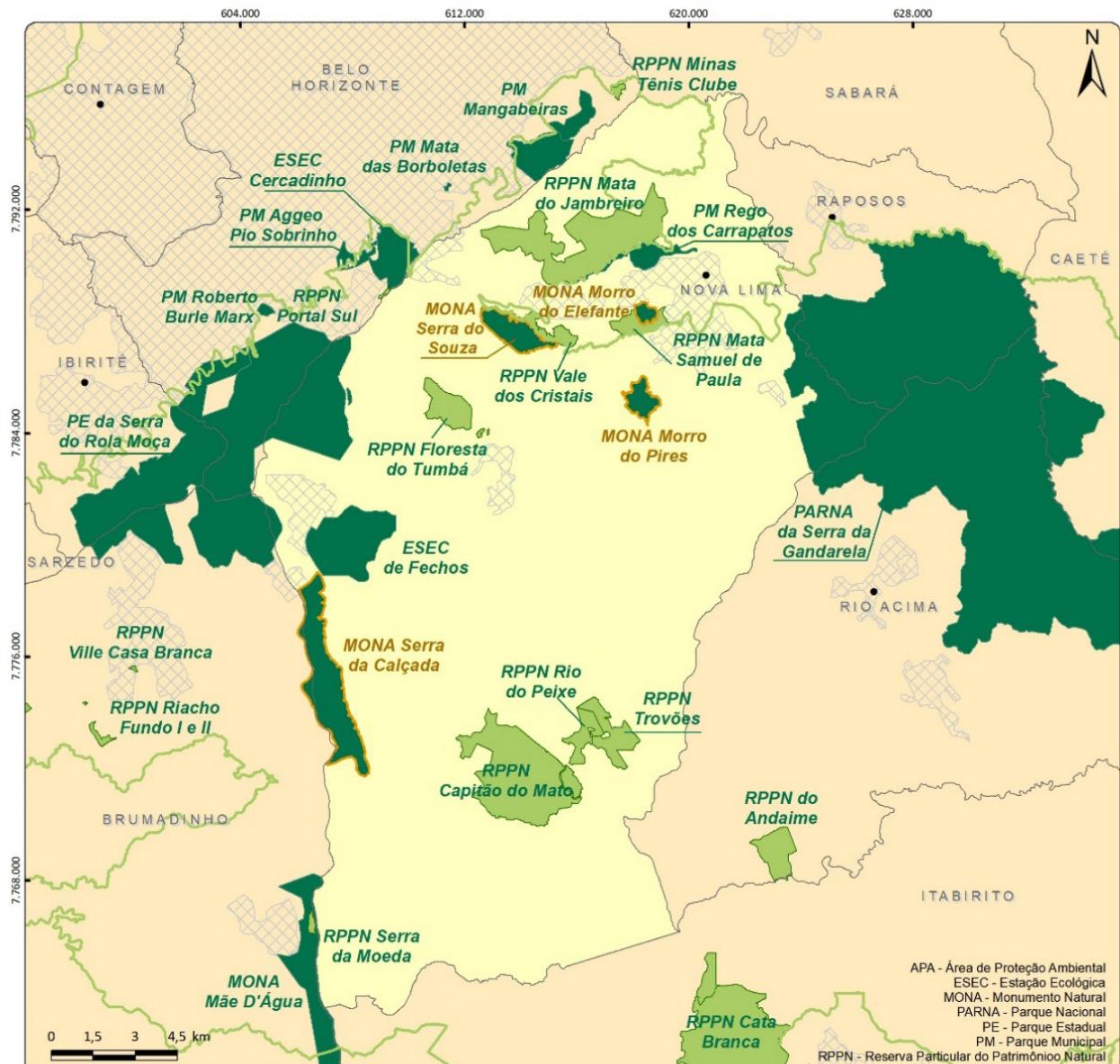
Os Planos de Manejo objeto deste estudo, tiveram como objetivos principais:

- Definir os objetivos e ações para o manejo, orientando sua gestão;
- Caracterizar o território de cada MONA (meios físico, biótico e socioeconômico);
- Estabelecer o seu zoneamento;
- Estabelecer normas específicas visando compatibilizar seus objetivos com possíveis usos dos proprietários dos terrenos e entorno;
- Promover a integração socioeconômica das comunidades do seu entorno;
- Identificar parcerias e possíveis fontes de recursos para sua gestão e orientar a aplicação dos recursos financeiros.

3 I METODOLOGIA

Área de Estudo

Os Monumentos Naturais estão localizados no município de Nova Lima, no estado de Minas Gerais (Figura 1). Estão inseridos no domínio do bioma da Mata Atlântica e situados na região do Quadrilátero Ferrífero, porção sul da Serra do Espinhaço, considerada uma região de grande diversidade biológica, com elevada riqueza de espécies de flora e fauna (DRUMMOND *et al.*, 2005).



UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

- UCs Estudadas
- UCs de Proteção Integral
- UCs de Uso Sustentável
- APA Sul RMBH

● Sede Municipal

■ Áreas Urbanizadas

■ Limite Municipal

■ Município de Nova Lima

Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço



Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

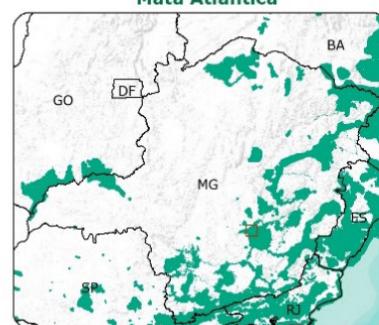


Figura 01 – Localização dos Monumentos Naturais Serra da Calçada, Serra do Souza, Morro do Pires e Morro do Elefante e contextualização das áreas protegidas da região

Premissas para a elaboração dos Planos de Manejo

- Avaliação do potencial do MONA e sua vocação de uso a partir da realidade atual, com base em estudos já realizados; atributos a preservar; uso público consolidado na área; agentes sociais atuantes; propostas em andamento, expectativas expressas nas reuniões e entrevistas, direito de propriedade da área;
- Abordagem integrada do MONA e seu entorno considerando usos atuais (Plano Diretor vigente) e potenciais; propostas de corredores ecológicos em discussão no município; manutenção da visibilidade do MONA e a partir do mesmo; e propostas dos Planos de Manejo vigentes no entorno (Parque Estadual da Serra do Rola Moça, RPPN Vale dos Cristais e, RPPN Mata Samuel de Paula).
- Simplicidade e objetividade no diagnóstico e nas propostas de manejo;
- Minimização da implantação de infraestrutura dentro dos MONA e divulgação de outros atrativos do município como forma de ampliar as possibilidades ecoturísticas e culturais e evitar a sobrecarga de visitação nas Unidades de Conservação.

Integração dos Planos de Manejo e participação da sociedade

A elaboração dos Planos de manejo incorporou pesquisa de dados secundários; avaliação das condições físicas, bióticas, socioeconômicas e culturais específicas de cada área; pesquisa de percepção ambiental da sociedade envolvida; e experiências de gestão de outras áreas protegidas na região. Para cada MONA foi feita uma análise estratégica a partir da qual foi estabelecido o zoneamento, definidas normas de funcionamento e infraestrutura necessária. Os quatro Planos de Manejo foram elaborados de forma integrada, considerando a análise da paisagem de Nova Lima e a possibilidade de explorar roteiros de ecoturismo. A partir do mapeamento dos atores sociais presentes na região, envolvendo proprietários afetados, moradores da vizinhança, organizações civis, agentes imobiliários e poder público, as propostas apresentadas constituem uma síntese do conhecimento já existente sobre a região.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Importância do conceito de paisagem

Diante da proposição de uma abordagem integradora nos Planos de Manejo, foram articuladas propostas de gestão norteadas pelo conceito de paisagem e pelo fato de que os MONA estão inseridos em contexto urbano. A partir de referências como Troll (1971), Forman e Godron (1986), Metzger (2001) e Turner *et al.* (2001), na elaboração dos Planos de Manejo foi adotado o conceito de paisagem como “conjunto de unidades heterogêneas que se interagem de forma dinâmica no espaço ao longo do tempo, sob perspectivas ambientais, sociais, econômicas e culturais”.

A paisagem agrega, em si, a sobreposição e confluência das ações do presente e do passado, que muitas vezes convivem lado a lado. Envolve um sentido de identidade e pertencimento da população que habita ou trabalha no território abrangido (Torelly, 2015). As paisagens possuem seus aspectos diferenciados não somente pelas suas características físicas em si, mas também de acordo com o olhar de quem observa (Pena, 2015).

Nas paisagens urbanas e rurais que envolvem simultaneamente a necessidade de proteção e preservação e de dinamização da economia, Torelly (2015) defende a instituição da “Paisagem Cultural” como um importante avanço na gestão do patrimônio natural e cultural. Sua aplicabilidade depende de diversas variáveis, mas principalmente de políticas públicas que promovam modelos de desenvolvimento e regulação que busquem conciliar os conflitos de interesses de diferentes grupos sociais e econômicos. Participação, gestão pactuada, ação articulada das instâncias governamentais, políticas públicas de incentivo e regulamentação, investimentos continuados, geração de emprego, renda e oportunidades econômicas, ações educativas permanentes, são importantes no processo de gestão da paisagem. Segundo o autor, a aplicação bem sucedida do conceito de paisagem cultural no Brasil, como instrumento de gestão e planejamento, onde há forte tradição de controles e exigências burocráticas e lentidão nos processos de tomada de decisões, ocorrerá na proporção em que os ingredientes acima estiverem presentes e houver motivação, coesão e participação social.

Conectividade das UCs na paisagem

A importância dos corredores ecológicos foi ressaltada na criação dos planos de manejo dos monumentos, diante do complexo sistema de áreas protegidas na região, entre particulares, municipais e estaduais; e da forte pressão antrópica que ocasiona a transformação dos ambientes naturais da paisagem.

Um sistema de conexão da paisagem é uma das estratégias para conter a fragmentação de habitats e perda da biodiversidade. Para que o objetivo de conservação e manutenção dos recursos naturais seja alcançado em longo prazo, as UCs devem ser manejadas em um contexto de redes de fragmentos interligados, que levem em consideração as pressões e os recursos presentes em seu entorno (Forman e Godron, 1986; Arruda e Sá, 2004; Tambosi, 2011).

Caracterização dos Monumentos Naturais

A partir dos dados levantados e pesquisas realizadas foi possível caracterizar as unidades de conservação em seus aspectos gerais de contextualização geográfica e principais usos atuais pela sociedade. Tais características são indicadas na Tabela 1 e os registros fotográficos nas figuras seguintes (Figuras 2, 3, 4 e 5).

MONA	Área	Contexto	Ecossistemas	Uso atual
SERRA DA CALÇADA	585,45ha	Continuidade com o Parque Estadual da Serra do Rola Moça e vizinhança de rodovia e bairros residenciais	Campo rupestre, cerrado	Ciclismo, caminhadas, acesso a sítios arqueológicos
SERRA DO SOUZA	145,03ha	Continuidade com a RPPN Vale dos Cristais e vizinhança de rodovia e bairros residenciais	Campo rupestre, cerrado	Caminhadas, acesso a mirante
MORRO DO PIRES	110,22ha	Vizinhança de estrada de acesso a bairros residenciais, propriedades rurais	Campo rupestre, cerrado	Caminhadas, acesso a mirante
MORRO DO ELEFANTE	43,90ha	Continuidade com a RPPN Mata Samuel de Paula e vizinhança de rodovia e bairros residenciais	Campo rupestre, cerrado	Inexistente

Tabela 1 – Características gerais dos Monumentos Naturais alvos dos Planos de Manejo



Figura 2 – Monumento Natural da Serra da Calçada



Figura 3 – Monumento Natural da Serra do Souza

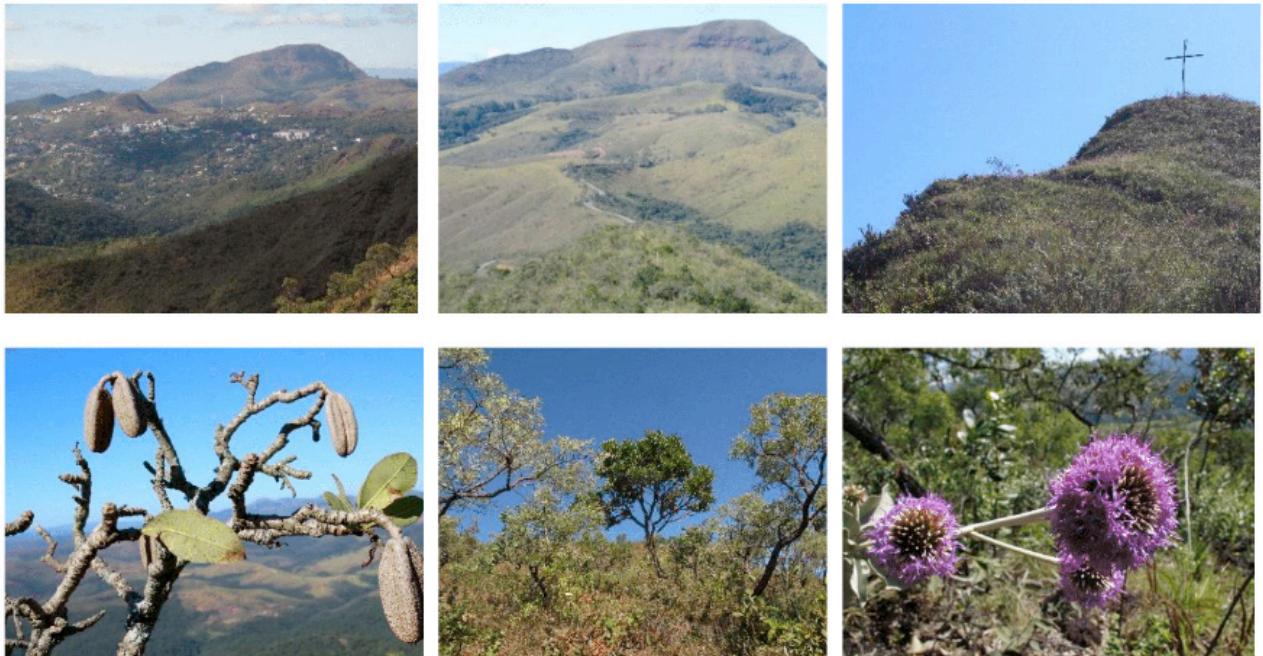
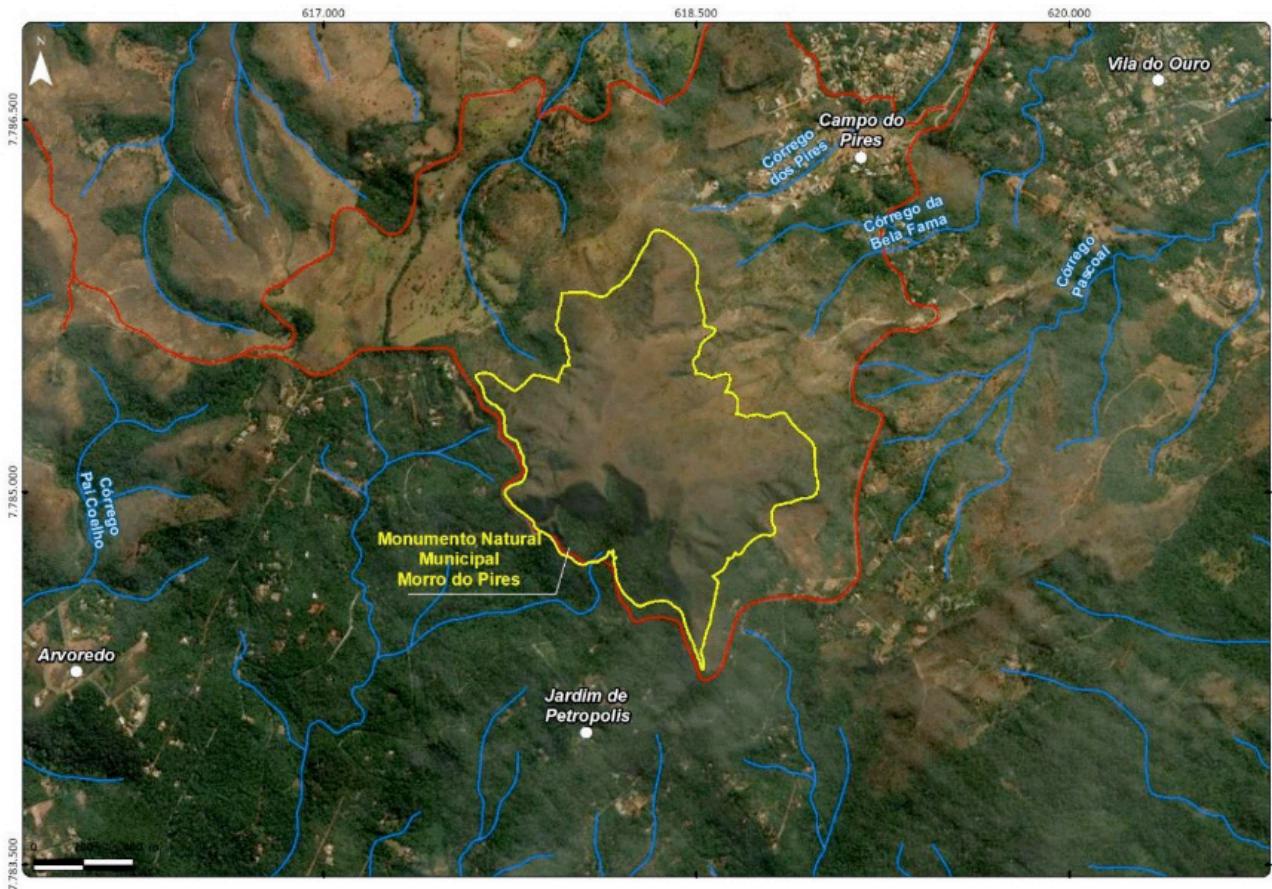


Figura 4 – Monumento Natural do Morro do Pires



Figura 5 – Monumento Natural do Morro do Elefante

Análise estratégica

Para cada MONA foi realizada uma análise estratégica, cuja síntese de características convergentes é apresentada a seguir.

Forças

- Posição de destaque na paisagem do município e pontos de mirantes;
- Potencial ecoturístico, educativo e científico;
- Características físicas, biológicas e socioculturais de interesse para a preservação (recarga de aquíferos, cerrado, patrimônio histórico);
- Existência de outras UCs associadas com possível sinergia no estabelecimento de acessos e uso de atrativos turísticos;
- Usos não conflitantes por parte dos proprietários de terras;
- Inserção na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, na APA Sul, o que amplia sua visibilidade enquanto áreas protegidas;
- Comunidade ambientalista do entorno atuante na região, podendo ser parceira na conservação.

Fraquezas

- Proximidade urbana favorece vandalismo, incêndios e violência urbana;
- Expansão urbana favorece a perda de conectividade com outras áreas preservadas no município;
- Falta de regulamentação da visitação;
- Trilhas em solos mais frágeis e áreas declivosas, sem manutenção, estão suscetíveis à erosão;
- Incidência de biocontaminação (capim gordura, braquiária).

Oportunidades

- Preservação das características naturais da área do MONA e contribuição para a formação de mosaico e corredor ecológico no município;
- Atividades de lazer contemplativo e educação ambiental valorizando as UCs urbanas como positivas para a qualidade de vida, saúde, manutenção de microclima, segurança hídrica, área de lazer, constituição de mosaicos e corredores de vida silvestre etc.;
- Gestão compartilhada e possibilidade de parceria na implantação de programas;
- Possibilidade de isenção de imposto sobre propriedade da terra (ITR/IPTU);
- Uso dos mirantes para interpretação da paisagem (compreensão do contexto geográfico e da ocupação histórica da região);
- Uso múltiplo - preservação, ecoturismo, educação e pesquisa científica;
- Possibilidade de parcerias com ONGs e empresas locais para implantação e manutenção de infraestrutura de apoio, criação de brigadas de prevenção e combate a incêndios, fiscalização etc.;

- Uso do selo “MONA” para obtenção de recursos para projetos - cobrança de taxa simbólica de proteção ambiental, ICMS ecológico, recursos de compensação ambiental, editais para projetos (SOS Mata Atlântica, FEGA, FNMA, Boticário etc.);
- Conexão ambiental-cultural aproveitando infraestrutura existente no entorno, circuito turístico PNL e agenda cultural do município.

Ameaças

- Intensificação de processos erosivos em trilhas;
- Ocorrência de incêndios;
- Intensificação da pressão antrópica sobre o patrimônio natural e cultural (coleta predatória de flora; deposição de lixo e deixado por visitantes menos cuidadosos);
- Possibilidade de conflito entre ocupação do entorno e preservação da vista do MONA;
- Ocupação do entorno que gere impactos sobre o MONA.

Programas de gestão

As ações para otimizar os pontos fortes e minimizar os pontos fracos dos MONA Serra da Calçada, Serra do Souza, Morro do Pires e Morro do Elefante foram organizadas nos seguintes programas:

- Implantação e manutenção de infraestrutura;
- Fiscalização e segurança;
- Comunicação e integração com o entorno;
- Prevenção e combate a incêndios;
- Ecoturismo e educação ambiental;
- Pesquisa;
- Conservação de recursos hídricos (aplicável apenas ao MONA Morro do Pires);
- Gestão compartilhada - para promover uma gestão compartilhada, com ampla participação da sociedade, o órgão responsável pela administração dos MONA será o Conselho Gestor do Mosaico das Unidades de Conservação Municipais de Nova Lima, criado pelo Decreto nº6.466 de 08 de abril de 2015.

Infraestrutura proposta

A partir da determinação da capacidade de suporte de cada MONA, prevista no Programa de Ecoturismo, e de suas características específicas, foram propostas as seguintes infraestruturas:

- Áreas de apoio: estacionamento, alimentação e instalações sanitárias;

- Trilhas: seguindo preceitos de sustentabilidade;
- Cercamento e aceiros: como apoio à fiscalização e controle de incêndios;
- Sinalização: como apoio ao acesso e a ações de educação ambiental;
- Mirantes: valorizando a compreensão da paisagem regional;
- Equipamentos de suporte à interpretação ambiental: integrados com roteiro digital de visitação integrada dos atrativos ecoturísticos do município.

Zoneamento

Para cada MONA, foram propostas as seguintes zonas:

- Zona de Preservação: abriga os ambientes de maior integridade, sem a pressão de atividades antrópicas.
- Zona de Uso Extensivo: se restringe às trilhas, mirantes, quiosques e pontos de apoio; seu objetivo são as diferentes formas de visitação – para fruição da paisagem, pesquisa ou práticas esportivas, compatibilizando educação ambiental e ecoturismo.
- Zona de Recuperação: trata-se de uma zona temporária que corresponde aos solos desnudos e focos erosivos que deverão ser tratados de forma preventiva e corretiva.
- Zona de amortecimento (ZA): funciona não só como um filtro contra impactos, mas como uma área de busca de apoio e estabelecimento de parcerias e sinergia de ações de proteção da área. Incorpora inclusive áreas urbanas consolidadas, no intuito de estimular a parceria da vizinhança nos cuidados necessários com as UCs, como a prevenção de incêndios. Considerando o contexto urbano e o fato de que as UCs foram criadas na vizinhança de algumas áreas de ocupação consolidada, foram estabelecidas boas práticas ambientais a serem divulgadas. Os critérios para estabelecimento da Zona de Amortecimento foram:
 - manter a visibilidade dos MONA, criados principalmente por constituírem marcos referenciais na paisagem do município;
 - preservar a acessibilidade ao MONA, por se tratar de um patrimônio público e que a partir deles é possível ter uma ampla visão do município;
 - favorecer a manutenção da conectividade de ambientes naturais na paisagem, já que o MONA é parte de um mosaico de UCs pensado de forma integrada; e
 - promover a integração da vizinhança como parceira, buscando o crescimento econômico sustentável e tornando-a partícipe da proteção do MONA.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação dos recursos naturais não deve estar dissociada do contexto social e do desenvolvimento local e regional. Os MONA em questão não devem ser vistos

como algo distante, mas como integrante das relações socioambientais da coletividade. A participação social na elaboração do Plano de Manejo propicia maior conhecimento e compreensão entre todos os interessados a respeito das opiniões e posições dos demais; amplia o conhecimento público sobre as interfaces do tema da conservação com aspectos relevantes do cotidiano (Neiva *et al.* 2013). Cada MONA apresenta particularidades e diferentes graus de envolvimento da sociedade. A efetividade do Plano de Manejo e das ações propostas depende da formação de parcerias entre os atores sociais envolvidos; a compreensão dos fatores que os motivam é fundamental para o entendimento de questões conflituosas ou convergentes em relação aos Monumentos. A pesquisa de percepção ambiental realizada foi decisiva para adequar os Planos de Manejo à realidade socioambiental do município, legitimar a importância das UCs e buscar respaldo de políticas públicas para sua gestão.

Os autores destacam que é importante trazer para o processo as condições favoráveis ao estabelecimento do pacto social inerente ao plano de manejo, buscando-se o reconhecimento e o respaldo político necessários para sua elaboração e execução. Abre-se, assim, a possibilidade de alcançar uma articulação efetiva do MONA com as políticas públicas que incidem sobre o território e sobre os processos de gestão.

AGRADECIMENTOS

À Prefeitura de Nova Lima pela iniciativa de criação dos Monumentos Naturais; às empresas Vale S.A e AngloGold Ashanti que juntas viabilizaram a elaboração dos Planos de Manejo; à Sete Soluções e Tecnologia Ambiental pelo apoio na divulgação do trabalho; e à equipe técnica responsável pelos Planos de Manejo pela oportunidade de trabalhar em parceria na produção de conhecimento.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, M. B.; SÁ, L. F. S. N. **Corredores ecológicos: uma abordagem integradora de ecossistemas no Brasil**. Brasília: IBAMA, 2004. 220 p.

DRUMMOND, G. M. et. al. (orgs.). **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 222 p. 2005.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986. 640 p.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotrópica**, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, 2001.

NEIVA, A. *et al.* **Lições aprendidas sobre participação social na elaboração de planos de manejo de unidades de conservação: comunidade de ensino e aprendizagem em planejamento de unidades de conservação**. Brasília : WWF-Brasil, 2013 66 p

PENA, R.F.A. **Paisagem Cultural e Paisagem Natural**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/paisagem-cultural-paisagem-natural.htm>. Acesso em 24 de maio de 2020.

TAMBOSI, L.R. **Análise da paisagem no entorno de três unidades de conservação: subsídios para a criação da zona de amortecimento**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. 86p. 2008.

TORELLY, Luiz Philippe. **Paisagem cultural: uma contribuição ao debate**. *Minha Cidade*, São Paulo, ano 09, n. 100.02, Vitruvius, nov. 2008 <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/09.100/1869>>. Acesso em 24 de maio de 2020.

TROLL, C. Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study. **Geoforum**, v. 8, p. 43-46, 1971.

TURNER, M. G., R. GARDNER, et al. (2001). **Landscape ecology in theory and practice: pattern and process**. New York.

CAPÍTULO 22

QUANTIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES EM PLÂNTULAS DE *PHASEOLUS VULGARIS* L. (FEIJÃO CARIOCA) EM DIFERENTES NÍVEIS DE LUMINOSIDADE: UM EXPERIMENTO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Data de aceite: 30/07/2020

Renan Marques

<http://lattes.cnpq.br/3878090394169937>

Queli Ghilardi Cancian

<http://lattes.cnpq.br/1382258835685055>

Ricardo da Cruz Monsores

<http://lattes.cnpq.br/2716151361106455>

Eliane Terezinha Giacomell

<http://lattes.cnpq.br/1143180512166317>

Vilmar Malacarne

<http://lattes.cnpq.br/2174433445359774>

e níveis de clorofila. Dessa forma obteve-se 30 amostras para cada nível de intensidade luminosa, sendo estes, dois níveis, com luminosidade disponível em todo seu período de crescimento e com ausência de qualquer grau de luminosidade disponível, resultando assim, em diferentes quantificações tanto para os níveis de crescimento, quanto para níveis de clorofila em razão da intensidade luminosa.

PALAVRAS-CHAVE: Clorofila e luminosidade; níveis de pigmentos fotossintetizantes; stress luminoso e crescimento de plântulas de feijão; luminosidade e presença da clorofila.

RESUMO: As clorofilas são os pigmentos mais abundantes encontrados nas plantas, cujo nome fora proposto em 1818 por Pelletier e Caventou. Tais pigmentos são responsáveis por absorverem as faixas luminosas entre 680nm e 700nm e as converterem em energia para a transformação de uma molécula inorgânica em uma molécula orgânica (glicose). O experimento proposto visou a elucidação das características anatômicas e níveis de clorofila em plântulas de *Phaseolus vulgaris* L. (feijão carioca) em diferentes níveis de intensidade luminosa. Assim o seguinte trabalho baseia-se nas premissas de uma pesquisa experimental cuja testou duas variáveis independentes em razão do crescimento anatômico da planta

QUANTIFICATION OF PHOTO RYNTTHESIZING PIGMENT LEVELS IN *PHASEUOLUS VULGARIS* L. (BEAN BEANS) SEEDLINGS IN DIFFERENT LUMINOSITY LEVENS

ABSTRACT: Chlorophylls are the most abundant pigments found in plants, whose name was proposed in 1818 by Pelletier and Caventou. Such pigments are responsible for absorbing the light bands between 680nm and 700nm and converting them into energy for the transformation of an inorganic molecule into an organic molecule (glucose). The proposed

experiment aimed at elucidating the anatomical characteristics and levels of chlorophyll in seedlings of Phaseolus vulgaris L. (carioca beans) at different levels of light intensity. Thus, the following work is based on the premises of an experimental research whose tested two independent variables due to the anatomical growth of the plant and chlorophyll levels. In this way, 30 samples were obtained for each level of luminous intensity, these being two levels, with luminosity available throughout its growth period and with the absence of any degree of luminosity available, thus resulting in different quantifications both for the levels of growth and chlorophyll levels due to light intensity.

KEYWORDS: Chlorophyll, luminosity, seedlings.

1 | INTRODUÇÃO

As clorofitas são os pigmentos mais abundantes encontrados nas plantas, contidos principalmente nas folhas, alojados dentro dos cloroplastos (KERBAUY, 2004; STREIT et al., 2005).

Seu nome fora proposto inicialmente por Pelletier e Caventou em 1818. O termo foi designado para nomear a substancia verde extraída das folhas dos vegetais (STREIT et al., 2005).

Estão organizadas nas membranas dos cloroplastos, por todos os tecidos das plantas (KERBAUY, 2006). Os cloroplastos são responsáveis por armazenar a clorofila e demais pigmentos fotossintéticos de modo a otimizar a absorção de luz, além de, condicionar a etapa fotoquímica, que ocorre nas membranas dos tilacóides e a etapa bioquímica, que ocorre no estroma do cloroplasto (KERBAUY, 2004; STREIT et al., 2005).

Sua estrutura química comprehende complexos derivados da porfirina com um átomo central de magnésio e ligados a um hidrocarboneto contendo 20 carbonos, denominado *Fitol* (KERBAUY, 2004).

Tais pigmentos, utilizam os comprimentos de onda luminosa contidas entre 390 e 760nm que excitam da clorofila em dois sítios denominados centros de reação, um deles absorvendo 680nm e outro 700nm, simultaneamente (STREIT et al., 2005).

Dessa forma a energia absorvida pela molécula de clorofila, é utilizada para sustentar toda a cadeia de processos responsável pela conversão de um carbono inorgânico em uma molécula orgânica (KERBAUY, 2004).

A síntese desses pigmentos fotossintéticos, está ligada diretamente a diferentes variáveis a que a planta está exposta. Dessa forma pode-se destacar o volume hídrico, a nutrição mineral e ainda a intensidade luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Portanto, a restrição ou alteração nesses fatores, implica diretamente na quantidade de clorofila *a* e *b* e pigmentos acessórios, como carotenoides e ficobilinas (SILVA et al., 2014), alterando significativamente o desenvolvimento anatômico da planta, sendo, portanto, considerados fatores limitantes (TOWNSEND; BEGON; HAERPER, 2010).

Dessa forma, o desenvolvimento anatômico da planta está ligado não somente aos recursos absorvidos do solo, pois estes, mas também direta e indiretamente da radiação luminosa, que fornece a energia necessária para a oxidação da clorofila (fotossíntese) e para a regulação de todos os processos na planta, desde a cadeia transportadora de elétrons ao metabolismo do carbono, o qual é sustentado pelas moléculas de NADP e NADPH produzidos durante a fotossíntese (KERBAUY, 2004).

Então, é de fato notável a importância da radiação e de sua qualidade de onda (TAIZ L; ZEIGER, 2006) para a atuação e desenvolvimento dos pigmentos fotossintéticos na planta, de forma a proporcionar seu crescimento até atingir a maturidade sexual.

Estudos realizados com três espécies florestais brasileiras, sendo estas; *Cabralea canjerana* (canjara); *Callophyllum brasiliense* (guanandi) e *Centrolobium robustum* (araribá-rosa), dizem que a ausência ou redução de intensidade luminosa causam a diminuição na concentração de clorofila, sendo a luminosidade um fator limitante para promover o desenvolvimento, ou não, da plântula. Entretanto, o estudo ainda menciona que as espécies diferenciam-se em crescimento e desenvolvimento não só através da luminosidade, mas juntamente com a quantidade de luz captada pela plântula, podendo assim a mesma ter diferentes reações a diferentes intensidades de luz (Carvalho, 1996).

Outro estudo menciona a utilização da clorofila para a formação da fluorescência através da captação de fôtons de luz, sendo a conversão de energia luminosa em energia química sobre um imensurável processo químico e bioquímico. O mesmo não seria tão eficaz com pouca luminosidade sendo captada pela plântula, pois o estudo ainda menciona que com pouca luminosidade os poucos fôtons de luz absorvidos são utilizados pela plântula na geração de calor, processo fotoquímico e ainda na fluorescência, diminuindo assim produção de clorofila e consequentemente a produção de fluorescência, ou seja, sem a produção da clorofila a qual é gerada pela luz, não há uma formação significante de fluorescência (Camposstrini, 2010).

Diante do exposto, o seguinte trabalho objetivou elucidar o tema central, sendo este o porquê de plântulas de *Phaseolus vulgaris* L. (feijão carioca) apresentam desenvolvimento anatômico diferenciado quando expostos a variáveis diferentes de intensidade luminosa, por meio do teste de hipóteses, consistindo em a) Plântulas de feijão sem a presença de luz solar não conseguem realizar a síntese da clorofila, responsável pela fotossíntese, dessa maneira tem o crescimento anatômico e fisiológico reduzido em relação a plântulas com disponibilidade luminosa; b) Plântulas de feijão utilizam a luz solar para a absorção de água, na sua ausência tal processo a plântula tem seu desenvolvimento anatômico alterado significativamente em relação a plântulas com luminosidade disponível e c) Não há relação em ambos os casos entre a variável dependente e independente (Hipótese Nula). Sendo escolhido a Hipótese (a) para a sucessão dos testes, bem como sua Hipótese Nula.

2 | METODOLOGIA

2.1 Descrição das abordagens adotadas

O conhecimento científico é caracterizado pelo metodismo e complexidade ao qual englobam a observação, descrição e experimentação de fenômenos cujos deseja-se uma explicação (FONSECA, 2012).

Dessa forma, a metodologia abordada engloba matrizes da pesquisa qualitativa, a qual presa pela identificação de certa característica em um espaço amostral (BARDIN, 1979), ora quantitativa, determinada esta, pela adequação, categorização e quantificação dos dados, enfatizando a representatividade numérica e objetividade (GIL, 2002).

Pode-se dizer então que esta possui o objetivo de gerar novos conhecimentos, que por ora, sejam uteis para o avanço da ciência e do conhecimento condizente ao tema (GERHARDT; SILVEIRA, 2009), haja vista que, quanto aos seus objetivos tem cunho explicativo, e visou a explicação de um determinado fenômeno (GIL, 2002).

2.2 Procedimentos e coleta de dados

Quanto a seus procedimentos a pesquisa delineia-se de acordo com as premissas de uma pesquisa experimental, por meio da seleção de um objeto de estudo, que será submetido a condições de ambiente controladas e variáveis que serão testadas pelo pesquisador, verificando sua influência ou não sobre o objeto (GIL, 2002).

Nesse caso, cogitou-se testar se a variável independente X (intensidade luminosa) influenciava a variável dependente Y (crescimento anatômico da planta/ quantidade de clorofila).

Assim, a primeira etapa para a construção do experimento consolidou-se a partir da seleção de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. (feijão carioca) que seriam utilizadas. Sendo estes, feijões comerciais, comprados em supermercado, de grupo I (comum) e tipo 1 e selecionado pelos vendedores, sem qualquer interferência do pesquisador.

Para que não houvesse qualquer implicação ou interferência do pesquisador, as sementes foram selecionadas a partir de três fontes (pacotes) iguais numerados de 1 a 3.

Para tal, foi utilizado o software de sorteios aleatórios (Sorteador), para definir de qual fonte seriam retiradas as sementes. Todas foram selecionadas ao centro do pacote.

Assim, ao final foram selecionadas 130 sementes, cujas somente fariam parte do experimento 60 sementes, totalizando 30 amostras e duas etapas, ao natural (com luminosidade do ambiente) e no escuro (com luminosidade reduzida ou escassa).

A seleção das sementes possibilitou o sequenciamento do experimento, o qual está contido no modelo clássico de pesquisas experimentais, denominado planos fatoriais (GIL, 2002), que permitiu a análise de duas variáveis independentes completares, o crescimento da planta (variável dependente) em razão da quantidade de clorofila (variável independente).

e os níveis de clorofila (variável dependente) em razão da intensidade luminosa (variável independente).

Para tal, todas as sementes foram alocadas em utensílios iguais, com uma pequena quantidade de algodão, suficiente para cobrir o fundo e permitir o crescimento das raízes e fixação das plântulas de *Phaseolus vulgaris L.* (feijão carioca).

Em cada espaço amostral (um utensilio) foram colocadas 02 sementes, ou dois indivíduos unitários, cujo desenvolvimento é imprevisível (TOWNSEND; BEGON; HAERPER, 2010) juntamente com 25 ML de água destilada. Porém, para novamente evitar interferência do pesquisador, todas foram colocadas em um envelope e selecionadas ao escuro, e como já mencionado, no início foram selecionadas 130 sementes, das quais somente 120 foram utilizadas.

Dessa forma, torna impossível saber-se qual o último grupo de sementes retiradas do envelope, pois ao término ainda restariam 10, portanto, não se aplicando a equação referente aos graus de liberdade ($GL = n - 1$).

Os espaços amostrais (cada utensilio contendo 02 sementes) foram colocados lado a lado, caracterizando uma disposição regular (TOWNSEND; BEGON; HAERPER, 2010), porém, com a barreira imposta pelos utensílios impedindo o contato direto entre uma planta e outra, porém ainda assim caracterizando uma *população* de plântulas de feijão sobre condições controladas.

O grupo primeiro de sementes, fora alojado em um armário no interior de uma sala escura, caracterizando o ambiente (1), enquanto o segundo grupo de sementes ficou em uma bancada próximo a janela, determinando assim o ambiente (2).

Assim, o grupo no ambiente (1) fora privado da luminosidade solar e artificial, enquanto o grupo do ambiente (2) teve luminosidade disponível durante todo o período do experimento, sendo, portanto, o grupo controle.

As sementes ficaram em condições controladas durante 15 dias em temperatura ambiente. Nesses, não houve qualquer contato ou manuseio das plântulas no escuro e ao natural, de forma a evitar qualquer interferência do pesquisador no resultado final.

A coleta dos dados, fora caracterizada por duas etapas, a medição das plântulas, em parâmetros como: tamanho da maior folha, tamanho total da plântula (considerando da raiz ao ápice da maior folha), tamanho das raízes e tamanho do caule com o intuito de avaliar o crescimento anatômico da planta.

A segunda etapa, se deu pela medição de níveis de clorofila em razão de uma plântula não contida no experimento, neste caso obtida de uma plantação agrícola. A partir dessas determinou-se níveis macroscópicos para avaliação da presença de clorofila em toda a plântula.

Para a definição da coloração padrão contida na plântula referência, utilizou-se a plântula inteira, limpa com água destilada e macerada com 20 ML de álcool etílico a 92,8° INMP até a sua total Trituração e extração de pigmentos (cerca de 5 minutos).

O líquido obtido fora armazenado em utensílio que ao centro continha papel filtro, dessa forma os pigmentos juntamente com o álcool ascenderam sobre o mesmo, colorindo e determinando a faixa de coloração padrão para plântulas de *Phaseolus vulgaris L* em condições agrícolas, com intensidade luminosa a vontade, bem como temperatura e umidade ambiente. Tal coloração foi utilizada para a elucidação dos resultados finais em conjunto com a *população controle*.

Portanto, com a coloração base obtida, a etapa seguinte se sucedeu com a retirada da pigmentação de todas as 120 plântulas de *Phaseolus vulgaris L*. Assim todas foram maceradas juntamente com álcool, independentemente, até obter-se a total Trituração da plântula. Vale ressaltar que resquícios da semente, como a casca ou cotilédones foram retirados antes da maceração e que os utensílios foram limpos após cada maceração.

Dessa as amostras líquidas obtidas que foram anexadas a papel filtro, cuja função fora de permitir a ascendência do álcool e a fixação dos pigmentos, dentre eles as clorofitas, cujas são responsáveis por 75% dos pigmentos verdes contidos na planta (STREIT *et al.*, 2005).

2.3 Técnicas para análise das informações

Durante a análise dos dados foram considerados os diferentes níveis de pigmentação verde contidos no papel filtro, sendo categorizados de acordo com Gil (2002) em tabelas.

As colorações foram comparadas a média real das plantas denominadas *população controle*, em que se obteve os dados de plantas cuja luminosidade fora considerada natural, sem interferência.

A coloração fora distribuída em 04 (quatro) categorias: (I) alta incidência de pigmentos (notável e forte e semelhante as plantas controle), (II) média incidência (notável, porém menor em relação as plantas controle), (III) baixa incidência (quase imperceptível, porém presente) e (IV) pigmentos ausentes (sem coloração no papel filtro).

Para esta etapa da análise, os dados foram tabulados e descritos em tabelas com triplicatas para facilitar o estabelecimento dos dados estatísticos, bem como evitar possíveis erros.

Todos os dados foram dispostos no programa disponibilizado pela empresa Microsoft, Excel, para a delimitação de gráficos e marcações que elucidariam os resultados finais, e corroborariam com a hipótese (a) ou com a hipótese nula.

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente e quantitativamente e de acordo com Gil (2002), por meio do estabelecimento de médias, desvio padrão, intervalo de confiança e do teste de Tukey a 5%.

O teste de Tukey consiste em testar diferenças entre duas médias, sendo fundamentado na diferença mínima significativa, sendo assim se a diferença entre as médias forem maior que Δ significa que diferem ao nível de significância, essa comparação

pode ser determinada, por exemplo, por um nível de significância de 5% ou 1%, entretanto se forem letras iguais, elas não diferem entre si.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha da espécie para o estudo baseou-se em seu rápido desenvolvimento e variabilidade tanto na altura das plântulas como na quantidade de clorofila encontrada cada plântula, podendo assim ter um melhor resultado.

As plântulas consomem a luminosidade transformando em nutrientes necessários para seu desenvolvimento, a luminosidade se faz essencial para tal. Sendo a luz fonte de energia para a plântula (CARVALHO, 1996), logo a hipótese nula foi descartada pois há relação entre a luminosidade e a síntese de clorofila, juntamente com o desenvolvimento anatômico das plântulas. Comprovamos esse dado diante das informações de que... descrever aqui os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, S. A. do C., VASQUEZ, H. M., CAMPOSTRINI, E., NETTO, A. T., DEMINICIS, B. B., & Lima, Érico da S. **Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante anão (Pennisetum purpureum Schum.) em estresse hídrico**>(2010).
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; Ciência e agroecologia (2010)
- CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofitas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes condições de sombreamento. Ciência e Agrotecnologia, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.
- FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. 2002
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484
- TAIZ L; ZEIGER E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed. 2006. 719p.
- CARVALHO, P. E. R. Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (VELL.) 1996.
- MART. SUBSP. canjerana, *Calophyllum brasiliense* CAMB. E *Centrolobium robustum* (VELL.) MART. EX BENTH., na fase juvenil. Curitiba, PR, 1996.

CAPÍTULO 23

INFLUÊNCIA DO MANEJO E PRECIPITAÇÃO NAS FENOFASES VEGETATIVAS DE FEIJÃO-BRAVO (*Cynophalla flexuosa* - Caparaceae) EM ÁREAS DE CAATINGA

Data de aceite: 30/07/2020

Dauyizio Alves da Silva

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu-CE
<http://lattes.cnpq.br/7711046388504028>

Mikael Alves de Castro

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu-CE
<http://lattes.cnpq.br/7376147239040908>

Sabrina Silva Oliveira

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu-CE
<http://lattes.cnpq.br/3727983781129553>

Gabrielle Kathelin Martins da Silva

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu-CE
<http://lattes.cnpq.br/9344234816144229>

Ana Carolina Sabino de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/8086954389063414>

Bruna Letícia Pereira Braga

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/1668352593289511>

Mychelle de Sousa Fernandes

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu-CE
<http://lattes.cnpq.br/2482648379638505>

Viturino Willians Bezerra

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu-CE
<http://lattes.cnpq.br/3034343374787725>

Jefferson Thiago Souza

Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu - FECLI/UECE
Iguatu-CE
<http://lattes.cnpq.br/5589855068988374>

RESUMO: Os estudos fenológicos buscam entender a dinâmica das fases vegetativas e reprodutivas, das plantas, levando em consideração a ocorrência, duração e os fatores que influenciam esses eventos biológicos. Dentre as plantas da caatinga, que têm a característica de perda de folhas durante a estação seca como estratégia de sobrevivência, a *Cynophalla flexuosa*, conhecida popularmente como feijão-bravo, se destaca por permanecer verde nesse período. Tendo em vista que a fenologia avalia a relação entre as condições ambientais e as fases fenológicas, o objetivo

deste trabalho foi analisar a influência de diferentes sistemas de manejo aplicados a áreas de caatinga e da precipitação no comportamento vegetativo de *C. flexuosa*. Para isso, foi acompanhado e observado o comportamento vegetativo de 20 indivíduos em cada uma das duas áreas de manejo, totalizando 40 indivíduos amostrados, como também foram utilizados os dados de precipitação de cada área. Para comparar as diferenças das fenofases entre as áreas de manejo, foi utilizado o Índice de Atividade, estimando a sincronia entre os indivíduos. Ao longo do período não foi observado influência significativa sobre a fenofase emissão de folhas pelos manejos ou precipitação, ocorrendo de forma inversamente proporcional a essa última. Sobre a queda de folhas, o manejo e a precipitação ocasionaram mudanças de padrão de ocorrência.

PALAVRAS-CHAVE: Fenologia, Emissão e queda de folhas, Sistemas de manejos, Estações climáticas

INFLUENCE OF MANAGEMENT AND PRECIPITATION IN THE VEGETATIVE PHENOPHASES OF BRAVE BEANS (*Cynophalla flexuosa* - Caparaceae) IN CAATINGA AREAS

ABSTRACT: Phenological studies seek to understand the dynamics of the vegetative and reproductive phases of plants, taking into account the occurrence, duration and the factors that influence these biological events. Among the caatinga plants, which have the characteristic of leaf loss during the dry season as a survival strategy, *Cynophalla flexuosa*, popularly known as wild beans, stands out for remaining green during this period. Bearing in mind that phenology assesses the relationship between environmental conditions and phenological phases, the objective of this work was to analyze the influence of different management systems applied to areas of caatinga and precipitation on the vegetative behavior of *C. flexuosa*. For this, the vegetative behavior of 20 individuals in each of the two management areas was monitored and observed, totaling 40 individuals sampled, as well as the rainfall data for each area were also used. To compare the differences in phenophases between the management areas, the Activity Index was used, estimating the synchrony between the individuals. During the period there was no significant influence on the phenophase leaf emission by management or precipitation, occurring inversely proportional to the latter. With regard to leaf fall, management and precipitation caused changes in the pattern of occurrence.

KEYWORDS: Phenology, Leaf emission and fall, Management systems, Climatic seasons.

1 | INTRODUÇÃO

A fenologia comprehende o estudo da ocorrência, duração e as causas dos eventos biológicos, vegetativos e reprodutivos, em relação às condições ambientais, bióticas e abióticas, e analisa a inter-relação entre as fases fenológicas, dentro de uma ou várias espécies (LIETH, 1974). Esses eventos podem variar de acordo com as adaptações

características das espécies e as condições ambientais impostas (SILVA, 2008), como em áreas com as condições naturais alteradas (antropizadas). Estudos fenológicos são de grande importância, pois a partir destes, muitos outros estudos podem ser feitos, como trabalhos de polinização com análise da floração, trabalhos de dispersão de sementes com análise no período de frutificação, entre muitos outros.

A maior parte das plantas da caatinga perde as folhas durante a época seca (FABRICANTE et al. 2009), poucas espécies permanecem verdes neste período, e entre essas se destaca a *Cynophalla flexuosa* (Capparaceae), que demonstra ser muito bem adaptada às condições ambientais da Caatinga, sendo uma das principais espécies da flora do bioma (ALMEIDA NETO, 2009). No entanto, alterações no ambiente e impactos antrópicos podem interferir no comportamento fenológico da espécie.

Dois padrões de queda e formação de folhas podem ser destacados. As plantas decíduas, que na sua grande maioria perde as suas folhas na estação seca, com a retomada de folhas novas iniciando-se em dezembro, no fim desta estação, na qual posteriormente virá as chuvas (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003; SOUZA et al., 2014), enquanto no outro padrão de plantas, as perenifólias, não perdem as suas folhas e sim substituem suas folhas velhas por folhas novas (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003). Quanto ao padrão de floração, espécies decíduas florescem principalmente em períodos chuvosos (SOUZA et al., 2014) e espécies perenifólias florescem principalmente em períodos secos (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003). Quanto à frutificação, há um maior número de plantas que frutificam no período chuvoso de espécies perenifólias e decíduas, e plantas decíduas que frutificam no período seco (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003; LIMA; RODAL, 2010).

Dentre os motivos ligados à exploração e supressão das florestas nativas, Santos (2015) destaca o raleamento para fins silvipastoris e o desmatamento, seguido de queimada e introdução de pastagens, como as práticas de manejo utilizadas no semiárido. Este processo foi iniciado ainda no século XVII, quando se deu a implantação dos primeiros núcleos urbanos no semiárido brasileiro, fomentado pela criação de gado, sendo essa a principal atividade econômica da caatinga (ALVES, 2009).

Para Ribeiro Filho (2016), a ausência de estudos referentes ao modelo de exploração e os manejos utilizados pelos sertanejos, colocam o equilíbrio natural da caatinga em risco. Nesse sentido, pesquisas do comportamento fenológico são fundamentais pela capacidade de monitorar e interpretar a ocorrência de eventos fenológicos em relação ao clima (MORELLATO et al., 2016). Além de possibilitar a identificação da descontinuidade de disponibilização de recursos vegetais no ambiente, que pode afetar as comunidades de consumidores que dependem destes recursos ao longo da vida (SCHELLHORN, 2015), representando importância significativa no entendimento das relações planta-animal (NEVES, 2010).

Diante do exposto, temos como pergunta norteadora: A precipitação e o manejo da vegetação influenciam as fenofases vegetativas de *Cynophalla Flexuosa*? Hipotetizamos que: O manejo pode afetar a emissão e queda de folhas, enquanto o aumento da

precipitação não ocasiona mudanças significativas nos padrões dessas fases fenológicas. Dessa forma, o presente trabalho objetivou analisar a influência de diferentes manejos da caatinga e nível de precipitação no comportamento fenológico vegetativo de *C. flexuosa*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em duas microbacias situadas em uma área pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Iguatu, com precipitação média anual de 1012,1 (FUNCENE, 2018), inserida na sub-bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe (RIBEIRO FILHO et al, 2016). As duas microbacias apresentam diferentes manejos: Manejo I – Caatinga Conservada (CC), é uma área mantida inalterada há mais de 40 anos, servindo como testemunha de um modelo de área de Caatinga nativa, com aproximadamente 2,1ha (SOUSA, 2016.); e Manejo II - Caatinga submetida ao desmatamento/queima/semeadura da gramínea *Andropogon gayanus* Kunt (DQP), com aproximadamente 2,8ha. Foi realizado o desmatamento e a queima em dezembro de 2009, seguido do plantio da gramínea em janeiro do ano seguinte. Vale ressaltar que a área passou por um processo de roçagem das gramíneas nos anos de 2010 e 2011 (PALÁCIO, 2019), mantendo-se a cobertura de capim nos anos seguintes.

2.2 Coleta dos dados

Para observação e acompanhamento do comportamento vegetativo de *C. flexuosa*, foram selecionados e etiquetados, em cada área de manejo, 20 indivíduos em idade reprodutiva, com espaçamento mínimo de 10m entre si, totalizando 40 indivíduos amostrados. As coletas ocorreram entre os meses de março e setembro de 2019, compreendendo o período chuvoso e início do período seco da região, com visitas quinzenais para a observação e registro de dados das fenofases vegetativas de emissão e queda de folhas (SOUZA, 2014). A emissão de folhas foi determinada pelo surgimento de novas folhas e a fenofase de queda foliar com base em galhos desfolhados e nas folhas caídas sobre o solo (AMORIM, 2009).

Os dados da precipitação de chuva do ano de 2019 foram obtidos a partir da base de dados fornecidos pela estação meteorológica automática instalada na área de estudo. A estação fornece informações pluviométricas em intervalos de cinco minutos (BRASIL et al., 2018).

2.3 Análise dos dados

Para comparar as diferenças de fases fenológicas entre as áreas de manejos, foi utilizado o Índice de Atividade, proposto por Bencke e Morellato (2002), que estima a

sincronia entre os indivíduos da mesma área de manejo, considerando evento fenológico não sincrônico ou assincrônico: < 20% de indivíduos na fenofase; pouco sincrônico ou sincronia baixa: 20-60% de indivíduos na fenofase e sincronia alta: > 60% de indivíduos na fenofase (BENCKE & MORELLATO, 2002). Para tabular e interpretar os dados foi utilizado o Pacote Office 2010- Excel.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Emissão de folhas X Manejo e Precipitação

A partir dos resultados obtidos, foi observado um aumento gradual na emissão de folhas ao longo do período de observação (Figura 1). No manejo de pastagem a sincronia foi atingida na segunda quinzena do mês de junho e na área conservada atingiu o mesmo índice no mês seguinte, de maneira que ambas permaneceram em sincronia até o fim das observações.

Foi observado um aumento gradativo na sincronia de surgimento de folhas de *C. flexuosa* ao longo do período, sendo assim, inversamente proporcional à precipitação, que diminuiu ao longo dos meses. No entanto, esse fator não causou diferença em relação à fenofase nos diferentes manejos.

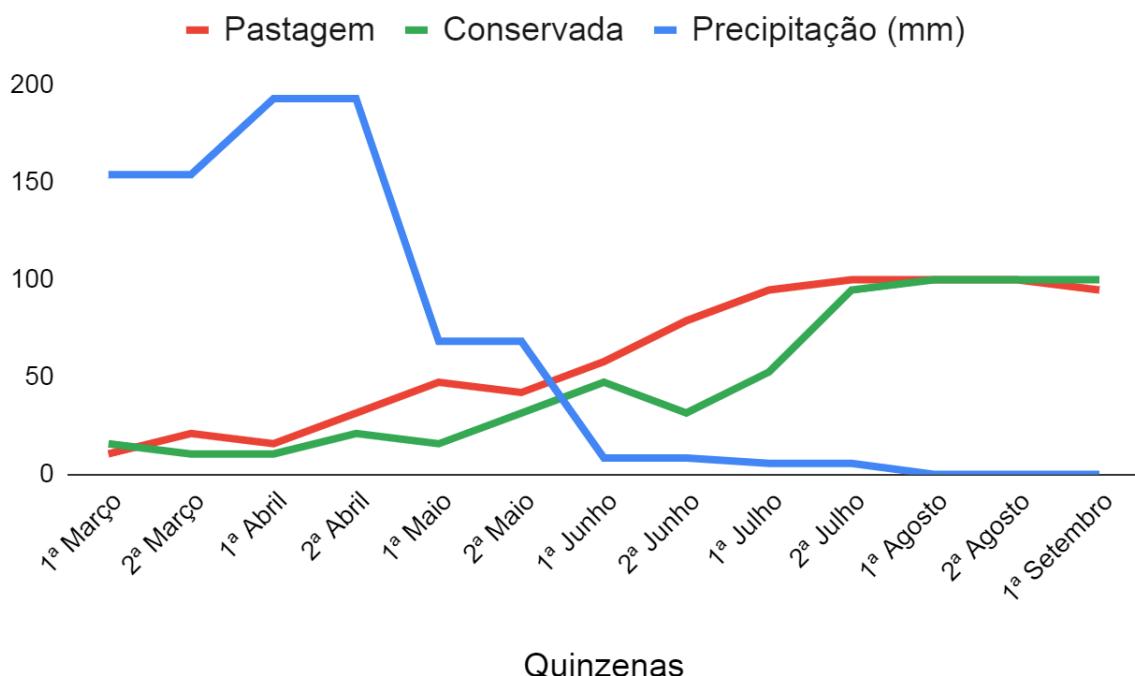


Figura 1- Relação da precipitação com o padrão de emissão de folhas de indivíduos de Feijão-Bravo (*Cynophalla flexuosa*), em áreas de Caatinga submetidas ao sistemas de manejo de pastagem e área em conservação, em Iguatu, Ceará, Brasil.

O padrão de produção de folhas observado para *C. flexuosa*, com maior emissão de folhas no período de baixa precipitação, também foi registrado em outros estudos quando comparado com outras espécies da caatinga, que demonstram uma estratégia diferente, perdendo folhas durante esse período (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009). Essa espécie retém as folhas durante o ano todo, apresentando variações entre períodos de produção e queda foliar que evidenciam a complexidade fenológica de determinadas espécies da caatinga (MACHADO; BARROS; SAMPAIO, 1997; AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009).

Parente *et al.* (2012) apresentam o comportamento de outras espécies da caatinga que iniciam a produção de folhas ainda no início da estação chuvosa, sendo a *Aspidosperma pyrifolium*, conhecida popularmente como pereiro, a única espécie do estudo, que embora ainda produza suas folhas no período das chuvas, consegue permanecer com suas folhas durante a estação seca, assim como o observado no feijão-bravo, seguindo também um padrão contrário das demais espécies.

A permanência na emissão de folhas no período de baixa precipitação pode estar relacionado com alguns fatores, dentre eles o aumento da exposição à luz solar devido a uma maior duração das horas de sol durante os dias e temperaturas elevadas (SOUZA, 2003), resultando na sincronia da espécie nas duas áreas, tendo em vista que na área de pastagem o sombreamento foi reduzido devido a retirada das árvores (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2016), e com a perda de folhas das outras espécies no final do período chuvoso na área conservada, aumentando assim a insolação. Como demonstrado por Lima e Rodal (2010), em um estudo sobre a fenologia de espécies da caatinga, a produção de folhas de algumas espécies estão associadas ao período de precipitação, enquanto em outras essa fenofase está relacionada ao fotoperíodo, incluindo a *C. flexuosa*.

3.2 Queda de folhas X Manejo e precipitação

Quanto à queda de folhas, o padrão de ocorrência sofreu diferença sobre o manejo e precipitação (Figura 2), visto que em ambas as áreas, quando em alta precipitação, a sincronia de queda de folhas se manteve constante de março a junho. No entanto quando a precipitação diminuiu, a partir da segunda quinzena de abril, a queda de folhas manteve-se em constante sincronia ao longo do período no manejo conservado, já na área de pastagem, quando a precipitação caiu, a queda de folhas apresentou uma redução significativa durante o período, logo após a segunda quinzena do mês de junho.

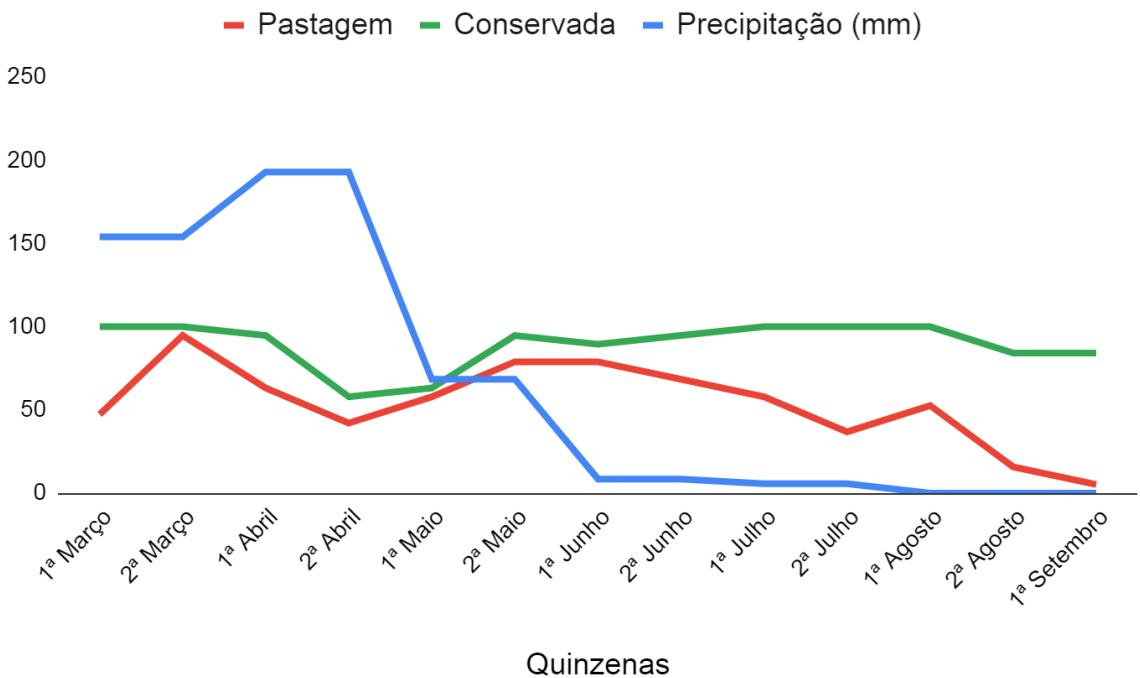


Figura 2- Relação da precipitação com o padrão de queda de folhas de indivíduos de Feijão-Bravo (*Cynophalla flexuosa*), em áreas de Caatinga submetidas ao sistemas de manejo de pastagem e área em conservação, em Iguatu, Ceará, Brasil.

C. Flexuosa, corresponde às espécies de plantas que não perdem suas folhas no período de estiagem substituindo as folhas velhas por novas, como visto por (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003; AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009). De acordo com os resultados encontrados neste estudo, a espécie monitorada apresentou hábito perenifólio, reduzindo a queda de folhas no período seco no manejo de pasto. A diminuição na queda de folhas nesse período, está relacionada com o fato da espécie entrar na fase de brotamento de folhas neste período (LIMA; RODAL, 2010). No entanto, o mesmo comportamento não ocorreu no manejo conservado, mesmo emitindo novas folhas, a queda das mesmas ainda se manteve constante, estando ambas as áreas sob precipitação baixa. A precipitação é capaz de influenciar diretamente nas condições sazonais da vegetação (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009; BECERRA; CARVALHO; OMETTO, 2015).

4 | CONCLUSÃO

Os dados coletados apontam que a emissão de folhas de *C. flexuosa*, não sofre influência dos diferentes manejos aplicados a vegetação e que a fenofase se intensifica em uma relação inversamente proporcional à precipitação. No entanto foi percebido diferenciação quanto à queda de folhas, tanto influenciada pelo manejo de pastagem quanto pela diminuição do aporte hídrico, sendo os dois agravantes, pois na área de manejo mais intenso a diminuição na precipitação causou diminuição na fenofase. Outros fatores podem estar ligados a diferença entre as fenofases, sendo necessário a realização de

outros estudos para melhor compreensão desse processo e o uso de análises estatísticas que possam apresentar informações mais detalhadas. No entanto, esse estudo aponta a supressão da vegetação como um fator de importância no comportamento da espécie.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, J. X.; ANDRADE, A. P.; LACERDA, A. V.; FÉLIX, L. P.; BRUNO, L. A. **Composição florística, estrutura e análise populacional do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) no semiárido paraibano, Brasil.** Revista Caatinga, v. 22, n. 4, p. 187-194, 2009.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. **Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica.** Revista Caatinga, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. **Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do seridó, RN1.** Rev. Árvore, v. 33, n. 3, 2009.
- BARBOSA, D. C.A.; BARBOSA, M. C. A.; LIMA, L. C. M. **Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga.** Leal IR, Tabarelli M, Silva (eds) Ecologia e Conservação da Caatinga. Editora Universitária UFPE, Recife, p. 657-693, 2003.
- BECERRA, J. A. B.; CARVALHO, S.; OMETTO, J. P. H. B. **Relação das sazonalidades da precipitação e da vegetação no bioma caatinga: abordagem multitemporal.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, v. 25, p. 6668-6674, 2015.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. **Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação.** Revista Brasileira de Botânica 25:269-275. 2002
- BRASIL, J. B.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; MEDEIROS, P. H. A.; SANTOS, J. C. N. **Characteristics of precipitation and the process of interception in a seasonally dry tropical forest.** Journal of Hydrology: Regional Studies, v. 19, p. 307-317, 2018.
- FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, L. S. B. **Fenologia de *Capparis flexuosa* L.(Capparaceae) no Cariri Paraibano.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 4, n. 2, 2009.
- FUNCENE. **Índice de Aridez para o Ceará.** Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapas-tem%C3%A1ticos/542-%C3%ADndice-de-aridez-para-o-cear%C3%A1>> Acesso em: 04 de dezembro de 2018.
- LIETH, H. **Purpose of a phenology book. In Phenology and seasonality modeling.** (H. Lieth, ed.). Springer, Berlin, p.3-19. 1974
- LIMA, A. L. A.; RODAL, M. J. N. **Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil.** Journal of Arid Environments, v. 74, n. 11, p. 1363-1373, 2010.
- MACHADO, I. C. S.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. **Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil.** Biotropica, v. 29, n. 1, p. 57-68, 1997.
- MORELLATO, L. P. C.; ALBERTON, B.; ALVARADO, S. T.; BORGES, B.; BUISSON, E.; CAMARGO, M. G. G.; CANCIAN, L. F.; CARSTENSEN, D. W.; ESCOBAR, D. F. E.; LEITE, P. T. P.; MENDOZA, I.; ROCHA, N. M. W. B.; SOARES, N. C.; SILVA, T. S. F.; STAGGEMEIER, V. G.; STREHER, A. S.; VARGAS, B. C.; PERES, C. A. **Linking plant phenology to conservation biology.** Biological Conservation, v. 195, p. 60-72, 2016.
- NEVES, E. L.; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F.. **Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil.** 2010.

PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; SILVA, J. P.; SANTOS, R. C.; SOUZA, M. M. O. **DINÂMICA SAZONAL DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA HERBÁcea EM ÁREA DE GRAMÍNEA NO SEMIÁRIDO DO BRASIL.** Conexões-Ciência e Tecnologia, v. 13, n. 5, p. 99-104, 2019.

PARENTE, H. N.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, K. D.; PARENTE, M. O. M. **Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de caatinga.** Revista Árvore, v. 36, n. 3, p. 411-421, 2012.

RIBEIRO FILHO, J. C.; PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; BRASIL, J. B.; ARAÚJO NETO, J. R. **Produtividade de fitomassa herbácea em diferentes manejos no semiárido cearense.** Revista Agro@mbiente On-line, v. 9, n. 4, p. 386-396, 2016.

RODRIGUES, J. O.; ANDRADE, E. M.; MENDONÇA, L. A. R.; ARAÚJO, J. C.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARAÚJO, E. M. **Respostas hidrológicas em pequenas bacias na região semiárida em função do uso do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, v. 17, n. 3, 2013.

SANTOS, J. C. N. **Processos hidrológicos e sedimentológicos em clima semiárido tropical.** 2015. 166 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Fortaleza. 2015.

SCHELLHORN, N. A.; GAGIC, V.; BOMMARCO, R. **Time will tell: resource continuity bolsters ecosystem services.** Trends in ecology & evolution, v. 30, n. 9, p. 524-530, 2015.

SILVA, C. S. P.; SANTOS, M. L. **Comportamento fenológico no evento pós-queima e biologia reprodutiva de *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil.(Rutaceae).** Biotemas, v. 21, n. 1, p. 29-39, 2008.

SOUZA, M. M. M.; RIBEIRO FILHO, J. C.; BRASIL, J. B.; BATISTA, F. J. A. **Influência do manejo da vegetação em microbacias hidrográficas e suas respostas hidrossedimentológicas.** REVISTA EQUADOR, v. 5, n. 4, p. 43-55, 2016.

SOUZA, D. N. N.; CAMACHO, R. G. V.; MELO, J. I. M.; ROCHA, L. N. G.; SILVA, N. F. **Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil.** Biotemas, v. 27, n. 2, p. 31-42, 2014.

SOUZA, E. M. **Fenologia e relação abelhas/ plantas em uma comunidade de Mata Serra (Brejo de Altitude) no nordeste do Brasil.** 2003. 173 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

A CULTURA DE CÉLULAS EM 3 DIMENSÕES E AS SUAS APLICAÇÕES NA ÁREA BIOMÉDICA

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Roberta Cristina Euzébio Alexandre

Universidade Paulista
Limeira-SP

<http://lattes.cnpq.br/6047921932235182>

Mário Sérgio de Oliveira Pereira

Universidade Paulista
Limeira-SP

<http://lattes.cnpq.br/7779451666145109>

Simone de Cássia Lima Oliveira

Universidade Paulista
Limeira-SP

<http://lattes.cnpq.br/1140638135453831>

Franco Dani Campos Pereira

Centro Universitário Claretiano
Rio Claro-SP

<http://lattes.cnpq.br/8399785655417218>

utilizadas, porém estudos demonstram que elas não trazem resultados fidedignos, pois não conseguem se assemelhar ao ambiente *in vivo*. Diante disso, surgiu um novo modelo de cultivo, em três dimensões, as culturas em 3D. Este modelo se mostrou eficiente, uma vez que consegue imitar o ambiente celular *in vivo* em um estudo *in vitro*. Este trabalho descreveu como surgiu o cultivo celular tridimensional e relacionou algumas vantagens do uso da cultura 3D em relação aos estudos com células em monocamada e mostrou sua aplicabilidade nas pesquisas biomédicas, em áreas como engenharia tecidual, farmacologia, embriologia, oncologia e imunologia.

PALAVRAS-CHAVE: Modelos celulares, esferóides, pesquisa científica.

THREE-DIMENSION CELLS CULTURE AND
THEIR APPLICATIONS IN THE BIOMEDIC
AREA

RESUMO: As culturas celulares têm atraído cada vez mais a atenção de pesquisadores de diversas áreas, por se tratarem de importantes ferramentas para o estudo *in vitro* e serem mais eticamente acessíveis do que os modelos animais. As culturas em monocamadas, também chamadas de bidimensionais ou culturas em 2D, são as mais comumente

ABSTRACT: Cell cultures have increasingly attracted the attention of researchers from different areas, as they are important tools for *in vitro* studies and are more ethically accessible than animal models. Monolayer cultures, also called two-dimensional or 2D cultures, are the most commonly used cultures, however, studies

point that they do not produce reliable results, as they cannot resemble the *in vivo* environment. Therefore, a new cultivation model in three dimensions emerged, the 3D cultures. This model proved to be efficient since it can mimic the cellular environment *in vivo* within an *in vitro* study. This work described how three-dimensional cell cultures emerged, listed some advantages of studies using 3D cultures over monolayers, and described its applicability in biomedical research, in areas such as tissue engineering, pharmacology, embryology, oncology, and immunology.

KEYWORDS: Cell models, spheroids, scientific research.

1 | INTRODUÇÃO

As culturas celulares quando comparadas com os tecidos *in vivo*, apresentam um baixo custo, e consomem menos tempo de manutenção, além de que os modelos animais e humanos apresentam algumas implicações éticas, relacionadas a possibilidade de causar sofrimento e/ou desconforto a esses organismos. Portanto, as culturas celulares podem ser utilizadas para substituí-los, pois conseguem manter características dos tecidos *in vivo* em um ambiente *in vitro* e representam uma boa alternativa à substituição de animais em experimentos científicos.

Do estudo das primeiras técnicas de cultivos celulares até os dias atuais muito se descobriu, e este legado foi deixado por grandes pesquisadores e estudiosos que trouxeram a possibilidade de descobertas incríveis através do cultivo celular inicialmente em monocamadas (2D), que demonstraram através dos estudos ter limitações quanto a diferenciação celular e/ou por apresentarem a perda de características importantes para os resultados mais próximos ao *in vivo*.

Diante disso, surgiu uma nova linha de cultivo celular denominado cultivo tridimensional (3D). As células em 3D apresentam características importantes como maior mobilidade das células para todas as direções, aumento na superfície celular, capacidade de proporcionar um nível de propagação adequado para uma alteração na morfologia celular, ocasionando processos de diferenciação entre células. Através destes princípios, os estudos foram sendo aprimorados e revelando as grandes vantagens do uso do cultivo 3D como ferramenta para o desenvolvimento das pesquisas científicas.

Essa ferramenta pode ser aplicada em diversas áreas, como farmacologia, buscando melhorar e/ou desenvolver novos fármacos, bem como em tecidos, como o hepático e o cardíaco para um melhor entendimento da fisiopatologia de doenças. Além disso, pode ser utilizada em inúmeras outras áreas e tecidos.

Diante disso, o cultivo celular em três dimensões (3D) se mostra útil, eficaz e importante para as pesquisas, por demonstrar vários benefícios em relação aos cultivos celulares em monocamada.

2 | OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo descrever como surgiu o cultivo celular tridimensional e relacionar algumas vantagens do uso da cultura 3D em relação aos estudos com células em monocamada. Foram ainda relacionados alguns trabalhos que mostram a aplicabilidade dessa ferramenta de pesquisa no desenvolvimento de estudos na área biomédica.

3 | REVISÃO DE LITERATURA

A área de pesquisa biomédica utiliza em experimentos várias linhagens celulares tanto humanas como de animais, pois são modelos simples e possuem grandes informações para diversas áreas de pesquisa (MIGITA, 2012). Os modelos *in vivo* apresentam algumas dificuldades éticas, pois há uma preocupação relacionada à possibilidade de proporcionar desconforto ou dor a eles, então as culturas celulares são utilizadas para substituir esses modelos e diminuir as dificuldades éticas que eles apresentam (ELLIOT *et al.*, 2010), já que elas permitem que as células se mantenham sem necessitar do organismo que lhe deu origem, tornando possível analisar os mecanismos celulares dessas células (DO AMARAL, 2010).

As culturas celulares mais comumente utilizadas são as em monocamada, também chamadas de culturas bidimensionais e culturas em 2D. Este modelo permitiu que se compreendesse a fisiologia das células e como elas se comportavam quando submetidas a estímulos (RAVI, *et al.*; 2015). Entretanto este método de cultivo não consegue se aproximar, se assemelhar ao ambiente “*in vivo*”, não demonstrando semelhanças fisiológicas com a deste ambiente (SILVA, 2014), e também não mantém as mesmas características biológicas (LAUAND, 2015), não permitindo que a interação célula-célula e célula-matriz celular sejam efetivas (BARBUGLI, 2010). Essas características são importantes para observar e entender a diferenciação, a proliferação e também as funções celulares que acontece *in vivo* (RAVI *et al.*, 2015). Foi visto também que alguns testes feitos e aplicados ao modelo em monocamada, utilizando algumas drogas, obtiveram resultados que não eram próximos aos obtidos no modelo *in vivo* em algumas concentrações testadas (DO AMARAL, 2010).

O modelo tridimensional, em 3D, é um modelo mais eficiente, quando comparado ao modelo 2D. Essas culturas são concebidas a partir de uma matriz ou uma célula mãe geradas através de diversos compostos como colágeno, gelatina, seda, quitina, quitosana, fibrina, fibrinogênio e polímeros sintéticos. Estes reproduzem a matriz extracelular originada por poros existente e por estruturas filamentosas, promovendo uma maior capacidade de indução e penetração de substâncias. A construção de um ambiente propício eleva a relação bioquímica e biofísica das células, que se unem para melhor desenvolverem *in vitro* um meio coerente e apto para o crescimento, diferenciação e separação extracelular.

exclusivo das células (RAVI et al., 2015).

Desta forma é proporcionado um microambiente celular parecido com o tecido nativo, o tecido vivo, tornando assim, mais próximas da realidade, as informações e os resultados obtidos a partir deste modelo (DO AMARAL, 2010; ELLIOT et al., 2010; SILVA, 2014; RAVI et al., 2015). Na cultura tridimensional, as células cultivadas conseguem explorar as três dimensões espaciais, favorecendo a interação dessas células com o meio e a interação com outras células. Esse aumento espacial promove um aumento na superfície celular, proporciona um nível de propagação adequado para uma alteração na morfologia celular, favorecendo processos de diferenciação entre as células (DO AMARAL, 2010; DO AMARAL et al., 2011). Essas características que se assemelham com o tecido *in vivo* são obtidas pela escolha dos suportes e matrizes que são utilizados para fazer a cultura, e essa escolha é feita pensando no tipo de célula e de estudo que se quer realizar. Estas vantagens são um diferencial importante entre as células 2D e 3D (RAVI et al., 2015).

Alex Carrel (1873-1944), prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia em 1912, tinha o interesse em facilitar e manter órgãos *in vitro*, durante suas pesquisas com transplantes, ele percebeu a necessidade de adaptações e mudanças no meio, uma delas foi a troca de linfa de anfíbio por plasma de galinha, e com isso se criou o frasco de Carrel, que tornaria possível e facilitaria a mudança deste meio para outro, caso houvesse necessidade. Durante o processo, foram utilizadas normas de controle de assepsia, dando início assim ao cultivo celular. Seus colaboradores, como Everling, trabalharam na adaptação da técnica fazendo algumas modificações que possibilitaram o subcultivo de células do coração de galinha, que persistiram em cultivo por um período de 34 anos, e deram origem à lenda do coração imortal de galinha. Posteriormente, Carrel ao perceber um alto nível de necrose na parte central de suas colônias celulares, mudou sua forma de cultivar os cardiomiócitos, passando para uma superfície formada por fios de seda, promovendo uma melhor interação das células com o meio e desta forma surgiu a primeira cultura tridimensional (3D) (DO AMARAL, 2010; DO AMARAL et al., 2011).

Atualmente a indústria farmacêutica tem demonstrado muito interesse sobre o potencial dos cultivos celulares em 3D (PAMPALONI, 2009), uma vez que as técnicas estão progredindo e ajudando no processo de descoberta de novos medicamentos (LANGHANS, 2018), e por evitar o uso de animais em grande escala, e serem uma opção mais viável financeiramente quando comparada com os modelos *in vivo* (EDMONDSON et al., 2014). Os testes de fármacos devem apresentar uma resposta significativamente parecida no modelo “*in vitro*” quando comparada com o modelo “*in vivo*”, pois, células tumorais, por exemplo, apresentam mais resistência a eles do que as células normais (RAVI et al., 2015; EDMONDSON et al., 2014), e as respostas celulares obtidas em cultura tridimensional com o tratamento medicamentoso, tem se mostrado mais semelhantes com as respostas *in vivo*, do que as respostas obtidas em culturas 2D (EDMONDSON et al., 2014). Estudos com novos fármacos tem se mostrado eficiente sobre efeitos sinérgicos

de substâncias importantes nas células, por exemplo. Existem relatos de uma diminuição na quimio-sensibilidade de células de adenocarcinoma de colorretal e de células MCF-7 no estudo do câncer de mama, onde foi observada uma redução antiproliferativa induzida por drogas em cultura 3D (RAVI *et al.*, 2015).

Os modelos em 3D das células tumorais têm sido utilizados para imitar o ambiente *“in vivo”*, pois mesmo que os modelos animais possam vir a ser utilizados, eles não estão disponíveis tão facilmente (ELLIOT *et al.*, 2010) e modelos animais como o de roedores, podem acabar metabolizando os medicamentos de forma diferente do que se espera em seres humanos, portanto um substituto de tecido em três dimensões pode ajudar a reduzir ou até mesmo eliminar falhas(YAMADA, 2007). Segundo Cruz (2015) os vários tipos de culturas 3D revelam os mais diferentes aspectos das estruturas tridimensionais *in vivo* permitindo reconstruir características histomorfológicas e funcionais do tecido original, bem como a ação das células imunológicas e tumorais.

Na pesquisa do Câncer, as células em 3D acrescentam abordagens a partir de vias de sinalização, expressão e interação com componentes da matriz extracelular, aumento da comunicação celular e diferentes taxas de proliferação celular. Um exemplo de aplicação das culturas em 3D nesta área é em estudos sobre câncer de mama. Essas culturas conseguem fornecer informações em relação à fisiologia das células mamárias, e ainda mostrar a diferenças entre células normais e malignas, sendo possível entender sua transição para a malignidade, e os mecanismos do câncer (ELLIOT *et al.*, 2010).

Em estudos sobre o melanoma humano, um câncer de pele agressivo com rápida evolução, alta incidência de metástase e baixa resposta à tratamentos quando se encontra em fase avançada, foi utilizado o cultivo em 3D para compreender o funcionamento da ação de fenótipos de Resistência à múltiplas drogas (RMD), os testes foram feitos em esferóides que foram formados através de culturas em placas revestidas com gel de agarose, cultura em gota suspensa e cultura em placas com superfície não aderente, esta última técnica é de simples e rápida execução e resultou em um alto desempenho para formação de esferóides e a resposta obtida foi a mais eficaz. Neste modelo de cultivo tridimensional foi possível a observação de transportadores importantes relacionados à RMD que possibilitarão estudos futuros em relação à compreensão destes transportadores para drogas mais específicas ao melanoma humano (FARIA, 2018).

O tratamento do adenocarcinoma pulmonar, outro tipo de câncer de difícil tratamento, apresentou boa resposta ao quimioterápico Cisplatina, que age ligando-se diretamente ao DNA, impedindo a replicação e provocando a morte celular, porém, ao longo do tratamento pode se originar uma resistência à Cisplatina. Por esta razão estudos estão sendo direcionados à pesquisa de moléculas mais eficazes para o tratamento deste tipo de câncer. O início das análises começa com o cultivo em monocamada (2D) e depois em 3D. O cultivo em 3D promove uma barreira biológica à difusão de fármacos que se distribuirão pelas camadas de células, semelhante ao que ocorre *in vivo*. O cultivo da

linhagem A549 de adenocarcinoma de pulmão foi o tipo escolhido para este rastreio de moléculas com potencial antitumorais e segundo o estudo, o modelo 3D foi considerado o ideal para o rastreio de possíveis agentes antitumorais (BATISTA, 2019).

Para o sistema imunológico a motilidade é de extrema importância para que suas funções sejam bem realizadas, estas características são apresentadas como um diferencial das culturas 3D em relação às 2D. Em estudos com linfócitos T humanos, observou-se que em ambiente 3D recoberto por Matrigel que é uma base formada por diversas proteínas estruturais, proteoglicanos e fatores de crescimento que mimetizam o ambiente extracelular de muitos tecidos e, ativado por anticorpos do tipo anti-CD3, a capacidade de migração foi potencializada em até três vezes, porém em estudos com linfócitos T citotóxicos e células neoplásicas, os linfócitos T citotóxicos tumor específicos, que apresentam receptores para determinados tipos tumorais, não demonstraram a mesma capacidade de identificar células neoplásicas como em outros meios de cultura. Vários fatores podem influenciar este fenômeno. Ainda não se tem respostas definitivas para estes aspectos, mas dados sugerem que em um ambiente 3D, modificações morfológicas provoquem uma menor comunicação entre as células neoplásicas com Linfócitos T citotóxicos (LCTs). Essas conformações regulam a expressão gênica, reduzindo a capacidade ao ataque das LCTs. Sugere-se também, que a produção de ácido láctico que é aumentada pelas células neoplásicas cultivadas em forma de esferoides, dificulta a capacidade de proliferação e a de produção de citocinas por LCTs humanas. Outros relatos atribuem esta falha pela redução de proteínas de choque térmico (HSPs) ou pela alteração do metabolismo lipídico nas células neoplásicas cultivadas neste ambiente (CRUZ, 2015).

Áreas como a da farmacologia e neurobiologia também se beneficiaram diante dos métodos de cultura celular, através de indução de alterações e interações celulares utilizando fármacos ou por diferentes substâncias químicas, com esses métodos consegue-se produzir dados sobre as características destas células visando entender e ampliar o conhecimento sobre toxicidade e neurotoxicidade (MIGITA, 2012). A toxicidade também tem sido avaliada na área da fisiopatologia, de acordo com Elliot *et al.* (2010) muitos trabalhos têm sido realizados com o tecido hepático visando uma melhor compreensão das fisiopatologias hepáticas assim como, observação da ação de fármacos sobre o metabolismo e a toxicidade de xenobióticos sobre este tecido. E o cultivo de tecidos cardíacos é uma excelente ferramenta para que se entenda melhor como funciona o processo de insuficiência cardíaca, e também como uma ferramenta para estudar a regeneração do músculo cardíaco lesionado. Estes estudos são promissores e podem auxiliar no desenvolvimento de medicamentos que auxiliem o tratamento de doenças relacionadas ao coração (ELLIOT *et al.*, 2010).

Pesquisas também estão sendo realizadas com células tronco, pois os modelos tridimensionais possibilitam a compreensão dos mecanismos de diferenciação celular de osteoblastos humanos em osteócitos, por exemplo, facilitando o entendimento dos

processos envolvidos na metástase óssea. Além disso, muitos estudos estão sendo desenvolvidos em relação a aplicabilidade desses cultivos celulares associados a técnicas de engenharia tecidual (RAVI *et al.*, 2015). Segundo Alves (2012), ensaios com células do ligamento periodontal tem demonstrado uma grande capacidade regeneradora e de diferenciação em fibroblastos, cementoblastos e osteoblastos e quando associados à biomateriais elas têm proporcionado uma boa resposta na reparação óssea. Porém estudos mais detalhados são necessários para o entendimento das características fenotípicas dessas células quando cultivadas em matrizes 3D colagenosas e ou associadas à partícula de vidro bioativo (Biomaterial).

Macedo (2012) realizou ensaios utilizando células tronco espermatogoniais de camundongos neonatos com objetivo de comparar a diferenciação celular, e a indução da espermatogênese *in vitro* em sistemas de cultivo bidimensional (2D) e tridimensional (3D) com adição de gonadotrofinas aos meios de cultura. Ele observou que ambos os sistemas apresentaram formação e manutenção de “clusters” de espermatogônias, porém, o sistema 3D apresentou-se mais vantajoso, pois beneficiou a neoformação de estruturas císticas semelhantes a luz dos túbulos seminíferos, uma melhor suspensão celular, que favorece a recuperação e caracterização das células pós cultivo, sendo uma melhor alternativa para promover a espermatogênese *in vitro* e em um futuro ser mais facilmente utilizada junto de técnicas de reprodução assistida, porém, a fertilidade dessas células ainda é desconhecida.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cultivos tridimensionais (3D) se apresentam como importantes ferramentas para o estudo *in vitro*, sendo estas superiores ao cultivo em monocamadas (2D) pois fornecem resultados mais fidedignos ao obtidos pelos estudos com animais. Sua infinita aplicabilidade nas pesquisas de diferenciação celular em engenharia tecidual, em farmacologia e oncologia, além da área de imunologia, reforça o grande potencial a ser explorado nas culturas de células 3D.

Contudo, permanece a necessidade de ampliar os estudos com essas culturas, especialmente em abordagens envolvendo linfócitos citotóxicos e células tumorais, nas quais ainda não se obtém uma boa resposta. Além de tudo isso, estudos realizados com esse modelo celular representa um grande avanço na busca por métodos alternativos a experimentação animal, uma vez que as células tridimensionais mimetizam condições fisiológicas muito próximas daquelas oferecidas pelos organismos como, ratos, camundongos, cobaias, cachorros e macacos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. B. **Expressão dos fenótipos fibroblástico e osteoblástico em culturas tridimensionais na presença de partículas de vidro bioativo.** 2012. 164 f. Tese (Doutorado em Periodontia) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.
- BARBUGLI, P.A. **Estudo dos efeitos da terapia fotodinâmica na progressão tumoral e em modelos celulares tridimensionais.** 2010. 107f. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.
- BATISTA, J. E. S. **Uso do modelo celular tridimensional de adenocarcinoma de câncer de pulmão na triagem de compostos organocalcogênicos.** Dissertação - Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria - Rio Grande do Sul, 2019.
- CRUZ, K.S. **Interações celulares em ambiente tridimensional entre células híbridas dendriticas-tumorais e linfócitos humanos: em busca de estratégias de aprimoramento de vacina antitumoral.** 2015. 131 f: Tese (Doutorado em Imunologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- DO AMARAL, J. B. **Células MCF-7 como modelo 3D no estudo de câncer de mama humano.** 2010. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Tecidual) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- DO AMARAL, J. B.; MACHADO-SANTELLI, G. M. **A cultura em 3 dimensões e a sua aplicação em estudos relacionados a formação do lúmen.** Naturalia. V. 34, p.1-20, 2011.
- EDMONDSON, R.; BROGLIE, J. J.; ADCOCK, A. F.; YANG, L. Three-Dimensional Cell Culture Systems and Their Applications in Drug Discovery and Cell-Based Biosensors. Assay Drug Dev Technol. V. 12, ed. 4, p. 207–218, 2014.
- ELLIOT, N. T.; YUAN, FAN. **A Review of Three-Dimensional *in vitro* Tissue Models for Drug Discovery and Transport Studies.** Journal of Pharmaceutical Sciences. V. 100, n. 1, p. 59-74, 2010.
- FARIA, L.C. **Análise do perfil de expressão de genes relacionados à resistência a múltiplas drogas em cultura tridimensional de células de melanoma cutâneo humano.** 2018. Dissertação (Mestrado) - Ciências da Saúde da Universidade Federal de Goiás – Goiás, 2018.
- LANGHANS, S. A. Three-Dimensional in Vitro Cell Culture Models in Drug Discovery and Drug Repositioning. Front Pharmacology. 9:6, 2018.
- LAUAND, C. Avaliação da proliferação e migração celular mediadas pela ativação do EGFR em linhagens celulares de câncer de pulmão cultivadas como monocamadas e esferoides. 2015. 157f. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Tecidual) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, 2015.
- MACEDO, C. C. **Uso do sistema de cultivo bidimensional e tridimensional para diferenciação de células-tronco espermatogônicas e indução da espermatogênese *in vitro* em murinos.** 2012. 47f: Dissertação (Mestrado em Biologia Geral e Aplicada). Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, Botucatu, 2012.
- MIGITA, N. A. **Cultura celular *in vitro*: importância para a pesquisa biomédica e dimensão da problemática de autenticação de linhagens celulares.** 2012. 68f. Monografia (Bacharel em Ciências Biomédicas) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2012.
- PAMPALONI F., STELZER E. H. K., MASOTTI A. **Three-dimensional tissue models for drug discovery and toxicology.** Recent Pat Biotechnol. V. 3, p. 103–117, 2009.

RAVI, M.; V. PARAMESH, S. R.; ANURADHA, E.; PAUL SOLOMON, F. D. 3D **Cell Culture Systems: Advantages and Applications**. Journal of Cellular Phisiology, v. 230, p. 16-26, 2015.

SILVA, D. S. **Desenvolvimento do cultivo 3D a partir de células primárias de neoplasias mamárias caninas:** Estudo da apoptose sobre efeito ou não da carboplatina. 2014. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araçatuba, 2014.

YAMADA, K. M., CUKIERMAN, E. **Modeling Tissue Morphogenesis and Cancer in 3D.** Cell, v. 130, p. 601-610, 2007.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDSON DA SILVA - Possui graduação em Fisioterapia pela Fundação Educacional de Caratinga (2001). Obteve seu título de Mestre (2007) e o de Doutor em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Federal de Viçosa (2013). É especialista em Tecnologias Digitais e Inovação na Educação pelo Instituto Prominas (2020) e em Educação em Diabetes pela Universidade Paulista (2017). Realizou cursos de aperfeiçoamento em Educação em Diabetes pela parceria ADJ Diabetes Brasil, *International Diabetes Federation* e Sociedade Brasileira de Diabetes (2018). É professor e pesquisador da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, desde 2006, lotado no Departamento de Ciências Básicas (DCB) da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde (FCBS). Ministra disciplinas de Anatomia Humana para diferentes cursos de graduação. No Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente atua na linha de pesquisa Educação, Saúde e Cultura. É vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, no qual atua nas áreas de Nutrição e Saúde Coletiva. É líder do Grupo de Estudo do Diabetes credenciado pelo CNPq no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. Desde 2006 desenvolve ações interdisciplinares de formação em saúde mediada pela extensão universitária, entre elas várias coordenações de projetos locais, além de projetos desenvolvidos em Operações do Projeto Rondon com atuações nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. É membro da Sociedade Brasileira de Diabetes, membro de corpos editoriais e parecerista *ad hoc* de revistas científicas nacionais e internacionais da área de ciências biológicas e da saúde. Tem experiência na área da Saúde, atuando principalmente nos seguintes temas: Anatomia Humana; Diabetes *Mellitus*; Processos Tecnológicos Digitais e Inovação na Educação em Saúde; Educação, Saúde e Cultura.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ação Antimicrobiana 2
Amazônia Brasileira 55, 57, 63
Áreas Manejadas 212
Arnica Montana 1, 2, 3, 4, 5, 6
Aves 68, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 177, 182, 213, 220
Avifauna 105, 113, 114, 115, 116, 117, 126, 127, 128

B

- biociências 144, 145
Biociências 51, 78, 136, 143, 238, 262
Brassica Oleraceae 149, 161
Bromélia 203
Bromeliaceae 182, 183, 185, 191, 193, 197, 198, 201, 202, 203, 204, 206, 209, 210

C

- Caatinga 38, 40, 42, 103, 104, 105, 108, 113, 114, 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 184, 185, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254
Calliphoridae 19, 20, 24, 27, 28, 45, 46, 47, 48, 52
Campos Rupestres 83, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 195, 198, 201, 202
Candida Auris 8, 9, 10, 16, 17, 18
Cecidomyiidae 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 44
Chryssomya Albiceps 20
Chuva de Sementes 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 219, 221
Clorofila 152, 154, 239, 240, 241, 242, 243, 245
Controle Biológico Conservativo 149

D

- Diptera 19, 20, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 44, 46, 52, 63, 65, 162
Dispersão de Sementes 67, 73, 77, 78, 103, 105, 113, 211, 212, 213, 219, 220, 221, 248
Diversidade 56, 91, 103, 105, 115, 116, 118, 124, 125, 126, 127, 128, 159, 163, 164, 167, 169, 171, 186, 187, 201, 202, 220, 225

E

Ecologia 21, 77, 78, 81, 92, 102, 104, 105, 114, 127, 164, 172, 219, 221, 237, 253
Endemismo 83, 185, 186, 190
Entomologia 20, 21, 28, 44, 45, 46, 47, 52
Estrutura Foliar 203, 205, 209
Estrutura Trófica 115, 127

F

Feijão 108, 119, 153, 239, 241, 242, 243, 246, 250, 251, 252, 253
Fenologia 78, 182, 183, 219, 246, 247, 251, 253, 254
Fragmentação de Habitats 115, 228

G

Galha 30, 31, 35, 37, 43
Gestão Participativa 223

H

Herbário 30, 31, 185, 189, 200, 201, 202

I

Infecção Hospitalar 8, 9, 10
Inseto Galhador 35

M

Mamíferos 68, 76, 81, 86, 87, 89, 90, 92, 93, 94, 95
Mariluz 164, 168
Marsupiais 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78
Microbiota de Mosquito 55
Monumento Natural 80, 83, 93, 197, 200, 222, 223, 224, 230, 231, 232, 233

O

Ornitologia 104, 113, 114, 127, 128

P

Parque Científico e Tecnológico 136, 137, 141, 142, 143
Passagens de Fauna 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92
Peixe-Betta 96

Peixe-de-Briga-Siamês 96, 97
Pigmentos Fotossintetizantes 239
Planta Hospedeira 31, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44
Plantas Medicinais 2, 3, 7

Q

Queda de Folhas 247, 248, 249, 251, 252

R

Recursos Florais 175, 181, 182
restinga 31, 34, 203, 204, 205
Ruellia aspérula 182

S

Sarcophagidae 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 47
Segurança Alimentar 130

U

Uva-do-Japão 66, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Z

Zooplâncton 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 173

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas

www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas

www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 