

**Jéssica Aparecida Prandel
(Organizadora)**

Desafios Teóricos e Aplicados da Ecologia Contemporânea

Atena
Editora
Ano 2020



**Jéssica Aparecida Prandel
(Organizadora)**

Desafios Teóricos e Aplicados da Ecologia Contemporânea

Atena
Editora
Ano 2020



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os 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. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
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. 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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª 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
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

D441 Desafios teóricos e aplicados da ecologia contemporânea [recurso eletrônico] / Jéssica Aparecida Prandel. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-917-2
 DOI 10.22533/at.ed.172201301

1. Biodiversidade. 2. Ecologia. 3. Ecossistemas. I. Prandel, Jéssica Aparecida.

CDD 577.27

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Desafios teóricos e aplicados da ecologia contemporânea” apresenta em seus 8 capítulos discussões de diversas abordagens acerca do respectivo tema, onde encontram-se métodos e resultados que auxiliam nas tomadas de decisões voltadas principalmente a pesquisa científica e ao planejamento.

O estudo da ecologia é imprescindível para compreender o espaço e as modificações que ocorrem na paisagem. Com o crescimento acelerado da população e juntamente com a expansão da fronteira agrícola, observamos uma pressão sobre o meio ambiente, sendo necessário um equilíbrio entre o uso dos recursos naturais e a preservação do mesmo para promover a sustentabilidade dos ecossistemas, a fim de não prejudicar estas e as futuras gerações.

O uso desordenado dos recursos naturais, seja em áreas urbanas ou rurais afetam diretamente a qualidade do ambiente, dificultando ações de gestão e conservação. O estudo aprofundado da Ecologia em suas diversas ramificações pode contribuir para a elaboração de propostas visando à preservação e conservação ambiental dando maior suporte as ações de planejamento.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados às diversas áreas voltadas a Ecologia contemporânea. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento científico.

Os organizadores da Atena Editora entendem que um trabalho como este não é uma tarefa solitária. Os autores e autoras presentes neste volume vieram contribuir e valorizar o conhecimento científico. Agradecemos e parabenizamos a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, a Atena Editora publica esta obra com o intuito de estar contribuindo, de forma prática e objetiva, com pesquisas voltadas para este tema. Desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Jéssica Aparecida Prandel

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CALLIPHORIDAE ENCONTRADAS EM FAUNA CADAVERICA DE PORCO DOMÉSTICO (<i>SUS SCROFA DOMESTICUS</i> L.)	
Rayane Azevedo Rangel da Silva Gilson Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.1722013011	
CAPÍTULO 2	7
COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE AVES NO ENTORNO DO CAMPUS CAMPO GRANDE DO IFMS	
Berinaldo Bueno	
DOI 10.22533/at.ed.1722013012	
CAPÍTULO 3	19
EFEITOS DAS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS NA DIVERSIDADE FUNCIONAL DE PEIXES DE RIACHOS DA MATA ATLÂNTICA	
Rayssa Bernardi Guinato Mauricio Cetra	
DOI 10.22533/at.ed.1722013013	
CAPÍTULO 4	30
FILOGEOGRAFIA DO CARUNCHO DO FEIJÃO <i>ZABROTES SUBFASCIATUS</i> (BOHEMANN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) NO BRASIL	
Jefferson de Brito Marthe Raul Narciso Carvalho Guedes Luiz Orlando de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.1722013014	
CAPÍTULO 5	41
INFLUÊNCIA DO HIDROCONDICIONAMENTO DE SEMENTES NO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUUM</i> (VELL.) MORONG SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO	
Alyne Fontes Rodrigues de Melo Elizamar Ciríaco da Silva Rafael Silva Freitas Maria Fernanda da Costa Oliveira Marcos Vinicius Meiado	
DOI 10.22533/at.ed.1722013015	
CAPÍTULO 6	52
LABORATÓRIO DO IFES CAMPUS IBATIBA DE PORTAS ABERTAS: EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA NA REGIÃO DO CAPARAÓ	
Aldo Marcello Costa Bicalho Marcella Piffer Zamprogno Machado Barreiros Paula Karolina Rangel Amorim Romário Alves Carvalho Jefferson Nascimento Braga	
DOI 10.22533/at.ed.1722013016	

CAPÍTULO 7	57
MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM MINAS GERAIS	
Felipe Santos Pacheco	
Rafael Rodrigues Sampaio	
Giovane Ambrosio Ferreira	
Fabiano Aguiar da Silva	
Pedro Henrique Nobre	
DOI 10.22533/at.ed.1722013017	
CAPÍTULO 8	69
UM MODELO DE CONTROLE QUÍMICO DO PULGÃO-DA-SOJA	
Magda da Silva Peixoto	
Sílvia Maria Simões de Carvalho	
Laécio Carvalho de Barros	
Rodney Carlos Bassanezi	
Estevão Esmi Laureano	
Weldon Alexander Lodwick	
DOI 10.22533/at.ed.1722013018	
SOBRE A ORGANIZADORA	78
ÍNDICE REMISSIVO	79

CALLIPHORIDAE ENCONTRADAS EM FAUNA CADAVERICA DE PORCO DOMÉSTICO (*Sus scrofa domesticus* L.)

Data de aceite: 02/01/2020

Rayane Azevedo Rangel da Silva

Centro Universitário São Camilo, Ciências
Biológicas.

Cachoeiro de Itapemirim – ES

Gilson Silva Filho

Centro Universitário São Camilo, Professor de
Biologia Forense

Cachoeiro de Itapemirim – ES

RESUMO: A entomologia forense é aplicada em sua maioria no (IPM) Intervalo Pós Morte, mediante o tempo de desenvolvimento pós-embrionário de dípteros cadavéricos. Nesse sentido, como forma de ampliar o conhecimento da fauna de Díptera cadavérica ocorrente no Espírito Santo, este trabalho teve como principal objetivo inventariar as espécies deste táxon associadas à decomposição cadavérica de *Sus scrofa domesticus* em um fragmento florestal situado no Timbó, no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES. A carcaça do suíno que pesava 22 kg, morto por causas naturais, foi obtida por doação de um criadouro particular situado no município. A carcaça foi colocada dentro de uma área telada para evitar animais oportunistas. Os Díptera foram coletados tanto nas fases adulta, larval e de ovos e transportados ao laboratório de Ecologia e Entomologia do Centro

Universitário São Camilo, ES. Os ovos e as larvas foram mantidos em carne moída a uma temperatura de 28°-30°C, umidade de 70-75% e luminosidade de 14-10 fotofase e Escotofase, respectivamente até a obtenção de adultos. A coleta de larvas e adultos foi realizada durante todos os estágios de decomposição da carcaça, até a fase de esqueletização. Os 941 adultos foram identificados, mediante a utilização de chaves dicotômicas para dípteros adultos. Foi observada a maior abundância de Calliphoridae do gênero *Chrysomya* durante a decomposição da carcaça. A principal característica dessa família é o corpo de coloração metálica, azul, verde ou arroxeadada e, às vezes, amarelado, arista plumosa em todo comprimento, duas a três cerdas notopleurais e nervura M1+2 fortemente curvada.

PALAVRAS-CHAVE: Fauna Cadavérica, Dípteras, Entomologia forense, Intervalo pós morte.

CALLIPHORIDAE FOUND IN DOMESTIC PIG (*Sus scrofa domesticus* L.)

ABSTRACT: Forensic entomology is mostly applied in the Postmortem Interval (IPM) by the time of postembryonic development of cadaverous dipterans. In this sense, as a way to broaden the knowledge of the cadaverous Diptera fauna occurring in Espírito Santo, this

work had as main objective to inventory the species of this taxon associated with the cadaverous decomposition of *Sus scrofa domesticus* in a forest fragment located in Timbó, Cachoeiro. from Itapemirim, ES. The carcass of pig weighing 22 kg, killed by natural causes, was obtained by donation from a private breeding site located in the municipality. The carcass was placed inside a screened area to avoid opportunistic animals. Diptera were collected in both the adult, larval and egg phases and transported to the Ecology and Entomology laboratory of the São Camilo University Center, ES. The eggs and larvae were kept in ground meat at a temperature of 28°-30°C, humidity of 70-75% and luminosity of 14-10 photophase and scotophase, respectively, until adulthood. Larvae and adults were collected during all carcass decomposition stages, until the skeletonization phase. The 941 adults were identified using dichotomous keys for adult dipterans. The largest abundance of Calliphoridae of the genus *Chrysomya* was observed during carcass decomposition. The main feature of this family is the metallic, blue, green or purplish body and sometimes yellowish, feathery edge along its length, two to three notopleural bristles, and strongly curved M1 + 2 rib.

KEYWORDS: Cadaveric Fauna, Diptera, Forensic Entomology, Postmortem Interval.

INTRODUÇÃO

Representantes de Díptera estão relacionados a diversos ambientes (BORROR & DeLONG, 1998). Devido a essas características esses indivíduos são utilizados nas avaliações forenses, pois também são os mais rápidos a localizarem os cadáveres (OLIVEIRA-COSTA et al, 2012).

A entomologia forense é aplicada em sua maioria no (IPM) Intervalo Pós Morte, que tem por função a datação da morte do corpo encontrado através dos insetos coletados. Também por associação aos dados de temperatura, podendo assim estimar em laboratório de acordo com o tempo de desenvolvimento pós-embrionário registrado na literatura para cada espécie.

Pinheiro et al. (2012), afirmam que quando as condições do tempo são favoráveis, a chegada de dípteros ao corpo e a oviposição ocorre dentro de poucos minutos após a morte. Entretanto o local em que o cadáver estiver deposto, pode afetar a velocidade de decomposição, ou dificultar o acesso da entomofauna ao corpo. (SMITH, 1986)

Os Dípteras em questão são considerados como um dos melhores grupos decompositores (OLIVEIRA-COSTA et al, 2012). Assim estudar e avaliar quantas espécies estavam associadas à decomposição cadavérica de *Sus scrofa domesticus* será de grande valia para ampliação dos horizontes da entomologia forense no estado do Espírito Santo. Assim esse trabalho teve como objetivo conhecer a fauna de moscas da família Calliphoridae que estavam associadas à Carcaça de porco doméstico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no timbó, área rural de Cachoeiro de Itapemirim-ES, do dia 08 a 29 de abril de 2016, no qual teve como metodologia de ensino-aprendizagem, o cadáver de um porco doméstico (*S. scrofa domesticus*) que possuía 22kg, onde este foi doado por um criadouro situado no município, em que sua morte se deu por causas naturais.

Foi confeccionada uma estrutura de madeira - para depósito da carcaça – com 1,30x1,30x1,30m, no qual foi revestida por arame, com uma abertura na lateral facilitando a passagem (Figura 1). Ao redor do corpo foram colocadas armadilhas tipo *pitfall*.



Figura 1: Estrutura para o experimento.



Figura 2: Calliphoridae chegando no 2º dia.

Foi-se obtidas durante todo o processo de decomposição, as temperaturas do local, sendo estas através de termo-higrômetros digitais, que ficaram próximo à estrutura durante toda a pesquisa. As temperaturas da massa de larva e do solo, também foram tiradas. Sendo coletadas amostras de cada inseto encontrado no corpo (Figura 2). Havendo coletas também de larvas e ovos, nos quais foram levados para laboratório para a criação e obtenção de adultos, mediante a criações em laboratório com carne moída a uma temperatura de 28°-30°C, umidade de 70-75% e luminosidade de 14-10 fotofase e Escotofase, respectivamente até a obtenção de adultos, em uma estrutura montada com potes, areia, copinhos, e filó (Figura 3). As moscas que eclodiram no laboratório foram identificadas em morfoespécie.

Todos os dados foram coletados a cada 2 horas durante todos os estágios de decomposição da carcaça, até a fase de esqueletização. (Figura 4)



Figura 3. Criação em laboratório



Figura 4. Final da decomposição do porco

Para a identificação das Calliphoridae, foram utilizadas algumas chaves de identificação, onde nos possibilitou ver as pequenas, porém pertinentes variações existentes em uma família, onde está obtém uma diversidade muito vasta ao que se trata de gênero e espécies.

A principal característica da família Calliphoridae é o corpo de coloração metálica, podendo esta ser, azul, verde ou arroxeadada e, às vezes, amarelado. Possui arista plumosa em todo comprimento, duas a três cerdas notopleurais e nervura M1+2 fortemente curvada. (OLIVEIRA-COSTA, 2007).

A forma de identificação utilizada para separação dos gêneros e espécies foi: a) caliptra, expansão existente sob a asa; b) espiráculo anterior, abertura respiratória existente na lateral do tórax; c) asas; d) cerdas acrosticais pós-suturais, cerdas no tórax localizadas após a sutura transversal (Figura 5). (ROSA et. al 2004)

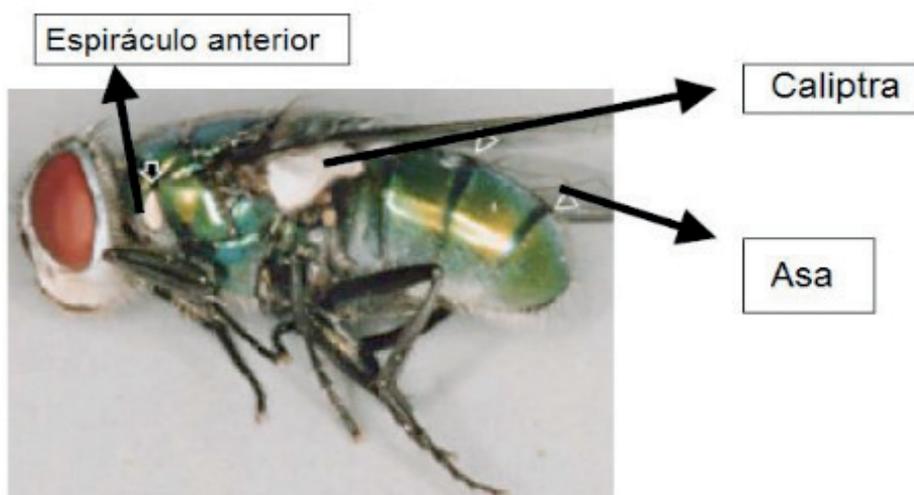


Figura 5. Caracteres Taxonômicos (Vista Lateral)

Os resultados obtidos durante toda a pesquisa, foram aqui descritos, dando ênfase na família Calliphoridae, em que esta teve predominância na região onde foram realizadas as coletas, apenas no gênero *Chrysomya*, nas espécies *C. Albiceps*, *C. megacephala* e *C. Putoria*. Sendo que isso se deu, devido ao clima. No qual influencia

na diversificação das espécies e gêneros.

RESULTADOS

As moscas já separadas morfológicamente, foram analisadas via lupa eletrônica com a finalidade de uma separação mais específica, onde identificamos parte das moscas, em que havia um total de 941 espécimes, divididas em 133 Sarcophagidae e 645 Calliphoridae, sendo uma porcentagem maior de *C. Albiceps*, mediana de *C. putoria*, e por fim uma pequena porcentagem de *C. megacephala*. Houve também a presença de outras espécies, nas quais não foi possível a identificação.

De acordo com Freire (1914) (Freire 1991 apud Carvalho, 2003) o Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo na fauna cadavérica, porém seu clima varia muito, e isto exige estudos de cada região. Com isso pode-se observar que a variedade de espécies se dá devido ao clima.

Keh (1985) afirma que os insetos relacionados à fauna cadavérica estão classificados de quatro formas: necrófagos, que se alimentam do tecido em decomposição, onívoros insetos que se alimentam da fauna associada ao cadáver, parasitas e predadores que se alimentam e utilizam da entomofauna cadavérica (PARADELA *etal*, 2007; MEIRA & BARROS, 2015).

As larvas de Díptera possuem uma variação morfológica tão grande que não existe um caráter que as diferenciem das outras ordens de insetos (TESKEY, 1981; COURTNEY & MERRITT, 2008). No entanto os Dípteras possuem caráter comum entre si, a ausência de pernas torácicas. Segundo Benecke (2001) a ordem Díptera é uma das que possuem maior importância na colonização do cadáver, onde é representada por um número de indivíduos frequentemente elevado. Enfatizando especialmente a família Calliphoridae, pois atuam em todas as fases da decomposição, e possui espécies que podem ser utilizadas como ferramenta para o cálculo do IPM (GOFF, 1993).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de insetos auxilia de maneira significativa à justiça, sendo está técnica de tamanha importância e tornando-se indispensável, devido à possibilidade de estimativa do intervalo pós-morte (IPM) de determinado cadáver. Com isso o trabalho realizado pelo perito em conjunto com o do entomologista, vem a ser mais eficaz e possibilita a estes um resultado com mais exatidão.

Logo, é de suma importância a identificação das espécies encontradas, onde estas possibilitam uma datação estimada de morte, devido ao seu ciclo biológico que pode ser encontrado em bibliografias, em que estas são comumente utilizadas no processo de identificação e realização da solução do caso em questão. Visto que, há uma diversidade grande no que se diz respeito a Díptera relacionadas a fauna

cadavérica, é possível dizer que nesta região há uma maior predominância de Calliphoridae do gênero *Chrysomya*.

REFERÊNCIAS

DE CARVALHO, C. J. B.; RIBEIRO, P. B. Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 9, p. 169-173, 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Claudio_De_Carvalho2/publication/259465561_Chave_de_identificacao_das_especies_de_Calliphoridae_Diptera_do_Sul_do_Brasil/links/0deec52bdb0eeb0f4f000000.pdf>. Acesso em 10 de Maio de 2016.

DE SANTANA, Camila Santos; BOAS, Daniel Siquieroli Vilas. **Entomologia forense: insetos auxiliando a lei**. 2012. Disponível em: <http://sites.unisant.br/revistaceciliana/edicao_08/5.pdf> Acesso em: 13 de Junho de 2016.

MARINONI, Luciane; MORALES, Mírian Nunes; SPALER, I. Chave de identificação ilustrada para os gêneros de Syrphinae (Diptera, Syrphidae) de ocorrência no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 1, p. 145-160, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/bn/v7n1/18.pdf>> Acesso em: 06 de Junho de 2016.

OLIVEIRA-COSTA, J. 2007. **Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios**. Campinas: Millennium 2ª ed. 425 p.

OLIVEIRA-COSTA, Janyra; OLIVEIRA, Rodrigo Gonçalves de; BASTOS, Caroline da Silva. DIPTERA CALLIPHORIDAE DE IMPORTÂNCIA FORENSE NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 16, n. 16, p. 41-52, 2013. Disponível em: <http://www.castelobranco.br/sistema/novoenfoque/files/16/4_JanyraOliveira14062013_VF.pdf> Acesso em: 23 de junho de 2016.

Pinho, L.C. 2008. Diptera. In: Guia *on-line*: **Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: <<http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>>. Acesso em: 6 de Junho de 2016.

COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE AVES NO ENTORNO DO CAMPUS CAMPO GRANDE DO IFMS

Data de aceite: 02/01/2020

Berinaldo Bueno

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Mato Grosso do Sul
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

RESUMO: Com o crescente processo de urbanização mundial, investigações dos padrões de diversidade de aves em áreas urbanas estão se tornando comuns. A maioria dos conhecimentos sobre avifauna urbana provém do Hemisfério Norte e nas cidades sul-americanas existem poucos estudos. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, está numa região do Cerrado considerada área prioritária para a conservação da avifauna. Assim, o presente estudo visou determinar e analisar a composição da comunidade de aves no entorno do Campus Campo Grande do IFMS. A coleta de dados foi realizada em 20 pontos amostrais próximos do IFMS durante uma semana em fevereiro de 2016, usando a técnica de pontos fixos de contagem. Em cada ponto amostral foram registradas todas as aves vistas e/ou ouvidas em um raio de 50 m. Foram registrados 125 contatos de 28 espécies de aves pertencentes a 13 famílias e 05 ordens. A comunidade de aves é constituída principalmente por poucas

espécies comuns e bastante abundantes em todos os pontos, certamente porque o ambiente urbano não fornece todos os recursos que todas as espécies precisam. Além disso, as espécies possuem baixa sensibilidade à perturbação antrópica e são independentes de ambientes florestais. Estudos mais abrangentes devem ser realizados para se conhecer melhor a avifauna existente na área urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Urbanização, avifauna, conservação, Cerrado.

BIRD COMMUNITY COMPOSITION AROUND THE CAMPO GRANDE IFMS CAMPUS

ABSTRACT: With the increasing of global urbanization process, investigations of bird diversity patterns in urban areas are becoming common. Most of our knowledge about urban avifauna comes from the Northern Hemisphere and in South American cities there are few studies. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, is located in a Cerrado region considered a priority area for bird conservation. Thus, the present study aimed to determine and analyze the bird community composition around the Campo Grande IFMS Campus. Data collection was conducted at 20 sampling points near IFMS for one week in February 2016, using the fixed counting point technique. At each sampling point all birds seen and/or heard within 50 m were

recorded. There were 125 contacts of 28 bird species belonging to 13 families and 05 orders. Bird community identified is constituted mainly by few common and abundant species because the urban environment does not provide all the resources that all species need. In addition, species have low sensitivity to anthropic disturbance and species are independent of forest environments. More comprehensive studies should be undertaken to better understand avifauna in the urban area.

KEYWORDS: Urbanization, avifauna, conservation, Cerrado.

1 | INTRODUÇÃO

A urbanização é o processo que transforma as áreas naturais em estruturas artificiais para atender as necessidades dos seres humanos (Gilbert 1989), promovendo a substituição de espécies nativas locais por espécies exóticas de ampla distribuição (McKinney 2006, Chace & Walsh 2006). Estudos sobre o efeito da urbanização em espécies de mamíferos, répteis, anfíbios, invertebrados e plantas evidenciaram que a riqueza de espécies destes grupos tende a ser reduzida em áreas urbanas (McKinney 2008), assim como para a maioria das aves (Chace & Walsh 2006).

No Brasil, tem aumentado consideravelmente a quantidade de estudos com a avifauna nas cidades (Sacco *et al.* 2013), os quais têm encontrado distintas riqueza, abundância e diversidade nos biomas onde foram realizados (Monteiro & Brandão 1995, Franchin & Marçal Júnior 2004, Pinheiro *et al.* 2008, Ponço *et al.* 2013, Moraes 2016). No Mato Grosso do Sul, poucos estudos com aves foram conduzidos em áreas urbanas, apesar do estado ter uma população que vive predominantemente nos centros urbanos (85,64% da população), especialmente na capital Campo Grande (aproximadamente 900 mil habitantes, PLANURB 2017).

Segundo Nunes *et al.* (2017), Mato Grosso do Sul apresenta uma diversificada avifauna (630 espécies) devido a ocorrência de fitofisionomias e paisagens únicas no Brasil, como o Pantanal, o Chaco e os Bosques Chiquitanos, além das formações típicas de Cerrado que cobrem 61% do estado (Machado *et al.* 2004). O Cerrado é reconhecido como a maior e mais ameaçada savana tropical do mundo, sendo um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (Silva & Bates 2002). Silva (1995a) avaliou os inventários de avifauna do Cerrado e descobriu que diferentes áreas do bioma, como a cidade de Campo Grande, não têm sua avifauna “minimamente estudada”, sendo estas localidades prioritárias para a realização de estudos da avifauna. Assim, considerando o acelerado crescimento das cidades e que as comunidades de aves urbanas carecem de estudos, especialmente nas áreas prioritárias para a realização de inventários, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar a comunidade de aves ocorrente no entorno do *Campus* Campo Grande do IFMS, tomando por base a riqueza, abundância, estrutura trófica, sensibilidade às perturbações antrópicas e dependência de ambientes florestais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área urbana de Campo Grande possui aproximadamente 360 km², existindo diversas áreas verdes que correspondem a 2,4% da paisagem urbana (PLANURB 2017, Figura 1A). Na região predominam as fitofisionomias típicas do Cerrado (PCBAP 1997, Lugini et al. 2007) e áreas de transição entre Cerrado/Floresta Estacional Semidecidual e áreas antropizadas utilizadas para agropecuária (PLANURB 2017). Devido aos processos antrópicos, a vegetação original apresenta-se amplamente descaracterizada, restando formações secundárias em avançado estágio de regeneração (SEMA 2000). O clima da região situa-se na faixa de transição entre os subtipos Tropical de Monção (Am) e Tropical com Estação Seca de Inverno (Aw). A precipitação média anual é de 1.300-1.900 mm e se distribui de forma irregular em um período chuvoso (outubro-março) com temperatura média de 24°C e outro período seco (abril-setembro) com temperatura média de 20°C (Alvares *et al.* 2013).

Pontos amostrais e amostragem da avifauna

Os pontos amostrais foram definidos a partir da análise de uma imagem de satélite da cidade de Campo Grande que foi utilizada em um estudo ecológico mais amplo da avifauna da cidade (Figura 1). Dentro do raio de 01 quilômetro no entorno do Campus provisório do IFMS (espaço do antigo Colégio Latino Americano), foram estabelecidos vinte pontos de contagem da avifauna, sendo a distância, mínima, entre pontos de 200 m (Godoi et al. 2016). O observador permaneceu 10 minutos em cada ponto de observação e registrou todas as aves vistas e/ou ouvidas num raio de 50 m. A coleta de dados foi realizada durante uma semana de fevereiro de 2016 (estação chuvosa), pois neste período do ano a riqueza e a abundância das aves aumentam devido à maior disponibilidade de recursos alimentares e as atividades reprodutivas e migratórias de muitas espécies (Sick 2001, Cruz & Piratelli 2011). As amostragens foram realizadas sempre no período da manhã (três primeiras horas do alvorecer), evitando-se contagens sob condições meteorológicas adversas. Cada ponto de contagem da avifauna foi visitado somente uma vez. As aves foram identificadas por meio de visualização direta, reconhecimento auditivo e por registros fotográficos, além de bibliografia específica e consulta ao Wikiaves (2017). A ordem sistemática e a nomenclatura científica seguiram Piacentini et al. (2015).

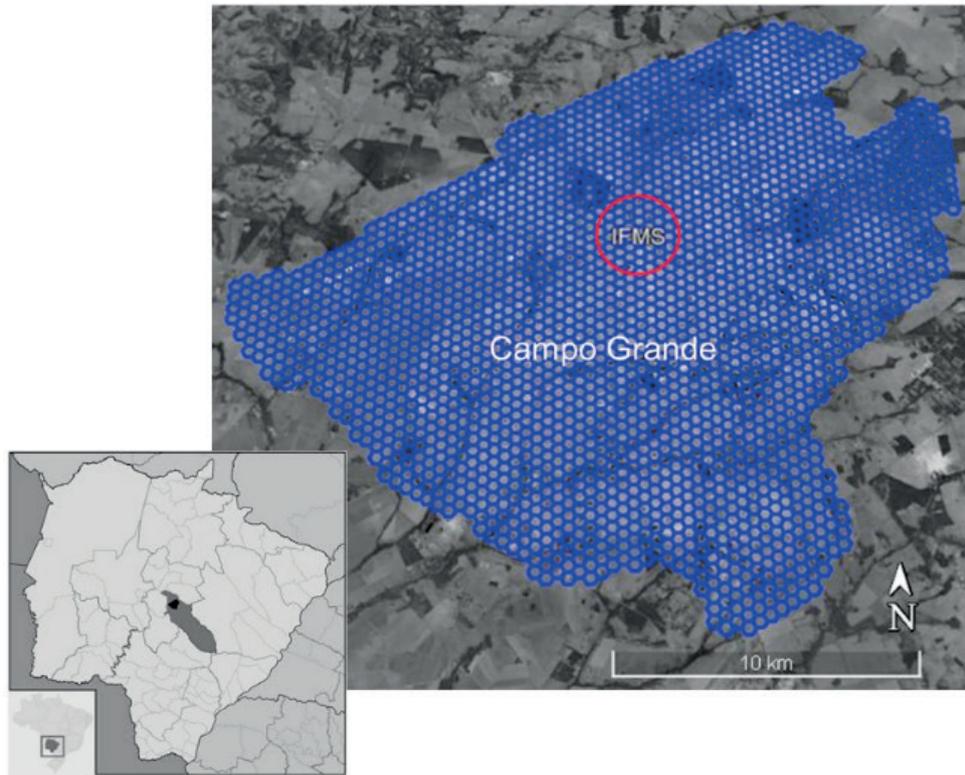


Figura 1. Localização do local de estudo no entorno (círculo vermelho) do *Campus* provisório do IFMS na cidade de Campo Grande (área azul), Mato Grosso do Sul.

Análise dos dados

As diferentes espécies de aves foram classificadas segundo o status de endemismo (Silva 1995b, MMA 2008) e o grau de ameaça de extinção nacional (Silveira & Straube 2008) e internacional (IUCN 2016). Além disso, as espécies foram agrupadas em categorias tróficas (CT) baseando-se em Sick (2001) e observações pessoais, sendo consideradas as seguintes categorias: carnívoros (CR), frugívoros (FR), granívoros (GR), insetívoros (IN), malacófagos (MA), nectarívoros (NE), necrófagos (NR), onívoros (ON) e piscívoros (PS). A classificação das espécies quanto ao grau de sensibilidade a perturbações antrópicas (SPA) foi escalonada em baixa (B), média (M) e alta (A), seguindo Stotz *et al.* (1996). Conforme proposto por Silva (1995c), as espécies foram categorizadas em função da sua dependência de ambientes florestais (DAF), sendo separadas em independentes (I), semidependentes (SD) e dependentes (D).

A Frequência de Ocorrência (FO) foi calculada a partir do número de pontos amostrais em que cada espécie foi registrada, dividido pelo número total de pontos amostrados (Naka *et al.* 2002). Dessa forma, pode-se determinar se uma espécie de ave é comum ($FO \geq 75\%$), relativamente comum (50-74%), incomum (25-49%), rara ($FO < 25\%$) e extremamente rara ($FO = 1$ ou 2 registros, Naka *et al.* 2002).

3 | RESULTADOS

Foram registrados 125 contatos de 28 espécies de aves pertencentes a 13 famílias e 05 ordens. A Ordem Passeriformes incluiu a maioria das espécies (57,14%), com destaque para as famílias Tyrannidae e Traupidae (N=04) e Turdidae (N=02) que juntas somaram quase metade das espécies inventariadas. Dentre as ordens não-Passeriformes, a mais representativa foi Columbidae (N=06, Tabela 1).

Nome do Táxon	Nome em Português	CT	SPA	DAF	FO
Columbiformes					
Columbidae					
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha	GR	B	I	0,35
<i>Columbina picui</i>	rolinha-picuí	GR	B	I	0,10
<i>Columba livia*</i>	pombo-doméstico	ON	B	I	0,75
<i>Patagioenas picazuro</i>	asa-branca	GR	M	SD	0,15
<i>Patagioenas cayennensis</i>	pomba-galega	GR	M	D	0,05
<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	GR	B	I	0,45
Cuculiformes					
Cuculidae					
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	IN	B	I	0,10
<i>Guira guira</i>	anu-branco	IN	B	I	0,05
Apodiformes					
Trochilidae					
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura	NE	B	I	0,20
<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	NE	M	SD	0,05
Psittaciformes					
Psittacidae					
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	periquitão	FR	B	SD	0,05
<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-de-encontro-amarelo	FR	M	SD	0,45
Passeriformes					
Thamnophilidae					
<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	IN	B	SD	0,05
Furnariidae					
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	IN	B	I	0,55
Rhynchocyclidae					
<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio	IN	B	SD	0,10
Tyrannidae					
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	ON	B	I	0,50
<i>Machetornis rixosa</i>	suiriri-cavaleiro	IN	B	I	0,10
<i>Tyrannus albogularisMi</i>	suiriri-de-garganta-branca	IN	B	I	0,05
<i>Tyrannus melancholicusMi</i>	suiriri	IN	B	I	0,20
Vireonidae					
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	pitiguari	IN	B	SD	0,10
Turdidae					
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	ON	B	I	0,35

<i>Turdus amaurochalinus</i> Mi	sabiá-poca	ON	B	SD	0,05
Mimidae					
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo	ON	B	I	0,10
Thraupidae					
<i>Tangara sayaca</i>	sanhaço-cinzento	FR	B	SD	0,45
<i>Tangara palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro	FR	B	SD	0,05
<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	GR	M	I	0,35
<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	NE	M	SD	0,15
Passeridae					
<i>Passer domesticus</i> *	pardal	ON	B	I	0,30

Tabela 1. Lista das espécies registradas no entorno do Campus provisório do IFMS na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, durante uma semana em fevereiro de 2016. * Espécies introduzidas no Brasil. Mi Espécies com movimentos migratórios sazonais. Categorias Tróficas (CT): frugívoros – FR, granívoros – GR, insetívoros – IN, nectarívoros – NE e onívoros – ON. Sensibilidade às Perturbações Antrópicas (SPA): baixa – B, média – M e alta – A. Dependência de Ambientes Florestais (DAF): independentes – I, semidependentes – SD e dependentes – D. Frequência de Ocorrência (FO).

As aves registradas foram predominantemente nativas do território nacional, exceto o pombo-doméstico (*Columba livia*) e o pardal (*Passer domesticus*) que são espécies introduzidas no Brasil. Não foram identificadas espécies endêmicas do Cerrado e/ou do Brasil, bem como espécies ameaçadas de extinção.

Ao menos 03 espécies (10,71%) apresentaram movimentos migratórios sazonais (Tabela 1), possivelmente utilizando a área urbana de Campo Grande como ponto de passagem ou permanência temporária.

Insetívoros (32%) foi a categoria trófica mais representativa, enquanto nectarívoros (11%) foi a categoria menos expressiva (Figura 2). Em relação à sensibilidade à perturbação antrópica, aproximadamente 80% das espécies de aves registradas apresentam baixa sensibilidade a perturbações, não havendo espécies com alta sensibilidade (Figura 2). Quanto à dependência de ambientes florestais, a maior parte das espécies independe de ambientes florestais, porém a pomba-galega (*Patagioenas cayennensis*) foi a única espécie dependente (Figura 2).

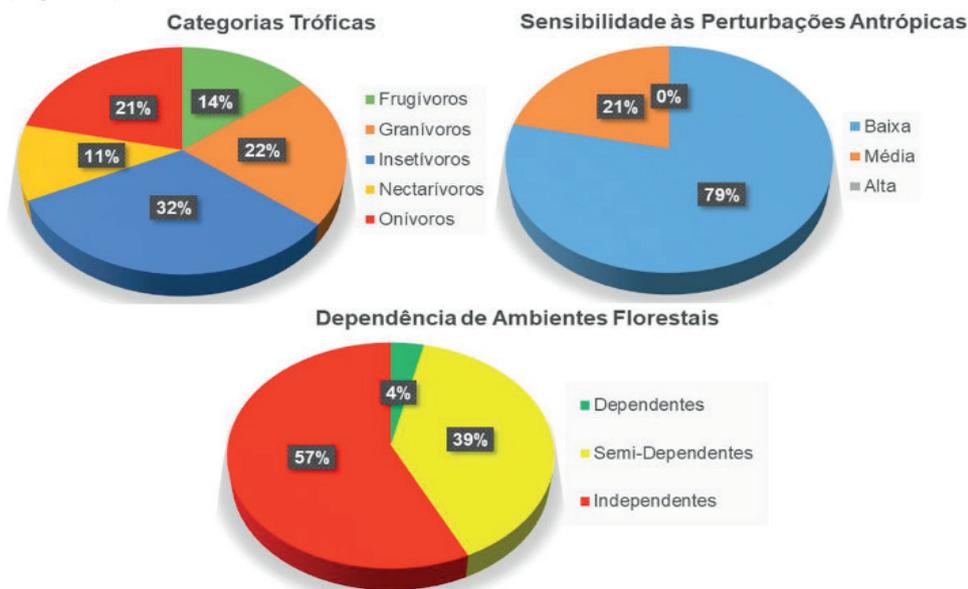


Figura 2. Classificação da avifauna registrada no entorno do Campus provisório do IFMS na cidade de Campo Grande, MS quanto às Categorias Tróficas (CT), à Sensibilidade às Perturbações Antrópicas (SPA) e à Dependência de Ambientes Florestais (DAF).

Segundo a frequência de ocorrência, 01 espécie foi considerada comum, 02 relativamente comuns, 07 incomuns, 04 raras e 14 extremamente raras. As espécies com maior frequência de ocorrência foram o pombo doméstico, o joão-de-barro (*Furnarius rufus*) e o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), as quais ocorreram em 15, 11 e 10 pontos amostrais, respectivamente. Por outro lado, 08 espécies foram registradas em apenas um ponto amostral.

4 | DISCUSSÃO

A quantidade de espécies de aves registrada neste trabalho representa 7,87% da avifauna citada para Campo Grande (Benites et al. 2014), 4,44% do total de espécies de Mato Grosso do Sul (Nunes *et al.* 2017) e cerca de 3,5% das espécies ocorrentes no Cerrado (Silva & Santos 2005).

As famílias Tyrannidae e Thraupidae geralmente são as mais ricas em espécies nos levantamentos de avifauna em ambientes urbanos (Pinheiro *et al.* 2008, Silva & Nakano 2008, Fuscaldi & Loures-Ribeiro 2008). Segundo Marini *et al.* (2009), a família Tyrannidae ocupa os mais diversificados ambientes, inclusive os urbanos, em função do hábito de alimentação generalista de grande parte das espécies, as quais utilizam uma ampla variedade de alimentos disponibilizados pela ação antrópica (Ponço et al. 2013, Oppliger et al. 2016). Além disso, os ambientes urbanos disponibilizam diferentes espaços para nidificação (postes de rede elétrica, calhas, muros e ninhos artificiais) que são amplamente utilizados pelos Tiranídeos (Ponço et al. 2013). Entre os Tiranídeos encontrados neste estudo destaca-se o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) que é uma espécie bastante conhecida no Brasil, ocorrendo desde áreas naturais abertas até formações florestais, bem como em áreas urbanas (Franchin 2009, Martins-Oliveira et

al. 2012). Esta espécie foi registrada em metade dos pontos amostrais neste estudo, sendo observada geralmente pousada nos fios elétricos ou telefônicos de onde partia e capturava insetos em voo ou sobre a vegetação.

Das 856 espécies de aves que ocorrem no Cerrado, 777 são nativas, 30 endêmicas, 49 migrantes e 32 possuem o status desconhecido (Silva & Santos 2005). Apesar não terem sido inventariadas espécies endêmicas, foram observadas três espécies migratórias: o suiriri-de-garganta-branca (*Tyrannus albogularis*), o suiriri (*Tyrannus melancholicus*) e o sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*). O registro destas espécies justifica-se pela localização de Campo Grande numa região do Cerrado que faz parte da rota das aves migrantes do Hemisfério Norte, sul da América do Sul e daqueles que realizam movimentos migratórios de menores escala dentro do Brasil e do Cerrado (Cavalcanti 1990, Silva 1995b, Ponço *et al.* 2013). A presença de espécies migrantes nas áreas urbanas durante os seus deslocamentos destaca a importância destes locais como sítios propícios para invernada, alimentação e reprodução, propiciando a continuidade dos seus ciclos de vida (Silva *et al.* 2014).

As espécies insetívoras predominaram no presente estudo, fato que também foi registrado em outros trabalhos realizados em áreas urbanas do Cerrado brasileiro (Franchin & Marçal Júnior 2004, Cruz & Piratelli 2011, Moraes 2016), inclusive no Mato Grosso do Sul (Ponço *et al.* 2013, Oppliger *et al.* 2016). A dominância da guilda de insetívoros era esperada, pois as aves insetívoras são naturalmente predominantes na região tropical (Sick 2001), especialmente aquelas espécies que forrageiam no ar e no solo como os Tiranídeos (Cruz & Piratelli 2011). Segundo Villanueva & Silva (1996), as aves insetívoras e onívoras destacam-se nos ambientes antropizados por tirarem proveito das interferências antrópicas. Nestes ambientes, as alterações promovidas pela urbanização tornam os recursos alimentares mais abundantes, favorecendo a prevalência das espécies com dietas flexíveis (Argel-De-Oliveira 1995). A matriz urbana disponibiliza alimento o ano todo para insetívoros, sendo os insetos um recurso não limitante para os insetívoros (Scherer *et al.* 2006). A baixa complexidade estrutural da vegetação urbana também contribui para o estabelecimento e a dominância das espécies de aves menos exigentes quanto à oferta de recursos, pois essas excluem as espécies mais especializadas que são competitivamente inferiores (Höfling & Camargo 1999).

Os dados de sensibilidade às perturbações antrópicas e do grau de dependência de ambientes florestais das aves registradas está de acordo com o esperado uma vez que o estudo foi conduzido próximo ao centro da cidade que geralmente é a região das cidades menos arborizadas e mais urbanizadas. Os estudos que avaliaram os efeitos da urbanização sobre a avifauna apontam que a riqueza de espécies florestais decresce significativamente de áreas suburbanas/periurbanas para o centro das cidades (Chace e Walsh 2006, McKinney 2008, Seress & Liker 2015). Isso ocorre porque durante o processo de urbanização as áreas nativas são substituídas por um

ambiente que dispõem de habitats e recursos que nem todas as espécies são capazes de se adaptar e/ou utilizar (MacGregor-Fors & Schondube 2011, Evans 2015). Dessa forma, as áreas mais urbanizadas são dominadas por espécies mais generalistas e tolerantes às modificações ambientais, sendo rara ou inexistente a presença de espécies florestais (Chace & Walsh 2006, Toledo et al. 2012, Sacco et al. 2015, Seress & Liker 2015). Isto ocorre porque os ambientes urbanos geralmente funcionam como um filtro para as comunidades de aves, de forma que a matriz urbana limita e/ou restringe a ocorrência das espécies (McKinney 2006). As aves sinantrópicas, por exemplo, são mais abundantes nas áreas construídas intensamente modificadas pela ação humana, já que nestes locais certas características das suas histórias de vida lhes propiciam e facilitam a sobrevivência (Evans et al. 2011). Por outro lado, as espécies florestais geralmente ocupam os habitats urbanos e suburbanos marginais que são menos modificados e preservam resquícios de vegetação natural (McKinney 2008).

A assembleia de aves do entorno do *Campus* provisório do IFMS caracteriza-se pela presença de espécies raras (FO < 15%) e, principalmente, extremamente raras (FO = 1 ou 2 registros) e a dominância de poucas espécies comuns (FO ≥ 75%), conforme padrão registrado para áreas urbanas brasileiras (Cruz & Piratelli 2011, Ponço et al. 2013, Sacco et al. 2013). As três espécies com maior frequência de ocorrência registradas neste estudo (pombo doméstico, joão-de-barro e bem-te-vi) também são citadas entre as mais frequentes em outros ambientes urbanos (Fuscaldi & Loures-Ribeiro 2008, Ponço et al. 2013, Sacco et al. 2013, Silva et al. 2014).

Portanto, este estudo registrou 28 espécies de aves no entorno do *Campus* provisório do IFMS, sendo umas poucas espécies bastante frequentes. Ficou evidenciada a presença de espécies migratórias e a dominância de espécies adaptadas ao ambiente urbano com baixa sensibilidade à perturbação antrópica e independentes de ambientes florestais. Entretanto, para que se conheça melhor a avifauna campo-grandense, é necessária a realização de estudos em maior escala espaço-temporal. Posteriormente, recomenda-se a realização de estudos específicos que avaliem qualitativa e quantitativamente as características do ambiente urbano, a fim de identificar e verificar quais características urbanas influenciam positiva ou negativamente a estruturação da comunidade de aves.

REFERÊNCIAS

Alvares, C. A., Stape J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M. & Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711-728. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507

Argel-de-Oliveira, M. M. 1995. Aves e vegetação em um bairro residencial da cidade de São Paulo (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia* 12(1), 81-92. DOI: 10.1590/S0101-81751995000100011

Benites, M. M. S., Severo-Neto, F., Fontoura, F. M., Pivatto, M. A. C., Hattori, H. & Ilha, I. M. N. 2014.

Guia de Aves de Campo Grande: áreas verdes. Campo Grande: ABF. 104 pp.

Cavalcanti, R. B. 1990. Migrações de aves do Cerrado. In: Azevedo-Jr, S. M. (Ed.). Anais do IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 110-116.

Chace, J. F. & Walsh, J. J. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*. 74, 46-69. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2004.08.007

Cruz, B. B. & Piratelli, J. A. 2011. Avifauna associada a um trecho urbano do Rio Sorocaba, Sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*. 11(4), 255-264. DOI: 10.1590/S1676-06032011000400022

Evans, K. L. Chamberlain, D. E., Hatchwell, B. J., Gregory, R. D. & Gaston, K. J. 2011. What makes an urban bird? *Global Change Biology*, 17(1), 32-44. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2010.02247.x

Franchin AG. 2009. Avifauna em áreas urbanas brasileiras, com ênfase em cidades do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Tese de doutorado. Universidade Federal de Uberlândia, 147 pp.

Franchin, A. G. & Marçal Júnior, O. 2004. A riqueza da avifauna no Parque Municipal do Sabiá, zona urbana de Uberlândia (MG). *Biotemas*, 17(1), 179-202. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/%25x>

Fuscaldi, R. G. & Loures-Ribeiro, A. 2008. A avifauna de uma área urbana do município de Ipatinga, Minas Gerais, Brasil. *Biotemas*, 21(3), 125-133. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n3p125>

Godoi, M. N., Souza, F. L., Laps, R. R. & Ribeiro, D. B. 2016. Composition and structure of bird communities in vegetational gradients of Bodoquena Mountains, western Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 88(1), 211-225. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620140723>

Höfling, E. & Camargo, H. F. A. 1999. *Aves no Campus*, v. 3. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. Retrieved December 07, 2016, from <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em 07 de dezembro de 2016.

Lugnani, J. S., Resende, U. M. & Bueno, M. L. 2007. Comparação entre duas formações vegetacionais arbóreas do Parque Estadual do Prosa-PEP, Campo Grande, MS. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(2), 453-455.

MacGregor-Fors, I., & Schondube, J. E. 2011. Gray vs. green urbanization: Relative importance of urban features for urban bird communities. *Basic and Applied Ecology* 12: 372-381.

Machado, R. B., Ramos Neto, M. B., Pereira, P. G. P., Caldas, E. F., Gonçalves, D. A., Santos, N. S., Tabor, K. & Steininger, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.

Marini, M. A., Lobo, Y., Lopes, L. E., França, L. F. & Paiva, L. V. 2009. Biologia reprodutiva de **Tyrannus savana** (Aves, Tyrannidae) em cerrado do Brasil Central. *Biota Neotropica*, 9(1), 55-63.

Martins-Oliveira, L., Leal-Marques, R., Nunes, C. H., Franchin, A. G. & Júnior, O. M. 2012. Forrageamento de **Pitangus Sulphuratus** e de **Tyrannus Melancholicus** (Aves: Tyrannidae) em habitats urbanos. *Bioscience Journal* 28(6): 1038-1050.

McKinney, M. L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*. 127, 247-260. DOI: 10.1016/j.biocon.2005.09.005

McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2008. Lista nacional das espécies da brasileira ameaçadas de extinção. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Retrieved June 30, 2016, from <http://www.mma.gov.br>.

Monteiro, M. P. & Brandão, D. 1995. Estrutura da comunidade de aves do “Campus Samambaia” da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. *Ararajuba*, 3, 21-26.

Moraes, A. F. G. 2016. Assembleia de aves no meio urbano e suas relações com áreas verdes. Botucatu, SP. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, p. 128.

Naka, L. N., Rodrigues, M., Roos, A. L. & Azevedo, M. A. 2002. Bird conservation on the island of Santa Catarina. *Bird Conservation International*, 12(1), 123-150. DOI: 10.1017/S095927090200208

Nunes, A. P., Straube, F. C., Laps, R. R. & Posso, S. R. 2017. Checklist das aves do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia Série Zoologia*, 107, 1-19. DOI: 10.1590/1678-4766e2017154

Oppliger, E. A., Fontoura, F. A., Oliveira, A. K. M., Toledo, M. C. B., Silva, M. H. S. & Guedes, N. M. R. 2016. Estudo da avifauna de três áreas verdes urbanas com diferentes características de paisagem e potencial turístico em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Atualidades Ornitológicas*, 192, 33-40.

PCBAP – Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai. 1997. Programa Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - Subcomponente Pantanal. Análise integrada e prognóstico da bacia do Alto Paraguai. Brasília: MMA/SEMAM/PNMA. p. 370.

Piacentini, V. Q., Aleixo, A., Agne, C. E., Maurício, G. N., Pacheco, J. F., Bravo, G. A., Brito, G. R. R., Naka, L. N., Olmos, F., Posso, S., Silveira, L. F., Betini, G. S., Carrano, E., Franz, I., Lees, A. C., Lima, L. M., Pioli, D., Schunck, F., Amaral, F. R., Bencke, G. A., Cohn-Haft, M., Figueiredo, L. F. A., Straube, F. C. & Cesar, E. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23(2), 91–298.

Pinheiro, R. T., Dornas, T., Reis, E. S., Barbosa, M. O. & Rodello, D. 2008. Birds of the urban area of Palmas, TO: composition and conservation. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 16(4), 339-347.

PLANURB – Instituto Municipal de Planejamento Urbano. 2017. Perfil Socioeconômico Campo Grande, Mato Grosso do Sul. 24 ed. rev. Campo Grande. Retrieved November 07, 2017, from <http://www.capital.ms.gov.br/sisgran/#/>.

Ponço, J. V., Tavares, P. R. A. & Gimenes, M. R. 2013. Riqueza, composição, sazonalidade e distribuição espacial de aves na área urbana de Ivinhema, Mato Grosso do Sul. *Atualidades Ornitológicas*, 174, 60-67.

Sacco, A. G., Bergmann, F. B. & Rui, A. M. 2013. Assembleia de aves na área urbana do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*, 13(2), 153-162. DOI: 10.1590/S1676-06032013000200014

Sacco, A. G., Rui, A. M., Bergmann, F. B., Müller, S. C. & Hartz, S. M. 2015. Perda de diversidade taxonômica e funcional de aves em área urbana no sul do Brasil. *Iheringia Série Zoologia*, 105(3), 276-287. DOI: 10.1590/1678-476620151053276287

Scherer, J. M. F., Scherer, A. L., Petry, M. V. & Texeira, É. C. 2006. Estudo da avifauna associada à área úmida situada no Parque Mascarenhas de Moraes, zona urbana de Porto Alegre (RS). *Biotemas*, 19: 107-110.

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente. 2000. Plano de Manejo para a Reserva Ecológica do Parque

dos Poderes. Estado do Mato Grosso do Sul. p. 127.

Seress, G., & Liker, A. 2015. Habitat urbanization and its effects on birds. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 61(4): 373-408.

Sick, H. 1966. As Aves do Cerrado como Fauna Arborícola. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 38(2), 355-363.

Sick, H. 2001. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, p. 912.

Silva, J. M. C. 1995a. Avian inventory of the cerrado region, South America: implications for biological conservation. *Bird Conservation International*, 5, 291-304. DOI: 10.1017/S0959270900001052

Silva, J. M. C. 1995b. Birds of the Cerrado Region, South America. *Steenstrupia*, 21, 69-92.

Silva, J. M. C. 1995c. Biogeographic analysis of the South American Cerrado avifauna. *Steenstrupia*, 21, 49-67.

Silva, J. M. C. & Bates, J. M. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. *Bioscience*, 52(3), 225-233. DOI: 10.1641/0006-3568(2002)052[0225:BPACIT]2.0.CO;2

Silva, J. M. C. & Santos, M. P. D. 2005. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. In: Scariot, A. J., Sousa Filho, C. & Felfili, J. M. (Eds.). *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 224-233.

Silva, L. A. C. & Nakano, C. A. 2008. Avifauna em uma área de cerrado no bairro do Central Parque, município de Sorocaba, São Paulo, Brasil. *Revista Eletrônica de Biologia*, 1(1), 54-78. DOI: 10.1590/S1676-06032011000400022

Silva, F. C., Silva, G. G., Chagas, M. O. & Jung, D. M. H. 2014. Composição da comunidade de aves em área urbana no sul do Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, 9(2), 78-90. doi: 10.4013/nbc.2014.92.02

Silveira, L. F. & Straube, F. C. 2008. Aves ameaçadas de extinção no Brasil. In: Machado, A. B. M., Drummond, G. M. & Paglia, A. P. eds. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente/Fundação Biodiversitas, p. 379-666.

Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker III, T. A. & Moskovits, D. K. 1996. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. The University of Chicago Press, Chicago. p. 502.

Toledo, M. C. B., Donatelli, R. J. & Batista, G. T. 2012. Relation between green spaces and bird community structure in an urban area in Southeast Brazil. *Urban Ecosystems*, 15, 111-131. DOI: 10.1007/s11252-011-0195-2

Villanueva, R. E. V. & Silva, M. 1996. Organização trófica da avifauna do campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC. *Biotemas*, 9(2), 57-69.

Wikiaves. 2017. WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil. Retrieved March 26, 2017, from <http://www.wikiaves.com.br>.

EFEITOS DAS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS NA DIVERSIDADE FUNCIONAL DE PEIXES DE RIACHOS DA MATA ATLÂNTICA

Data de aceite: 02/01/2020

Rayssa Bernardi Guinato

Universidade Federal de São Carlos – Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis
Sorocaba – SP

Mauricio Cetra

Universidade Federal de São Carlos - Departamento de Ciências Ambientais
Sorocaba – SP

RESUMO: As perturbações antrópicas são as maiores responsáveis por processos de extinção de espécies, portanto, conseguir investigar a biodiversidade e compreender respostas ambientais a partir de múltiplas escalas e particularidades dos sistemas é cada vez mais urgente. Uma maneira de entender os processos de montagem das comunidades e suas respostas biológicas é através da utilização de medidas de diversidade que englobem diferentes aspectos referentes à composição, funcionamento e história evolutiva do ambiente. Sabendo que as modificações causadas pela urbanização refletem nas comunidades de peixes, hipotetizamos que a urbanização funciona como filtro ambiental, selecionando espécies e influenciando na

diversidade dos ecossistemas. O objetivo desse estudo foi comparar através de índices de diversidade funcional, comunidades de peixes de riachos inseridos em ambientes rurais e urbanos da Bacia do Alto Paraná, no sudeste do Brasil. Os padrões de diversidade funcional das comunidades foram comparados entre ambientes rurais e urbanos através de atributos morfológicos relacionados à alimentação e locomoção, que foram adaptados para índices funcionais quantitativos de riqueza (Fric), equabilidade (Fev), dispersão (Fdis), divergência (Fdiv) e entropia quadrática de Rao (RaoQ). O ambiente rural apresentou maior dispersão, divergência e equabilidade funcional do que o ambiente urbano. Esse resultado evidencia que o ambiente urbano está com funções distribuídas menos homoganeamente pelo sistema. Como resultados temos que os padrões de diversidade funcional diferiram em função das alterações ambientais ocasionadas pela antropização, podendo estas alterações funcionarem como filtros ambientais importantes na organização das comunidades de peixes de riachos.

PALAVRAS-CHAVE: urbanização, filtros ambientais, ictiofauna, ecologia funcional

EFFECTS OF ANTHROPIC DISORDERS ON FUNCTIONAL DIVERSITY IN ATLANTIC

ABSTRACT: Anthropogenic disturbances are the main driver of species loss therefore researching biodiversity and understanding environmental responses to anthropic modifications considering multiple system scales and particularities have become even more urgent. A way of understanding community's setting processes and its biological responses consists of using diversity measures which cover different aspects about the composition, functionality and the evolutive history of the environment. Considering that the changes caused by urbanization reflect in fish communities, we hypothesize that urbanization functions as an environmental filter, selecting species and influencing the diversity of ecosystems, therefore, the aim of this study was to compare through functional diversity indexes, stream fish communities which live either in rural and urban environments along the Upper Paraná River basin, located in the Southeast region of Brazil. The functional diversity standards of the communities were compared among rural and urban environments by analyzing food and locomotion morphological attributes of fishes. This index were adapted to functional quantitative indexes as richness (Fric), equability (Feve), dispersion (Fdis), divergency (Fdiv) and Rao's quadratic entropy (RaoQ). Rural environment presented higher functional dispersion, divergency and equability than urban zones. Thus, it is evident that urban environments present a more homogeneity in their function distribution along the system. As final results we have gotten differences in functional diversity standards which happened due to the anthropic modifications into the system; these modifications, therefore, can work as important environmental filters within the organization of stream's fish communities.

KEYWORDS: urbanization, environmental filters, ichthyofauna, functional ecology

1 | INTRODUÇÃO

A intensificação das perturbações antrópicas que vêm ocorrendo por todo o planeta ocasiona cada vez mais a deterioração extrema de recursos naturais e afeta a qualidade de vida. Por ocasionarem problemas ambientes em diferentes escalas e intensificarem a perda de biodiversidade, conseguir compreender as respostas ambientais frente à essas modificações antrópicas a partir de múltiplas escalas de funcionamento e as particularidades de cada sistema biológico é cada vez mais urgente (LI et al., 2018).

Para os ecossistemas aquáticos da América do Sul, a rápida e extensa perda de habitats é a principal preocupação identificada por BARLETTA et al., (2010) quando a intenção é a preservação desses ambientes. Processos de supressão de áreas naturais, juntamente com o represamento de rios, transposições no fluxo do canal, desmatamento da vegetação ripária, poluição da água por processos de mineração e uso descontrolado de pesticidas e fertilizantes, substituição da vegetação natural por culturas agrícolas e pecuárias, introdução de espécies exóticas e inadequação na gestão dos recursos são os principais causadores de desequilíbrios ambientais aos sistemas aquáticos (ROA-FUENTES; CASATTI, 2017).

No Brasil, os principais focos de devastação ambiental são as florestas tropicais. Um dos maiores “hotspots” mundiais de biodiversidade localizado na costa Leste do país encontra-se como um dos biomas mais ameaçados do planeta: a Mata Atlântica (MYERS et al., 2000). A devastação da região é reflexo da sua ocupação e exploração desordenada que acabou acarretando alta fragmentação e desmatamento. Esse bioma concentra atualmente os maiores polos industriais e silviculturais do país além do mais importante aglomerado urbano, abrigando aproximadamente 72% da população brasileira. Em contrapartida, seu ecossistema foi diagnosticado pelo MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2002) como prioritário para inventários da ictiofauna devido à grande produtividade, elevada biodiversidade e alto grau de endemismo na região (CASTRO et al., 2003; SOUZA; BARRELLA, 2009).

Os riachos fornecem serviços ecossistêmicos em múltiplas escalas: abastecem e mantêm fluxos d’água maiores, funcionam como refúgios ecológicos e disponibilizam água para diversas atividades humanas (ROA-FUENTES; CASATTI, 2017). Por possuírem características estruturais específicas, pequenas alterações nesses sistemas afetam diretamente o seu funcionamento (CASTRO et al., 2003). Trabalhos como o de SANTOS et al. (2013) evidenciam que a expansão acelerada das cidades promove fortes impactos sobre os recursos hídricos através da remoção da mata ciliar, construção de barragens e canalização de cursos d’água.

A mata ripária é fundamental para a manutenção dos riachos devido às relações diretas e indiretas que exerce nele. A supressão dessa vegetação interfere diretamente na vida dos organismos e altera condições locais como temperatura, pH, disponibilidade de oxigênio e fornecimento de material alóctone para o riacho. Como influências indiretas observa-se perda de sombreamento e conseqüente aumento na incidência luminosa, diminuição na retenção de sedimentos e poluentes, aumento da produtividade primária e modificações na composição e estrutura do canal (BARLETTA et al., 2010; ROA-FUENTES; CASATTI, 2017).

Sabendo que a ictiofauna é um eficiente bioindicador de ambientes perturbados e que modificações antrópicas nos ambientes naturais são causas importantes de desequilíbrios e extinções, o objetivo desse trabalho foi verificar se a diversidade funcional de comunidades de peixes de riachos da Mata Atlântica é diferente entre ambientes rurais e urbanos.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os estudos de quantificação da biodiversidade foram tradicionalmente desenvolvidos utilizando indicadores taxonômicos de diversidade, através de medidas de riqueza de espécies, abundância relativa e composição de espécies (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009; LEITÃO et al., 2017). Esse método de quantificação, entretanto, apresenta alguns fatores que limitam maiores interpretações. Por não considerarem aspectos evolutivos, genéticos, biológicos e funcionais, novas

ferramentas analíticas que buscassem identificar e relacionar diferentes aspectos começaram a ser desenvolvidas para a avaliação da biodiversidade, originando os estudos de diversidade funcional (CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009).

A abordagem de quantificação da diversidade a partir de atributos funcionais considera que espécies, ou grupos de espécies, que apresentam características morfológicas, comportamentais, fisiológicas ou ecológicas parecidas, exercem respostas semelhantes à fatores ambientais (HENRIQUES et al., 2017; KECK et al., 2014; LEITÃO et al., 2017), como por exemplo, filtros ambientais e competição.

Esse tipo de abordagem, ao relacionar diretamente a estrutura da comunidade com o funcionamento do sistema através de medidas de variabilidade e diversificação de atributos funcionais (KECK et al., 2014), permite a interpretação das funções que estão sendo executadas nos ambientes e auxilia na detecção das alterações dos ecossistemas perturbados (CASATTI et al., 2012; CASATTI; TERESA, 2012; CIANCIARUSO; SILVA; BATALHA, 2009; HENRIQUES et al., 2017; RIBEIRO; TERESA; CASATTI, 2016).

Entender a biodiversidade sob escalas diferentes e considerar os componentes taxonômico, filogenético e funcional proporciona respostas mais abrangentes e complementares sobre a estrutura da comunidade, além de um conhecimento mais completo e integrado dos processos de montagens e respostas ao estresse ambiental ocasionado por perturbações antrópicas (LI et al., 2018).

A partir desses conhecimentos, acreditamos que o nível de urbanização influencie no funcionamento do ecossistema e na sua diversidade, como prediz a hipótese de filtros ambientais (RIBEIRO; TERESA; CASATTI, 2016; TERESA; CASATTI; CIANCIARUSO, 2015). Com isso, espera-se que locais naturalmente preservados possuam maior diversidade funcional do que ambientes que sofreram alguma modificação antrópica. No caso dos riachos rurais esta modificação ocorre em menor escala de antropização que os urbanos. Esperamos também que, conforme TERESA; CASATTI; CIANCIARUSO (2015), ambientes urbanos apresentem menores índices funcionais pois a urbanização faz com que os riachos sofram modificações em sua estrutura física diminuindo a disponibilidade de hábitat, recursos alimentares e características físicas e químicas da água. Essas modificações acabam por transformá-los em ambientes funcionalmente mais homogêneos e menos estáveis quando em contato com impactos antrópicos ou estressores ambientais (KECK et al., 2014).

3 | MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Os riachos amostrados neste trabalho encontram-se inseridos na Bacia Hidrográfica do Paraná (Figura 1). Foram analisados 30 riachos inseridos em ambiente rural e 18 riachos em ambiente urbano.

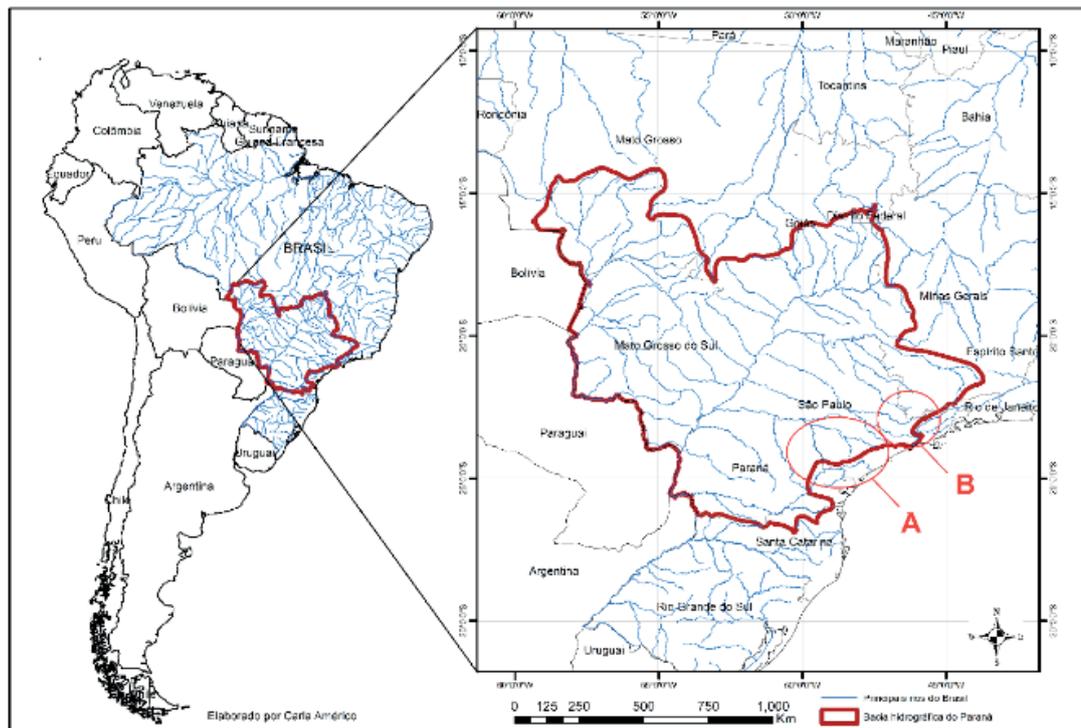


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Paraná e a área de coleta em ambientes rurais (A) e urbanos (B)

Fonte: elaborado por Carla Américo

3.2 Coleta da Ictiofauna

As coletas aconteceram entre os meses de junho e agosto, períodos de estiagem devido à maior eficiência no método de coleta (CETRA; PETRERE JÚNIOR; BARRELLA, 2017), sendo a amostragem do ambiente rural realizada no ano de 2014 e do ambiente urbano no ano de 2016.

As capturas foram realizadas com equipamento de pesca elétrica e o ponto inicial de cada amostragem foi escolhido aleatoriamente ao longo do riacho. Percorreu-se uma distância de 70 m no sentido jusante - montante em cada trecho de riacho, na sequência de mesohabitat corredeira/rápido/poço. A pesca elétrica foi realizada apenas uma vez em cada trecho, sem rede de contenção.

Os peixes coletados foram identificados e tiveram seus exemplares-testemunho depositados em coleções didáticas.

3.3 Medidas morfológicas dos peixes

Para avaliar a estrutura funcional das comunidades de peixes foi realizada uma análise morfológica das espécies. Foram tomadas 8 medidas de morfologia externa de cada indivíduo, adaptadas de FISHER; HOGAN (2007), visando obter informações relacionadas à alimentação e locomoção das espécies (Tabela 1). As medidas morfológicas foram tomadas do lado esquerdo dos indivíduos, com o auxílio de um paquímetro digital Digimess (0,05 mm de precisão).

Medidas	Definição
Medidas relacionadas à alimentação	
M1	Altura da boca
M2	Altura da cabeça
M3	Diâmetro máximo da cavidade orbital
Medidas relacionadas à locomoção	
M4	Distância do início da nadadeira caudal em sua parte média até o extremo distal
M5	Largura da nadadeira caudal em sua base
M6	Comprimento padrão do corpo (sem a cauda)
M7	Altura máxima do corpo
M8	Largura máxima na parte central do corpo

Tabela 1. Medidas morfológicas tomadas para as espécies dos ambientes rurais e urbanos.

Fonte: desenvolvida pelos autores

Através das medidas morfológicas mensuradas, foram calculados 4 atributos morfométricos médios para cada espécie (Tabela 2) sendo os atributos 1 e 2 relacionados com a alimentação das espécies e os atributos 3 e 4 relacionados à locomoção dos indivíduos, visando descrever ao máximo as interpretações ecológicas que influenciam a funcionalidade dessas espécies no ambiente.

Atributos morfométricos	Fórmula	Interpretação ecológica
Atributo 1	M1/M2	Tamanho e natureza dos itens alimentares capturados
Atributo 2	M3/M2	Detecção de presas e posição na coluna d'água
Atributo 3	M4/M5	Eficiência na propulsão e direcionamento
Atributo 4	M6/ [(M7+M8)/2]	Posição na coluna d'água e hidrodinamismo

Tabela 2. Atributos morfométricos provenientes das medidas morfológicas, suas respectivas fórmulas e interpretações ecológicas para as espécies capturadas

Fonte: desenvolvida pelos autores

3.4 Medidas de diversidade funcional

Para estimar a diversidade funcional das comunidades dos dois tipos de ambientes foram utilizados cinco índices de diversidade funcional: riqueza (Fric), equabilidade (Feve), dispersão (Fdis), divergência (Fdiv) e entropia de Rao (RaoQ), através do pacote FD, no software R.

3.5 Análises estatísticas

A partir da matriz de atributos morfométricos gerou-se uma matriz de distância utilizando-se o índice de Gower. Em seguida aplicou-se uma análise de coordenadas principais (PCoA) e foi gerado o espaço funcional para cada tipo de ambiente. Para

interpretar o espaço funcional, utilizou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson (r) entre os quatro atributos morfométricos e os dois primeiros eixos da PCoA.

Os cinco índices funcionais foram calculados com base nos atributos morfométricos das espécies e abundância total de cada espécie capturada em cada tipo de ambiente.

Posteriormente, testou-se a hipótese nula de que não há mudança na estrutura funcional das duas comunidades de peixes nos dois tipos de ambientes através de um teste “t de Student”.

4 | RESULTADOS

Foram capturados 3926 indivíduos, 1836 provenientes do ambiente rural e 2093 do urbano. De acordo com as características funcionais pudemos interpretar que o espaço funcional apresentou dois gradientes. O eixo 1 da PCoA representou um gradiente de posição na coluna d’água e hidrodinamismo, com peixes com maior capacidade natatória e nectônicos posicionados na extremidade direita do espaço funcional (Figura 2).

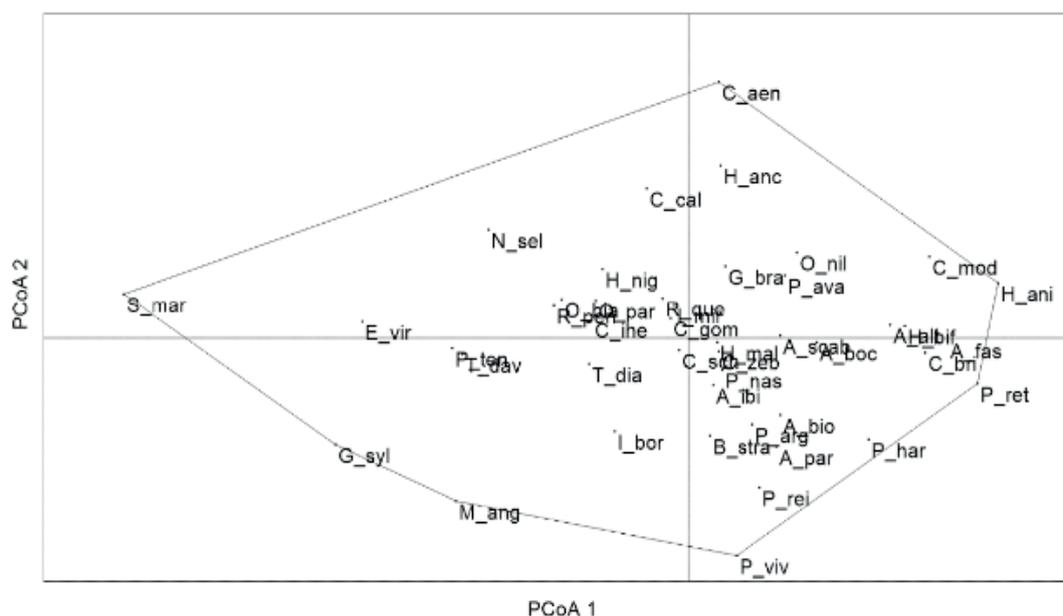


Figura 2. Projecção dos escores nos eixos 1 (PCoA 1) e 2 (PCoA 2) da PCoA para a formação do espaço funcional (“convex hull”). As siglas são representações das letras iniciais das espécies coletadas nos ambientes rurais e urbanos.

No eixo 2, o gradiente esteve relacionado com o tamanho e natureza dos itens alimentares capturados, com peixes que capturam itens alimentares menores situados no extremo inferior do espaço funcional (Figura 2).

Em relação aos índices funcionais examinados, pudemos considerar que não existe diferença funcional entre o ambiente urbano e rural quando se leva em consideração a riqueza (Fric) e a entropia quadrática de Rao (RaoQ). Por outro lado, a equabilidade (Feve), a dispersão (Fdis) e a divergência funcional (Fdiv) foram

significativamente maiores nos ambientes rurais (Figura 3).

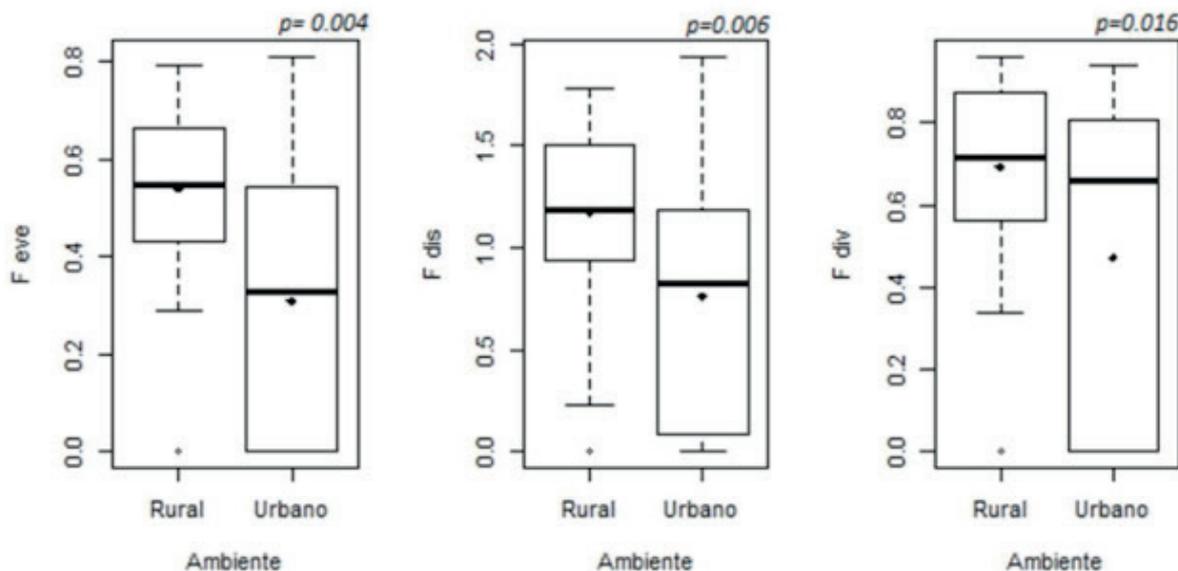


Figura 3. Boxplot dos índices de equabilidade (Feve), dispersão (Fdis), divergência (Fdiv) funcionais para o ambiente rural e urbano, a média e a probabilidade real (p).

5 | DISCUSSÃO

Atualmente, um dos maiores desafios da ecologia é conseguir entender como as atividades humanas estão afetando o funcionamento de sistemas naturais. Nossos resultados indicaram que os índices funcionais podem ser bons preditores para detectar indícios da influência da urbanização (TERESA; CASATTI, 2012).

Modificações ambientais ocasionadas pela urbanização podem agir como filtros que selecionam espécies, que, por possuírem atributos funcionais específicos, suportem determinadas condições ambientais limitantes, resultando na convergência de funções dentro da comunidade (CASATTI et al., 2012; KECK et al., 2014). A dispersão funcional menor no ambiente urbano é um importante determinante da estrutura da comunidade e sugere que as funções realizadas pelas espécies desse ambiente são mais homogêneas entre si. Isso indica, que o ambiente urbano pode estar sob influência de algum processo que esteja alterando a sua funcionalidade (MOUILLOT et al., 2013) e fazendo com que as espécies ocupem nichos ecológicos mais restritos e semelhantes quando em comparação com o ambiente rural (ROA-FUENTES; CASATTI, 2017).

Combinar diferentes atributos em uma comunidade é garantia de maior estabilidade ambiental pois a presença de espécies que desempenham funções ecológicas exclusivas permite a ocupação de diferentes nichos ecológicos (MOUILLOT et al., 2013). A divergência e a equabilidade funcional menor no ambiente urbano indica que as espécies desse ambiente são funcionalmente redundantes, fator preocupante para a conservação desses locais (DE CARVALHO; TEJERINA-GARRO, 2015).

A desestabilização da estrutura física marginal e o entorno dos riachos são

as principais causas de declínio da biodiversidade (PERESSIN; CETRA, 2014; TERESA; CASATTI; CIANCIARUSO, 2015). O esperado para um ambiente íntegro, com vegetação ripária de qualidade e fluxos d'água preservados é uma ictiofauna com atributos funcionais diversificados e funcionalmente heterogênea. ROA-FUENTES; CASATTI (2017) observaram que fatores ambientais de escala local contribuíram diretamente para a variabilidade da estrutura da comunidade de peixes e sua diversidade pois acabam remodelando os riachos, o que reflete na diversidade funcional. Conforme intensificam-se as influências antrópicas, observam-se locais com intenso assoreamento, baixa variabilidade de mesohabitats, diminuição do leito do canal e ausência de vegetação ripária, características que filtram atributos funcionais específicos e ocasionam a homogeneização da ictiofauna presente nesses ambientes (CASATTI, 2010; TERESA; CASATTI, 2010).

Como esperado, considerando os diferentes graus de degradação ambiental entre os riachos rurais e urbanos, os índices de equabilidade, dispersão e divergência menores para o ambiente urbano indicam que a comunidade de peixes desse ambiente pode estar passando por um processo de filtro ambiental que está resultando na homogeneização das funções ali presentes (ROA-FUENTES; CASATTI, 2017).

Alguns trabalhos como o de LEITÃO et al. (2017) sugerem que riachos com algum nível de desmatamento nas margens podem não apresentar menor riqueza funcional quando comparados a ambientes mais íntegros, mas fazem com que a combinação dos atributos funcionais se distribua de maneira desigual. Nesse caso, podemos considerar que o ambiente urbano desse estudo está em processo de homogeneização, não tendo alcançado um estágio crítico de extinção de espécies possível de ser detectado pelo índice de riqueza funcional.

Assim como TERESA; CASATTI (2017), nossos resultados indicaram que os índices de diversidade funcional podem ser utilizados como preditores quando se avalia a resposta dos peixes submetidos à diferentes graus de antropização. Embora tenhamos utilizado apenas atributos relacionados à locomoção e alimentação, que permitiu-nos avaliar atividades específicas das comunidades, conseguimos entender parte do funcionamento desses sistemas alterados pelas atividades humanas e detectar importantes aspectos da comunidade.

6 | CONCLUSÃO

Os índices de equabilidade, dispersão e divergência funcional responderam ao papel da urbanização. Podemos dizer, portanto, que primeiramente a fauna de peixes de riachos passa por um processo de homogeneização funcional, tendo suas funções restritas devido à processos de filtragem ambiental e seleção de atributos e, posteriormente, poderá ocorrer uma perda na riqueza e diversidade funcional, resultante da extinção de espécies.

REFERÊNCIAS

- BARLETTA, M. et al. Fish and aquatic habitat conservation in South America: A continental overview with emphasis on neotropical systems. **Journal of Fish Biology**, v. 76, n. 9, p. 2118–2176, 2010.
- CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 31–34, 2010.
- CASTRO, R. M. C. et al. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do Rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 3, n. 1, p. 14, 2003.
- CETRA, M.; PETRERE JÚNIOR, M.; BARRELLA, W. Relative influences of environmental and spatial factors on stream fish assemblages in Brazilian Atlantic rainforest. **Fisheries Management and Ecology**, v. 24, n. 2, p. 139–145, 2017.
- CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Diversidades filogenética e funcional : novas abordagens para a Ecologia de comunidades. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 93–103, 2009.
- DE CARVALHO, R. A.; TEJERINA-GARRO, F. L. Relationships between taxonomic and functional components of diversity: Implications for conservation of tropical freshwater fishes. **Freshwater Biology**, v. 60, n. 9, p. 1854–1862, 2015.
- FISHER, R.; HOGAN, J. D. Morphological predictors of swimming speed : a case study of pre-settlement juvenile coral reef fishes. **The Journal of Experimental Biology**, n. 210, p. 2436–2443, 2007.
- HENRIQUES, S. et al. Biogeographical region and environmental conditions drive functional traits of estuarine fish assemblages worldwide. **Fish and Fisheries**, n. June 2016, p. 1–20, 2017.
- KECK, B. P. et al. Fish functional traits correlated with environmental variables in a temperate biodiversity hotspot. **PLoS ONE**, v. 9, n. 3, 2014.
- LEITÃO, R. P. et al. Disentangling the pathways of land use impacts on the functional structure of fish assemblages in Amazon streams. **Ecography**, v. 40, n. February, p. 1–13, 2017.
- LI, Y. et al. Habitat filtering determines the functional niche occupancy of plant communities worldwide. **Journal of ecology**, v. 106, n. 3, p. 1001–1009, 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília- DF: [s.n.], 2002.
- MOUILLOT, D. et al. A functional approach reveals community responses to disturbances. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, n. 3, p. 167–177, 2013.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.
- PERESSIN, A.; CETRA, M. Responses of the ichthyofauna to urbanization in two urban areas in Southeast Brazil. **Urban Ecosyst**, v. 17, n. March, p. 675–690, 2014.
- RIBEIRO, M. D.; TERESA, F. B.; CASATTI, L. Use of functional traits to assess changes in stream fish assemblages across a habitat gradient. **Neotropical Ichthyology**, v. 14, n. March, p. 1–10, 2016.
- ROA-FUENTES, C. A.; CASATTI, L. Influence of environmental features at multiple scales and spatial structure on stream fish communities in a tropical agricultural region. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 32, n. 1, p. 273–287, 2017.

SANTOS, Q. R. DOS et al. Monitoramento da Qualidade da água em uma seção transversal do Rio Catilé, Itapetinga- BA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 1503–1519, 2013.

SOUZA, C. E.; BARRELLA, W. Atributos ecomorfológicos de peixes do sul do estado de São Paulo. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 2, n. 1, p. 1–34, 2009.

TERESA, F. B.; CASATTI, L. Importancia da vegetação riparia em regioa intensamente desmatada no sudeste do brasil: um estudo com peixes de riacho. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 3, p. 444–453, 2010.

TERESA, F. B.; CASATTI, L.; CIANCIARUSO, M. V. Functional differentiation between fish assemblages from forested and deforested streams. **Neotropical Ichthyology**, v. 13, n. 2, p. 361–370, 2015.

FILOGEOGRAFIA DO CARUNCHO DO FEIJÃO *ZABROTES SUBFASCIATUS* (BOHEMANN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) NO BRASIL

Data de aceite: 02/01/2020

Jefferson de Brito Marthe

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de
Bioquímica e Biologia Molecular, Viçosa - MG

Raul Narciso Carvalho Guedes

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de
Entomologia, Viçosa - MG

Luiz Orlando de Oliveira

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de
Bioquímica e Biologia Molecular, Viçosa - MG

RESUMO: A espécie *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera, Bruchinae), também conhecida como caruncho-do-feijão, é uma das principais pragas de feijão armazenado. Esta espécie tem distribuição mundial devido ao comércio de sementes a nível intra e intercontinental. Por isso, o presente trabalho focou realizar um estudo filogeográfico de *Z. subfasciatus* para verificar sua diversidade genética e dispersão. As amostras foram obtidas do Brasil e da cidade de Huaraz, Peru. O DNA de cada indivíduo foi extraído, submetido a uma PCR (Polimerase Chain Reaction) e sequenciado para as regiões do gene mitocondrial COI e da região nuclear de ITS2 do gene 5,8S. Foi acrescentada a esta análise sequências de COI obtidas do

GenBank de populações do México. As análises de rede de haplótipos em COI revelaram o predomínio de um único haplogrupo no Brasil e uma grande proximidade com o haplogrupo mexicano, sendo que ambos se distanciam do haplogrupo peruano. As análises em ITS2 demonstraram que as populações do Brasil possuem grande variação haplotípica, apesar do compartilhamento de haplótipos entre elas, incluindo com indivíduos do Peru. Embora os testes de Tajima e F_{st} de Fu revelarem que as sequências estejam em neutralidade, os altos valores de Raggedness em COI indicam que houve efeito gargalo, devido provavelmente à migração de poucos indivíduos para o Brasil. Já o compartilhamento de haplótipos de ITS2 é provavelmente consequência da troca de sementes, sem que haja o devido controle da praga.

PALAVRAS-CHAVE: *Zabrotes; subfasciatus;* Filogeografia; Caruncho; Brasil

PHYLOGEOGRAPHY OF THE MEXICAN BEAN WEEVIL *ZABROTES SUBFASCIATUS* (BOHEMANN, 1833) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) IN BRAZIL

ABSTRACT: The species *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera, Bruchinae), also known as Mexican Bean Weevil is one of the main stored bean pest. This species has worldwide distribution due to the grain trade

at intra and intercontinental level. Because that, the present work aimed to make a phylogeographic study of *Z. subfasciatus* and verify your genetic diversity and dispersion. The samples were obtained from Brazil and from Huaraz city in Peru. The DNA of each individual was extracted and it was submitted to a PCR (Polimerase Chain Reaction) and then it were obtained DNA sequences for the mitochondrial gene COI and nuclear region of ITS2 from the 5,8S gene. It was added to this analyse COI sequences from Mexican population that were deposited in the GenBank. Network analyse in COI showed the predominance of a unique haplogroup in Brazil which is close related with the Mexican haplogroup. Both Mexican and Brazilian haplogroups are distant to the Peruvian haplogroup. Beside that, ITS2 analyse showed that Brazilian populations have a great haplotipic variation, despite the sharing of haplotypes between them and with individuals from Peru. Although the Tajima and Fu's F tests showed that sequences are in neutrality, the high values of Raggedness in COI suggested a likely bottleneck effect, probably because a migration of few individuals to Brazil. On the other hand, haplotypes of ITS2 were probably consequence of trade seeds, without the suitable pest control.

KEYWORDS: *Zabrotes*; *subfasciatus*; Phylogeography; Weevil; Brazil

1 | INTRODUÇÃO

“O feijão, *Phaseolus vulgaris* Linnaeus, 1753 (Fabaceae), é a leguminosa de maior importância como fonte de proteína vegetal que, combinado com o arroz, constitui a dieta básica do brasileiro.” (LAZZARI, 2005, p.1). Segundo o Conab (2018), em relação ao Mercosul, o Brasil é o maior produtor e consumidor com participação superior a 90% e a nível mundial, o país se destaca com outros produtores mundiais como Myanmar, Índia, México, EUA e China. Entretanto, segundo Oliveira et al. (1979), os danos provocados por insetos como *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) ao grão de feijão, tornam o produto impróprio para o consumo devido ao mau cheiro, aspecto ruim e alteração do paladar. A espécie *Z. subfasciatus* “[...] é nativa de partes da América Central e do Sul, mas agora se espalhou para outras áreas[...]” (CREDLAND; DENDY, 1992, p. 39). E esta dispersão de *Z. subfasciatus*, assim como de outras espécies do gênero *Zabrotes* “[...] tem agora uma grande distribuição cosmopolita, devido ao comércio de grãos que são parasitados [...]” (AEBI et al., 2004, p. 752).

Muitas das espécies de bruquídeos, por exemplo, têm a atual distribuição mundial resultante do estoque de sementes que passaram por longas distâncias de migração através de trocas humanas ao nível intra e intercontinental. (ALVAREZ *et al.*, 2005, p. 1015).

A eficiência de estratégia de manejo de pragas frequentemente requer também um entendimento da variação genética entre e dentro de populações e como esta variação é distribuída geograficamente (KUMAR *et al.*, 2001, p. 298).

Por isso, esse presente trabalho visou responder as seguintes questões:

- a) Como está distribuído o perfil haplotípico nas populações do Brasil e se há algum indício de mudanças no tamanho populacional ao longo do tempo evolutivo?
- b) Se há ou não indício de dispersão entre as populações do Brasil e de outros países (México e Peru)?

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho amostramos indivíduos de *Zabrotes subfasciatus* de onze localidades do Brasil: Ipatinga-MG, Unaí-MG, Jaboticabal-SP, Maceió-AL, Teresina-PI, Euclides da Cunha-BA, Santo Antônio de Goiás-GO, Brasília-DF, Garanhuns-PE. Também foram obtidas amostras do Peru (Huaraz) (Figura 1 e Tabela 1). Os insetos coletados foram mantidos em etanol 95% e estocados em freezer à -20 °C.



Figura 1. Localização geográfica das populações de *Z. subfasciatus* coletadas no subcontinente sul-americano.

Acesso	Código	COI	ITS2	Latitude	Longitude	Código do GenBank
Ipatinga-MG	IPA	4	3	19°28'6"S	42°32'12"W	Em submissão
Unai-MG	UNAI	2	5	16°21'6"S	46°54'43"W	Em submissão
Jaboticabal-SP	JAB	3	3	21°15'17"S	48°19'20"W	Em submissão
Euclides da Cunha-BA	ECU	1	1	10°30'27"S	39° 0'57"W	Em submissão
Maceió-AL	MAC	4	4	9°39'57"S	35°44'0.7"W	Em submissão
Teresina-PI	TER	4	4	5° 05'21"S	42°48'0.7"W	Em submissão
Santo Antônio de Goiás-GO	SAG	3	3	16°29'8"S	49°18'32"W	Em submissão
Garanhuns-PE	GAR	7	6	08°53'25"S	36°29'34"W	Em submissão
Brasília-DF	BRA	6	3	15°46'48"S	47°55'45"W	Em submissão
Huaraz-Peru	PRU	8	5	9°31'38"S	77°31'60"W	Em submissão
Malinalco-México	CLNY	1	-	18°57'13.2"N	99°30'08.9"W	AY881233
Tlayecapan-México	TLA	1	-	18°57'20"N	99°03'24.4"W	DQ152241
Tilapa-México	OCM	1	-	19°11'24.5"N	99°25'12.2"W	DQ152242
Yautepec-México	YAU	1	-	18°45'31.9"N	99°01'24"W	DQ152240
Elabillal-México	ELA	1	-	18°00'27"N	102°21'44.8"W	DQ152239
San Juan Bosco-México	SJB	1	-	18°07'12.4"N	102°08'24.9"W	AY881214
Total		48	37			

Tabela 1. Populações de *Z. subfasciatus* analisadas com seus respectivos códigos, tamanho amostral dos genes COI e da região ITS2 do gene 5,8S e a localização geográfica.

O DNA genômico total foi extraído de cada inseto individualmente usando o protocolo adotado por Clark *et al.* (2001). Fragmentos do gene mitocondrial COI foram amplificados, utilizando os *primers* L2-N-3014 e C1-J-2183 como descrito por Alvarez *et al.* (2005). Já os fragmentos da região ITS2 do gene nuclear 5,8S foram amplificados utilizando os *primers* ITS2f e ITS2r como descrito por Navajas *et al.* (1998) com algumas adaptações. A PCR (Reação em Cadeia de Polimerização) de ambos os genes foi realizada num volume final de 25 µL, contendo 3 µL de DNA (aproximadamente 40 ng), 2,5 µL de tampão (Cellco Biotec), 2,5 µL de dNTPs (2 mM de concentração inicial), 2 µL de MgCl₂ (25 mM de concentração inicial) 0,2 µL de Taq polimerase (5 unidades/ µL de concentração inicial) (Cellco Biotec), 2 µL de cada primer (0,4 µM de concentração inicial) e 10,8 µL de água ultra pura. A PCR para o gene COI foi realizada com um ciclo de desnaturação inicial a 95°C por 5 minutos, seguidos por um programa de 30 ciclos de desnaturação a 94 °C por 30 segundos, anelamento a 58 °C de anelamento por 45 segundos e extensão a 72 °C de extensão por 1 minutos e 30 segundos e um ciclo de extensão final de 72 °C por 10 minutos. Já a PCR para ITS2 foi realizada com um ciclo de desnaturação inicial a 94°C por 5 minutos seguidos por um programa de 35 ciclos de desnaturação a 94 °C por 1 minuto, anelamento a 65 °C por 1 minutos e 45 segundos e extensão a 72 °C por 1 minutos e 45 segundos e um ciclo de extensão final de 72 °C por 5 minutos. Após a PCR dos fragmentos, uma pequena porção (5 µL) de cada amplificado foi aplicado em um gel de agarose 2% (m/v), contendo 0,2 µg/mL de brometo de etídeo e separados por meio de eletroforese a 100 Volts em tampão TBE 1X (500 mM Tris-HCl, 60 mM ácido bórico e 83 mM EDTA). Os fragmentos foram então visualizados sob luz ultravioleta para confirmar o padrão de qualidade das amplificações. As amostras foram então purificadas (via clivagem de fita

simples de DNA e primers) adicionando a cada 20 μL de amostra, 4 μL de uma solução purificadora contendo 0,1 μL de Exonuclease I (EXO), 1 μL de Fosfatase Alcalina de Camarão (SAP) e 3 μL de tampão (Tris HCl 50 mM, pH 8,0), para um volume final de 24 μL . Cada amostra então foi encubada à 37 °C por 40 minutos e depois à 80 °C por 20 minutos. Os produtos de PCR foram então enviados para a empresa MacroGen Inc (Coréia do Sul) para sequenciamento. O resultado da sequência dos dois genes foi alinhado usando o programa Sequencher 4.0.1 (GENES CODES CORPORATION). Sequências de COI de populações mexicanas obtidas do GenBank foram adicionadas a análise (ALVAREZ *et al.*, 2006). As sequências obtidas nesse presente trabalho serão depositadas posteriormente neste mesmo banco. O alinhamento de COI formou o banco de dados Z1 (n=48 e 749 pb) e o alinhamento de ITS2 formou o banco de dados Z2 (n=37 e 504 pb). Utilizando o algoritmo Median-joining (BANDELT *et al.*, 1999) implementado no programa NETWORK 5.0 (FLUXUS TECHNOLOGY LTD) foi criada as redes de haplótipos para os dois respectivos genes. Ainda utilizando Z1 e Z2 foi verificado se as sequências estavam evoluindo em neutralidade, por meio dos testes D de Tajima (1983) e F de Fu (1997) utilizando o programa DNAsp 6.11.01 (ROZAS *et al.*, 2018). Para verificar a estruturação e o valor de Raggedness das populações foi utilizado o programa Arlequin 3.5 (EXCOFFIER *et al.*, 2005).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à análise de rede realizada nas sequências de COI constatou-se: a presença de três haplogrupos principais denominados A, B e C, sendo que A é formado pelos haplótipos 1, 2 e 3; B pelos haplótipos 4 e 5; e C pelos haplótipos 3 e 6; o haplogrupo A se difere dos haplótipos B por 55 passos de mutação e o haplogrupo B se difere do haplogrupo do C por 71 passos de mutação (Figura 2).

Quanto a distribuição geográfica: o haplótipo 1 é predominante no Brasil; os haplótipos 1 e 7 mostraram serem exclusivos das populações brasileiras analisadas; o haplótipo 2 é compartilhado com as populações de Brasília-DF, Ipatinga-MG no Brasil e de Huaraz no Peru; o haplótipo 4 é compartilhado pelas populações de Garanhuns-PE no Brasil e as populações de Tlayecapan, Manilalco e Tilapa no México; os haplótipos 3 e 6 são exclusivos das população peruana, ao passo que o haplótipo 5 é exclusivo das populações mexicana de Elalillal, Youtepec e San Juan Bosco (Figuras 2 e 3)

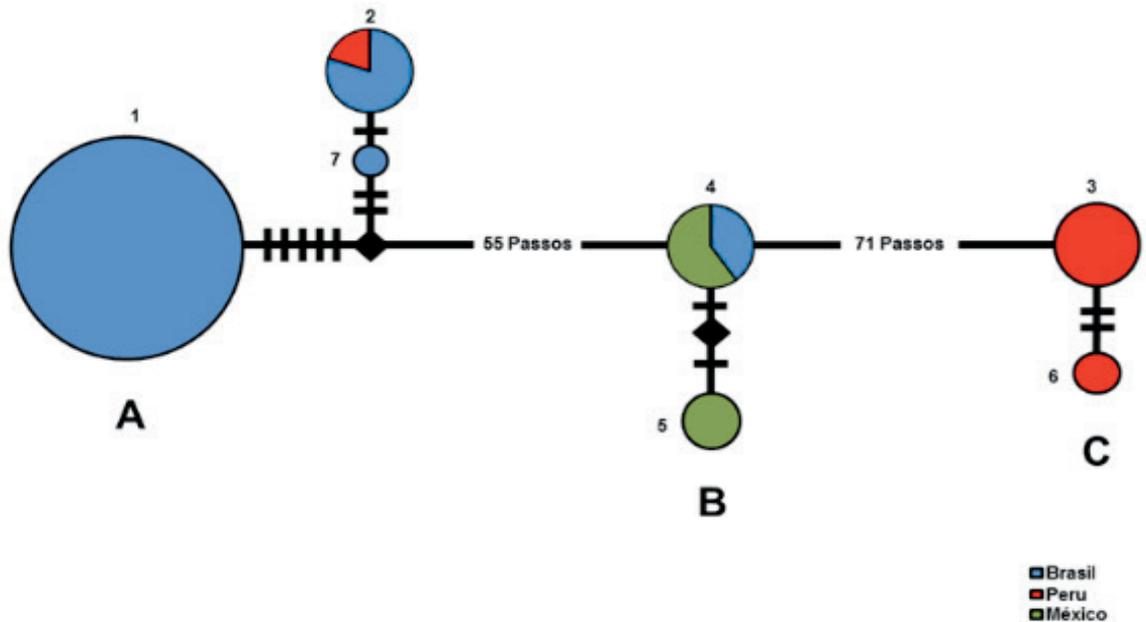


Figura 2. Rede de haplótipos do gene mitocondrial COI em *Z. subfasciatus* gerado pelo programa Network. Na rede, os círculos representam os haplótipos de COI (identificado com número); o tamanho dos círculos é proporcional a frequência relativa de cada haplótipo. Cada uma das letras (A, B, C) representa um haplogrupo. Os números de substituições estão indicados com barras e números sobre as linhas. Cada cor na figura representa o país de origem.

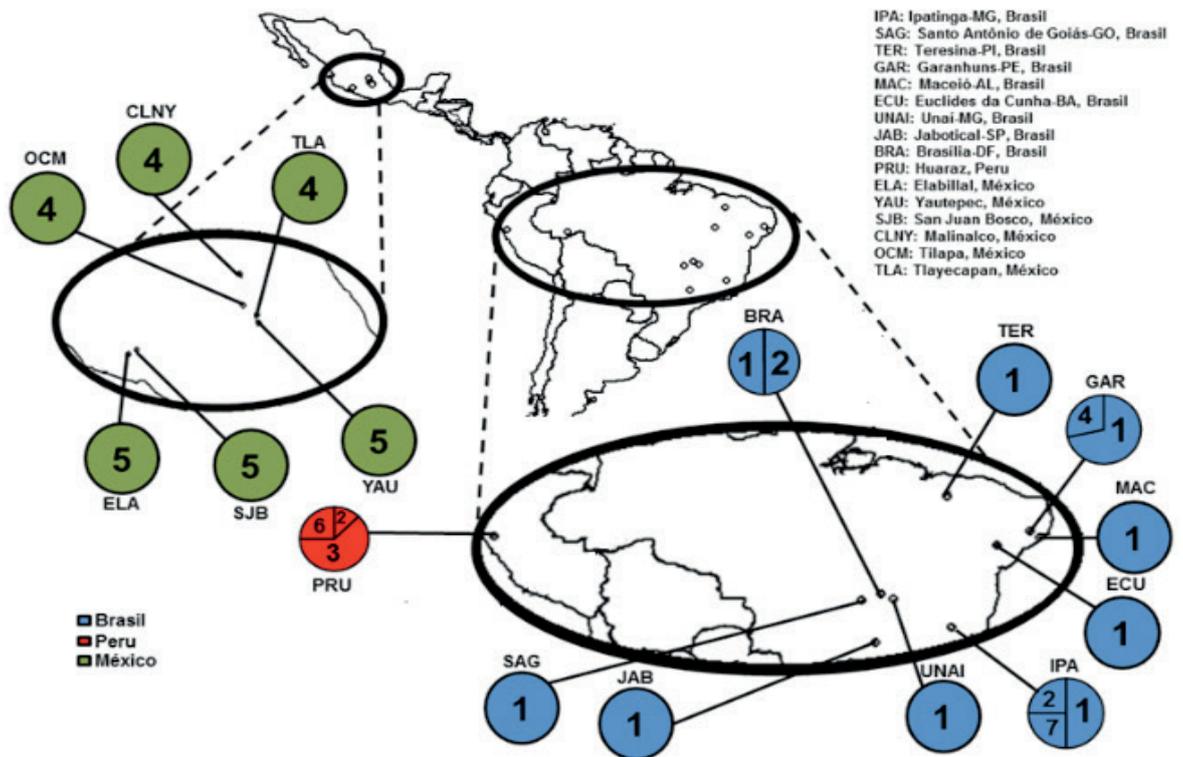


Figura 3. Distribuição geográfica dos haplótipos do gene mitocondrial COI de *Z. subfasciatus*. Os números no mapa são referências ao haplótipo de cada população. As cores dos círculos correspondem aos respectivos países dos haplótipos: azul, Brasil; verde, México; vermelho, Peru.

Já as análises de rede realizadas em ITS2 não detectou a presença de haplogrupos distintos entre os haplótipos, de modo que eles se separam apenas por poucos passos

mutacionais. Os haplótipos 1, 2, 4, 6 e 7 são exclusivos de populações brasileiras. As populações do Brasil e Peru compartilham o haplótipo 3 (Figuras 4 e 5).

A análise da distribuição geográfica de ITS2 ficou restrita a América do Sul. Percebe-se um grande compartilhamento de haplótipos entre as populações no geral. O haplótipo 1 é compartilhado pelas populações de Santo Antônio de Goiás-GO, Teresina-PI, Garanhuns-PE, Euclides da Cunha-BA, Ipatinga-MG e Unaí-MG. O haplótipo 2 é compartilhado pelas populações de Santo Antônio de Goiás-GO Brasília-DF, Maceió-AL. O haplótipo 3 é compartilhado entre as populações de Huaraz no Peru e a de Garanhuns no Brasil. O haplótipo 4 é compartilhado pela populações de Santo Antônio de Goiás-GO, Garanhuns-PE e Jaboticabal-SP. O haplótipo 5 é compartilhado pelas populações de Jaboticabal-SP e Unaí-MG. O haplótipo 6 é compartilhado pelas populações de Brasília-DF e Teresina-PI. O haplótipo 7 é exclusivo da população de Jaboticabal-SP (Figura 5).

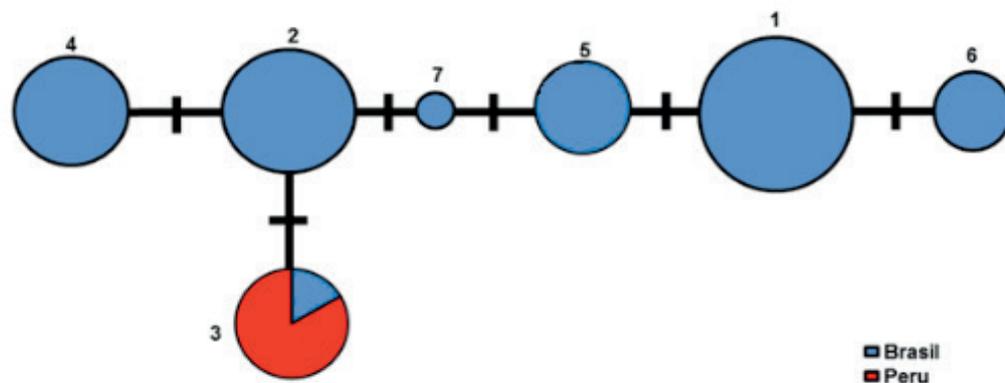


Figura 4. Rede de haplótipos da região de ITS2 do gene nuclear 5,8 S em *Z. subfasciatus* gerado pelo programa Network. Na rede, os círculos representam os haplótipos de ITS2 (identificado com número); o tamanho dos círculos é proporcional a frequência relativa de cada haplótipo. Os números de substituições estão indicados com barras e números sobre as linhas. Cada cor na figura representa um país.

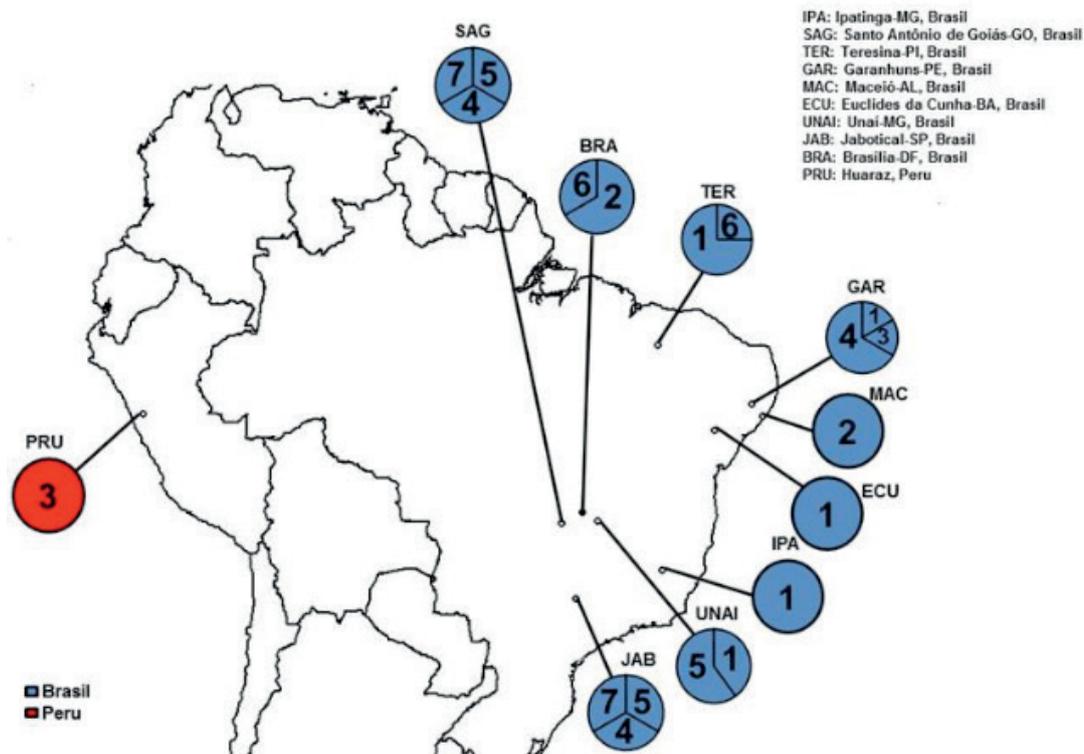


Figura 5. Distribuição geográfica da região ITS2 do gene nuclear 5,8S de *Z. subfasciatus*. Os números no mapa são referências ao haplótipo de cada população. As cores dos círculos correspondem aos respectivos países dos haplótipos: azul, Brasil; vermelho, Peru.

Os testes de Tajima e F de Fu (Tabela 2) mostram que as sequências estão evoluindo em neutralidade em relação às regiões de COI e ITS2. Entretanto o alto valor de Raggedness de 0,712 para as sequências de COI na população do Brasil (Tabela 3) indicam que houve algum efeito gargalo no passado, devido possivelmente à vinda de poucos indivíduos para o Brasil.

Estadística	COI	ITS2
Teste D de Tajima	-1,15753	0,61389
P valor do Teste de Tajima	0,153	0,658
Teste F de Fu	-1,06131	-1,1297
P valor do Teste F de Fu	0,05	0,232

P<0,05

Tabela 2. Testes de Neutralidade

Localidades	Raggedness	P- valor de Raggedness
América Latina	0,21962	0,754
Brasil	0,712	0,789

P<0,05

Tabela 3. Valores de Raggedness para o gene COI

Esta hipótese de efeito gargalo pode ainda ser reforçada pela presença de uma única linhagem de *Z. subfasciatus* na forma do haplogrupo A e em especial do predomínio do haplótipo 1 na maioria dos indivíduos analisados das localidades brasileiras como já apresentado acima (Figuras 2 e 3). A detecção de efeito gargalo e a escassa diversidade de haplótipos para COI já foi abordado anteriormente em outros trabalhos envolvendo pragas. Um padrão semelhante, por exemplo, foi encontrado por Oliveira *et al.* (2013), que ao analisar populações brasileiras de *A. obtecus* detectou o predomínio de uma linhagem de COI na maioria das populações, com exceção de algumas populações existentes no sul do país. Tanto Sakai *et al.* (2001) quanto Tsutsui *et al.* (2000) atribuem a baixa diversidade a dispersão recente de espécies invasivas, como é o caso de *Z. subfasciatus*. O mesmo foi constatado por Bonizzoni *et al.* (2004), que ao analisarem uma espécie mediterrânea da mosca da fruta concluíram que houve uma redução significativa da diversidade genética, tendo menor variabilidade quando comparada à população original.

Já em nível de DNA nuclear, via região ITS2 do gene 5,8S, é possível notar um considerável compartilhamento de haplótipos entre populações do Brasil e de fora, o que é um indício de fluxo gênico. Souza *et al.* (2008) realizaram análises em populações de *Z. subfasciatus* com marcadores ISSR (*Inter Simple Sequence Repeat*) em regiões de microssatélite do genoma e detectaram que as populações brasileiras apresentam baixa diferenciação genética e baixa estruturação geográfica. Isto reforça o indicativo de que não há um controle adequado da dispersão dessa praga. Estudando a dispersão de espécies de caruncho de milho do gênero *Sithophilus*, Corrêa *et al.* (2017, p. 17) diz que “A introdução não intencional de novos genótipos pode aumentar a adaptação da população local [...] uma vez que os novos indivíduos introduzidos podem carregar uma vasta gama de alelos favoráveis”. Desse modo, o combate a pragas como a de *Z. subfasciatus* pode acabar se tornando a médio e longo prazo mais difícil de se realizar, devido ao possível surgimento de novos tipos de indivíduos com alelos de resistência a inseticidas, por exemplo.

REFERÊNCIAS

AEBI, A.; SHANI, T.; BUTCHER, R. D. J.; ALVAREZ, N.; RISTERUCCI, A. M.; BENREY, B. **Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers in *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae)**. *Molecular Ecology Notes*. v 4, n. 4, p. 752-754, 2004.

ALVAREZ, N.; MCKEY, D.; HOSSAERT-MCKEY, M.; BORN, C.; MERCIER, L.; BENREY, B. **Ancient and recent evolutionary history of the bruchid beetle, *Acanthoscelides Obtectus* Say, a cosmopolitan pest of beans**. *Molecular Ecology*. v. 14, p. 1015-1024, 2005.

ALVAREZ, N.; BENREY, B.; HOSSAERT-MCKEY, M.; GRILL, A.; MCKEY, D.; NICOLAS GALTIER, N. **Phylogeographic support for horizontal gene transfer involving sympatric bruchid species**. *Biology Direct*. v. 1, n. 21, p. 1-11, 2006.

BANDELT, H. J.; FORSTER, P.; ROHL, A. **Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies**. *Molecular Biology and Evolution*. v. 16, p. 37-48, 1999.

BONIZZONI, M.; GUGLIELMINO, C. R.; SMALLRIDGE, C. J.; GOMULSKI, M.; MALACRIDA, A. R.; GASPERI, G. **On the origins of medfly invasion and expansion in Australia**. *Molecular Ecology*. v. 13, p. 3845-3855, 2004.

CLARK, T.; MEINKE, L.; FOSTER, J. **Molecular phylogeny of *Diabrotica* beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) inferred from analysis of combined mitochondrial and nuclear DNA sequences**. *Insect Molecular Biology*. v.10, p. 303-314, 2001.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento: **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília, DF, 2018. 112p. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br> > Acesso em: 07. outubro 2018. 8: 30: 00.

CORRÊA, A. S.; VINSON, C. C.; BRAGA, L. S.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, L. O. **Ancient origin and recent range expansion of the maize weevil *Sitophilus zeamais*, and its genealogical relationship to the rice weevil *S. oryzae***. *Bulletin of Entomological Research* v. 107, p. 9-20, 2017.

CREDLAND, P. F.; DENDY, J. **Intraespecific variation in bionomic caracteres of the Mexican bean weevil, *Zabrotes subfasciatus***. *Entomologia Experimentalis et Applicata* v. 65, p. 39-47, 1992.

EXCOFFIER, L.; LAVAL, G.; SCHNEIDER, S. **An integrated software package for population genetics data analysis**. *Evolutionary bioinformatics online* v. 1, p. 47-50, 2005.

FU, Y. X. **Statistical tests of neutrality of mutations against population growth, hitchhiking and background selection**. *Genetics*. v. 147, p. 915-925, 1997.

GENES CODES CORPORATION. **Sequencher versão 4.0.1**: DNA sequences analysis software. Gene Codes Corporation, Ann Arbor, MI, EUA. Disponível em: <<https://www.genecodes.com/>>. Acesso em: 15. maio 2014, 15: 30: 30.

KUMAR, L. S.; SAWANT, A. S.; GUPTA, V. S.; RANJEKAR, P. K. **Comparative Analysis of Genetic Diversity Among Indian Populations of *Scirpophaga incertulas* by ISSR-PCR and RAPD-PCR**. *Biochemical Genetics*. v. 39, n. 9-10, p. 297-309, 2001.

LAZZARI, F. N. **Controle de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) e qualidade do feijão (*Phaseolus vulgaris* Linnaeus, 1753) tratado com terra de diatomácea**. 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Entomologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

NAVAJAS, M.; LAGNEL, J.; GUTIERREZ, J.; BOURSOT, P. **Species-wide homogeneity of nuclear ribosomal ITS2 sequences in the spider mite *Tetranychus urticae* contrasts with extensive mitochondrial COI polymorphism**. *Heredity*. v. 80. p 742–752, 1998.

OLIVEIRA, A. M.; PAVOCA, B. E.; SUDO, S.; ROCHA, A. C. M.; BARCELLOS, D. F. 1979. **Incidência de *Zabrotes subfasciatus* Boheman, 1833 e *Acanthoscelides obtectus* Say, 1831 em diversas cultivares de feijão armazenado (Col., Bruchidae)**. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v 8, n1, p. 47 - 55, 1979.

OLIVEIRA, M. R. C.; CORRÊA, A. S.; SOUZA, G. A.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, L. O. **Mesoamerican Origin and Pre- and Post-Columbian Expansions of the Ranges of *Acanthoscelides obtectus* Say, a Cosmopolitan Insect Pest of the Common Bean**. *PLOS ONE*. v. 8, n. 7, p. 1-12, 2013.

ROZAS, J.; FERRER-MATER, A.; SANCHÉZ-DELBAIRRO, J. C.; LIBRADO, P.; GUIRAO-RICO, S.; RAMOS-ONSINS, S.; SANCHÉZ-GARCIA, A. **DNA Sequences Polimorfismo Versão 6. 11. 01**. 2018. Programa disponível em: <<http://www.ub.edu/dnasp/>>. Acesso em: 20. maio 2018, 15: 30: 30.

SAKAI, A. K.; ALLENDORF, F. W.; HOLT, J. S. **The population biology of invasive species**. *Annuals*

Reviews of Ecology Systematic. v. 32, p. 305-332, 2001.

SOUZA, G. A.; CARVALHO, M. R. O.; MARTINS, E. R.; GUEDES, R. N. C.; OLIVEIRA, L. O. **Diversidade genética estimada com marcadores ISSR em populações brasileiras de *Zabrotes subfasciatus***. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 43, n. 7, p. 843-849, 2008.

TAJIMA, F. **Evolutionary relationship of DNA sequences in finite populations**. Genetic. v. 105, 437-460, 1983.

TSUTSUI, N. D.; SUAREZ, A. V.; HOLWAY, D. A.; CASE, T. J. **Reduced genetic variation and the success of an invasive species**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. v. 97, p. 5948-5953, 2000.

INFLUÊNCIA DO HIDROCONDICIONAMENTO DE SEMENTES NO CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE *ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUUM* (VELL.) MORONG SUBMETIDAS AO DÉFICIT HÍDRICO

Data de aceite: 02/01/2020

Alyne Fontes Rodrigues de Melo

Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal,
Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão -
SE

Elizamar Ciríaco da Silva

Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal,
Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão -
SE

Rafael Silva Freitas

Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal,
Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão -
SE

Maria Fernanda da Costa Oliveira

Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal,
Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão -
SE

Marcos Vinicius Meiado

Laboratório de Fisiologia de Sementes,
Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana - SE

RESUMO: Na Caatinga, a disponibilidade da água no solo para embebição das sementes é irregular. Algumas espécies se beneficiam dessa hidratação descontínua, melhorando o desempenho no processo germinativo e crescimento das plântulas, processo conhecido como memória hídrica. O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento inicial

de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong sob déficit hídrico originadas de sementes hidrocondicionadas. As sementes foram submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos de HD (16 horas e trinta minutos de hidratação e 8 horas de desidratação). As plântulas oriundas de sementes hidrocondicionadas foram submetidas a diferentes tratamentos hídricos, sendo controle (rega diária), e plantas regadas a cada sete dias (E7) e quatorze dias (E14), com quinze repetições por tratamento. O crescimento avaliado durante 70 dias em intervalos semanais, a matéria seca da parte aérea e raiz, obtida ao final do experimento. As plântulas originadas de sementes que passaram por um e dois ciclos HD apresentaram maior crescimento em altura (42,4cm e 41,8cm, respectivamente), diferindo significativamente das plantas 0C (38,8cm), enquanto a 3C apresentou tamanho reduzido (35,3 cm). O diâmetro do caule seguiu o mesmo padrão decrescente (3,9 mm, 3,9 mm e 3,4 mm, para as plantas 1C, 2C e 3C, respectivamente). Quanto à restrição hídrica, o crescimento em altura das plantas E14 foi maior nos tratamentos 1C (38,6cm) e 0C (36,9cm). Para plantas E7, a altura foi maior quando submetidas a um (47cm) e dois ciclos de HD (42,9cm). O hidrocondicionamento com um e dois ciclos de HD favoreceu o crescimento inicial das plântulas com e sem estresse hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: memória hídrica,

INFLUENCE OF SEED HYDROCONDITIONING ON GROWTH OF SEEDLINGS OF *ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUUM* (VELL.) MORONG SUBMITTED TO WATER DEFICIT

ABSTRACT: In Caatinga, soil water availability for seed imbibition is irregular. Some species benefit from this discontinuous hydration, improving performance in germination and plant growth, a process known as water memory. The objective of this study was to evaluate the initial development of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seedlings under water deficit originating from hydroconditioned seeds. The seeds were submitted to 0, 1, 2 and 3 cycles of HD (16 hours and 30 minutes of hydration and 8 hours of dehydration). The seedlings from hydroconditioned seeds were submitted to different water treatments, being control (daily watering), and plants watered every seven days (E7) and fourteen days (E14), with fifteen replications per treatment. The growth evaluated during 70 days at weekly intervals, the shoot and root dry matter, obtained at the end of the experiment. Seedlings originated from seeds that went through one and two HD cycles presented higher growth in height (42.4cm and 41.8cm, respectively), differing significantly from 0C (38.8cm) plants, while 3C presented reduced size (35, 3 cm). The stem diameter followed the same decreasing pattern (3.9 mm, 3.9 mm and 3.4 mm for plants 1C, 2C and 3C, respectively). Regarding water restriction, the height growth of the E14 plants was higher in the 1C (38.6cm) and 0C (36.9cm) treatments. For E7 plants, the height was higher when submitted to one (47cm) and two cycles of HD (42.9cm). Hydroconditioning with one and two cycles of HD favored the initial growth of seedlings with and without water stress.

KEYWORDS: water memory, discontinuous hydration, stress tolerance.

1 | INTRODUÇÃO

A Caatinga é uma Floresta Tropical Seca localizada, majoritariamente, na região Nordeste do Brasil, cuja principal característica é a baixa disponibilidade de água durante grande parte do ano e a irregularidade temporal na distribuição das chuvas. As chuvas variam de 240 a 900 mm por ano (SAMPAIO, 1995; PENNINGTON et al., 2000). Composta por vegetação esclerófila e distribuída em fragmentos de floresta que cobrem cerca de 10% do território nacional, a Caatinga apresenta variação na estrutura da vegetação, que é resultado da combinação da baixa precipitação anual média e dos atributos do solo, sofrendo também influência da topografia e intensa perturbação humana (BARBOSA & KUMAR, 2016; LIMA & MEIADO, 2017).

Em ambientes áridos e semiáridos como a Caatinga, as sementes de muitas espécies germinam em camadas superficiais do solo, onde, mesmo na estação chuvosa, o período que a água está disponível para a embebição é breve (GUTTERMAN 1993; KIGEL 1995; MEIADO et al., 2012). Dessa forma, a absorção de água durante o início do processo germinativo pode ser interrompida devido à irregularidade das chuvas,

fazendo com que as sementes passem por ciclos de hidratação e desidratação (ciclos HD) (MEIADO et al., 2012). Esses ciclos desempenham um papel importante na persistência e dinâmica das plantas nesses ecossistemas (WILSON & WITKOWSKI, 1998; MEIADO, 2013; LIMA & MEIADO, 2017).

De acordo com Dubrovsky (1996; 1998), essa condição natural de hidratação descontínua proporciona às sementes um elevado índice de sobrevivência durante a dessecação, demonstrando que essas sementes podem apresentar uma “memória hídrica”. Tal fato está relacionado ao processo de embebição, no qual, algumas sementes são capazes de preservar as características resultantes da hidratação prévia e ativar genes específicos da planta relacionados à tolerância aos estresses ambientais (BRUCE et al., 2007; CONTRERAS-QUIROZ et al., 2016; MEIADO, 2013).

Os processos de estabelecimento e crescimento de mudas também podem se beneficiar dos ciclos de HD, alterando o sucesso reprodutivo de espécies que ocorrem em ecossistemas áridos e semi-áridos (DUBROVSKY 1996; LIMA & MEIADO 2018). Estudos revelam que a hidratação descontínua pode proporcionar vantagens competitivas para as mudas de algumas espécies em relação àquelas que não sofreram condições de hidratação descontínua durante a germinação (LIMA & MEIADO, 2018)

Sendo a água o fator limitante, é comum que as plantas invistam em crescimento do sistema radicular, em uma estratégia de expandir a área de absorção em horizontes mais profundos do solo. Nesse sentido, em ambientes semiáridos o crescimento reduzido em altura é a primeira e mais séria consequência fisiológica do déficit hídrico, uma vez que o alongamento celular depende da pressão de turgescência (KOZLOWSKI & PALLARDY, 1997; QUEZADA et al., 1999; MOURA et al., 2016). No entanto, o recrutamento e o desenvolvimento das plântulas podem apresentar maior vigor e crescimento, quando oriundas de sementes submetidas a ciclos de hidratação e desidratação, ou seja, os ciclos de HD podem não somente favorecer a germinação mas, também, as fases seguintes do ciclo de vida das espécies arbóreas da Caatinga (MEIADO, 2013).

A utilização do hidrocondicionamento de sementes já é bastante difundida para espécies agronômicas, visando o melhorar o desempenho destas em campo. Alguns estudos atestaram benefícios na germinabilidade, sincronia, redução do tempo médio, maior velocidade de germinação e também no vigor em diversas espécies como melão, couve-flor, maxixe e soja (ARAUJO, 2011; GIURIZATTO, 2006; KIKUTI e MARCOS FILHO, 2009; PAIVA et al., 2012). No entanto, para as espécies florestais nativas a aplicação dessa técnica ainda é recente e poucos estudos são encontrados na literatura.

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong (Fabaceae) é uma espécie arbórea, pioneira, comumente destinadas à recuperação de áreas degradadas, e se destaca devido ao seu rápido crescimento (LORENZI, 2008; SILVA, 2015). Essa espécie comprovadamente possui características de tolerância às condições limitantes da Caatinga (LÚCIO et al., 2017; SILVA E NOGUEIRA, 2003) e, possivelmente, o

hidrocondicionamento das sementes irá favorecer o crescimento da plântula além dos fatores germinativos. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas de *E. contortisiliquum* originadas de sementes hidrocondicionadas, quando submetidas à condição de déficit hídrico.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As sementes utilizadas neste estudo foram doadas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) oriundas de área de Caatinga do município de Brejo Santo, na região Sul do Estado do Ceará. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal e na estufa agrícola no Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Sergipe, em São Cristóvão.

Assim como muitas espécies que ocorrem na Caatinga, principalmente da família Fabaceae, as sementes de *E. contortisiliquum* possuem tegumento impermeável, apresentando uma dormência tegumentar. A técnica utilizada para superação da dormência foi a imersão em ácido sulfúrico por 60 minutos (LÊDO, 1977). Os ciclos de HD foram realizados conforme sugerido por Nascimento (2016) que, ao realizar a curva de embebição da espécie, identificou que o tempo de 16,5 horas de hidratação e 8 horas de secagem seria o mais indicado para tratamentos de restrição hídrica. Assim, as sementes de *E. contortisiliquum* foram submetidas a 0, 1, 2 e 3 ciclos de hidratação e desidratação (HD),

A fase de hidratação das sementes foi realizada em placas de Petri, mantidas em condições de laboratório, sob temperatura ambiente (média 25°C). Para a fase de desidratação, as sementes foram mantidas em estufa de secagem a 30°C, por 8 h ou até que as mesmas retornassem ao peso inicial antes da embebição. As sementes foram colocadas para germinar em bandejas contendo areia lavada. Posteriormente, foram selecionadas 60 plântulas, as quais foram transferidas para sacos plásticos contendo 4 kg de terra vegetal, sendo irrigadas diariamente por 15 dias (fase de aclimatação). Em seguida, apenas as plantas controle continuaram a ser regadas diariamente até atingir a capacidade de campo. Para o tratamento de restrição hídrica parte das plântulas foi submetida a dois ciclos de suspensão da irrigação: intervalos de sete (E7) e 14 dias (E14) entre as regas. O experimento foi conduzido por 70 dias.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, adotando-se um fatorial duplo, 4X3, correspondendo a quatro tratamentos de hidratação descontínua das sementes: nenhum ciclo (0C), um ciclo (1C), dois ciclos (2C) e três ciclos (3C) e três tratamentos hídricos: plantas regadas diariamente (controle), plantas regadas em intervalo de sete dias (E7), e plantas regadas a cada 14 dias (E14), com cinco repetições por tratamento, totalizando 60 plantas.

O crescimento foi avaliado semanalmente através de medidas da altura (cm) utilizando-se régua e, posteriormente, trena, o diâmetro do caule (mm), mensurado

com o auxílio de um paquímetro digital e contagem do número de folhas, estas tiveram os valores transformados para utilização no programa estatístico através da fórmula $(\sqrt{x} + 0,5)$. As partes de cada planta foram subdivididas nas frações folha, caule e raiz, sendo esta destorroada sobre uma peneira e lavada com água corrente. O material desidratado foi obtido em estufa de secagem a 60°C até a obtenção da massa constante. A partir dos valores de matéria seca obtidos foi determinada a razão raiz/ parte aérea (RRPA = massa seca da raiz / massa seca da parte aérea).

Todas as variáveis de crescimento mensuradas neste estudo foram comparadas através de uma ANOVA Dois Fatores, com teste de Tukey *a posteriori*. A normalidade dos resíduos dos dados e a homogeneidade das variâncias foram verificadas através dos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Todas as análises foram realizadas no Software R, com índice de significância de 5%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período inicial, aproximadamente 15 dias após o início da imposição dos tratamentos hídricos, a altura das plântulas cujas sementes passaram por três ciclos de HD ($26 \pm 6,5$ cm) foi significativamente inferior ao das plantas 1C ($35,6 \pm 5,9$ cm), tanto para o grupo controle quanto para o grupo que sofria déficit hídrico moderado de sete dias (1C: $37,2 \pm 5,3$ cm, 3C: $26,4 \pm 4$ cm). Nos 15 dias finais, o comportamento das plantas 3C continuou inferior para o grupo controle, sendo que houve destaque para o crescimento das plantas 2C, que superou as demais, atingindo uma média de $61,6 \pm 7,7$ cm de altura aos 70 dias. A média das plantas 3C para o mesmo período foi de $42,8 \pm 5,9$ cm (Figura 1E). Nas plantas E7, não houve diferença significativa de altura no período final do experimento (Figura 1F).

Para o grupo E14, no dia em que se iniciou a aplicação do estresse, as plântulas originadas a partir das sementes que passaram por 3C encontravam-se com altura de $19,4 \pm 3,7$ cm, significativamente inferior àquelas que passaram por apenas um ciclo ($27,6 \pm 4,5$ cm) e nenhum ciclo ($29,2 \pm 2,5$ cm). No entanto, durante todo o período restante do experimento, o crescimento em altura das plântulas analisadas não diferiu para esse nível de estresse hídrico avaliado (Figura 1G).

Em relação ao crescimento para cada ciclo de HD individualmente, as plantas 0C e 3C não apresentaram diferença significativa de altura entre os diferentes níveis de estresse hídrico (Figura 1A,D). Para as plantas 1C e 2C, houve um crescimento acentuado das plantas controle ($51,8 \pm 5,5$ cm e $61,6 \pm 7,7$ cm, respectivamente), que foi acompanhado pelo grupo E7, que sofria estresse moderado de sete dias de suspensão hídrica ($53,0 \pm 4,0$ cm, $53,0 \pm 12,8$ cm), estes diferiram das plantas E14 ($44,0 \pm 4,9$ cm e $39,4 \pm 4,2$ cm), cujas alturas foram significativamente menores que as demais (Figura 1B,C).

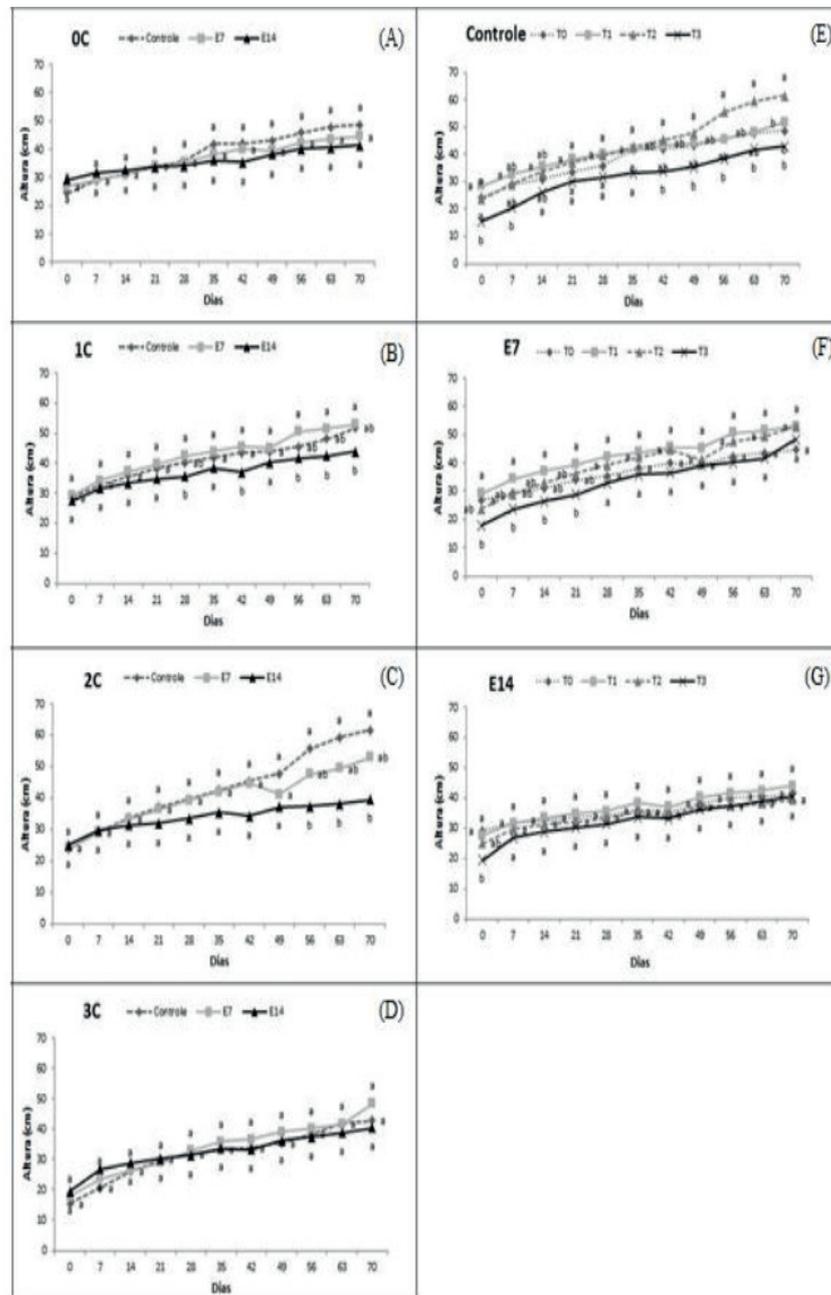


Figura 1. Altura das plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) oriundas de sementes que passaram nenhum ciclo (A), um ciclo (B) dois ciclos (C) e três ciclos (D) de hidratação e desidratação (HD) sob diferentes intervalos de suspensão de rega (Controle, E7 e E14). Plantas regadas diariamente (E), plantas regadas a cada sete dias (F) e plantas regadas a cada 14 dias (G) cujas sementes que passaram por 0, 1, 2 e 3 ciclos de HD. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quanto ao diâmetro das plântulas controle, não houve diferença significativa em todo o período do experimento para os diferentes ciclos de HD ao final do experimento apresentaram as seguintes medidas de diâmetro 0C: $5,6 \pm 0,6$ mm, 1C: $5,5 \pm 0,5$ mm, 2C: $5,6 \pm 0,4$ mm, 3C: $4,9 \pm 0,9$ mm (Figura 2E). O mesmo ocorreu com as plantas E14, cujas medidas finais foram 0C: $3,9 \pm 0,3$ mm, 1C: $3,9 \pm 0,38$ mm, 2C: $3,9 \pm 0,6$ mm, 3C: $3,7 \pm 0,3$ mm (Figura 2G). Quando submetidas a estresse moderado (E7), as plântulas 1C e 2C ($4,93 \pm 0,4$ mm, $4,9 \pm 0,5$ mm) apresentaram diâmetro superior, diferindo na maior parte do período amostral das plantas 0C e 3C ($4,5 \pm 0,3$ mm, $4,3 \pm 0,4$ mm) (Figura 2F).

Analisando cada ciclo individualmente, o diâmetro do caule das plantas controle foi significativamente superior ao das plantas E14 em todos os ciclos. As plantas E7 ($4,5 \pm 0,3$ mm) do tratamento 0C mostraram comportamento semelhante às E14 ($3,9 \pm 0,3$ mm), ao final do experimento (Figura 2A). Já para as plantas 1C e 2C o grupo E7 apresentou crescimento em diâmetro igual ao das plantas controle em grande parte do período experimental, a média do grupo E7 aos 70 dias foi $4,9 \pm 0,6$ mm, $4,9 \pm 0,4$ mm, respectivamente (Figura 2BC). Nas plantas 3C, o grupo E7 ($4,3 \pm 0,4$ mm) teve comportamento intermediário assemelhando-se tanto às controle ($4,9 \pm 0,9$ mm) quanto às E14 ($3,7 \pm 0,3$ mm) (Figura 2D).

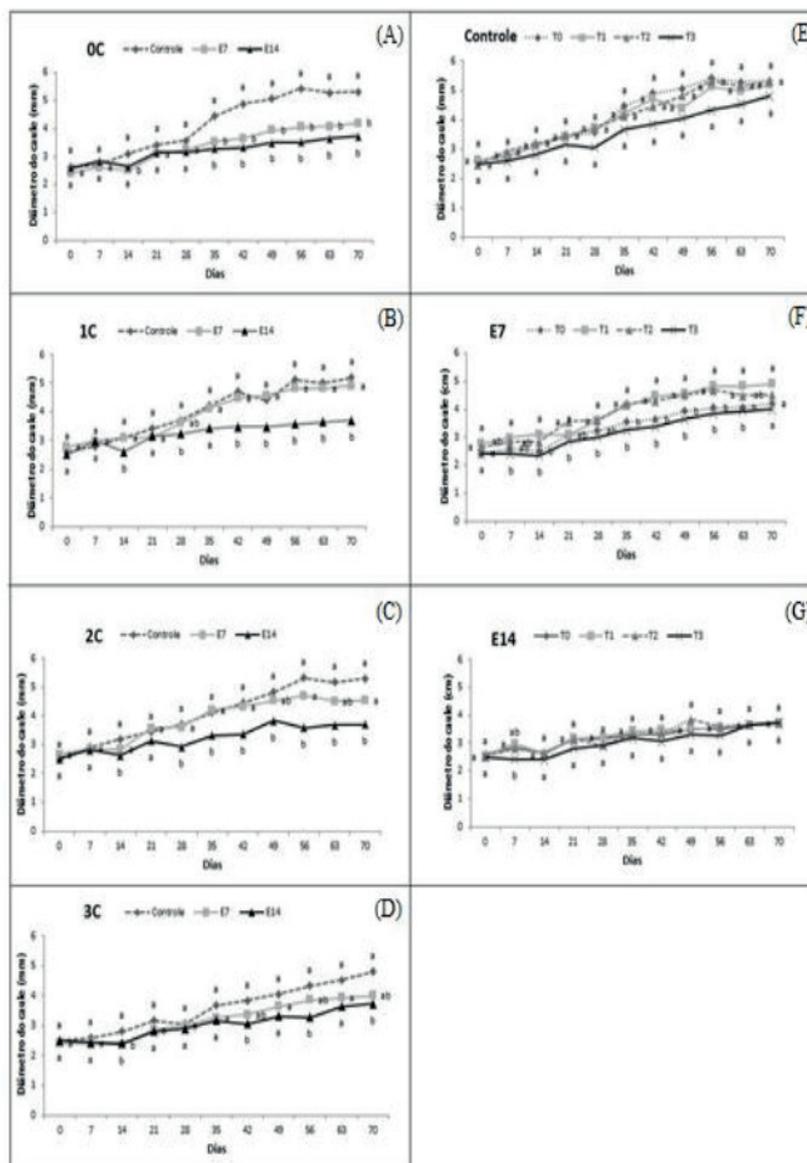


Figura 2. Diâmetro das plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) oriundas de sementes que passaram nenhum ciclo (A), um ciclo (B) dois ciclos (C) e três ciclos (D) de hidratação e desidratação (HD) sob diferentes intervalos de suspensão de rega (Controle, E7 e E14). Plantas regadas diariamente (E), plantas regadas a cada sete dias (F) e plantas regadas a cada 14 dias (G) cujas sementes que passaram por 0, 1, 2 e 3 ciclos de HD. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Durante o período experimental não houve diferença significativa do número de folhas entre as plantas que passaram por diferentes ciclos de HD sob condições de

restrição hídrica.

De acordo com o resultado da matéria seca total (MST), as plantas controle e E7, independente dos ciclos de HD, desenvolveram-se melhor e puderam dispensar maior investimento dos fotoassimilados em novos órgãos e, assim, garantir o crescimento de forma acelerada (Figura 3D). A média do peso de MST atingido pelas plantas controle foram 0C: $7,6 \pm 3,1$ g, 1C: $9,4 \pm 2,5$ g, 2C: 11 ± 5 , 3C: $8,6 \pm 2,7$ g; As plantas E14 apresentaram as seguintes médias de peso 0C: $3,6 \pm 0,5$ g, 1C: $4,5 \pm 0,4$ g, 2C: $4,1 \pm 0,7$, 3C $\pm 0,3$ g. A relação raiz/parte aérea (Raiz/RPA) não apresentou diferença entre os tratamentos pré-germinativos. Os valores médios próximos a um permitem inferir que houve investimento semelhante em parte aérea e raiz. Quanto aos tratamentos de restrição hídrica, houve diferença apenas para as plantas 3C, no qual o grupo controle apresentou maior investimento em raiz do que em parte aérea, pois o valor foi significativamente mais baixo que as plantas E14 ($0,7 \pm 0,3$ g e $1,6 \pm 0,3$ g, respectivamente). Estas por sua vez, tiveram o peso da parte aérea superior à raiz (Figura 3E).

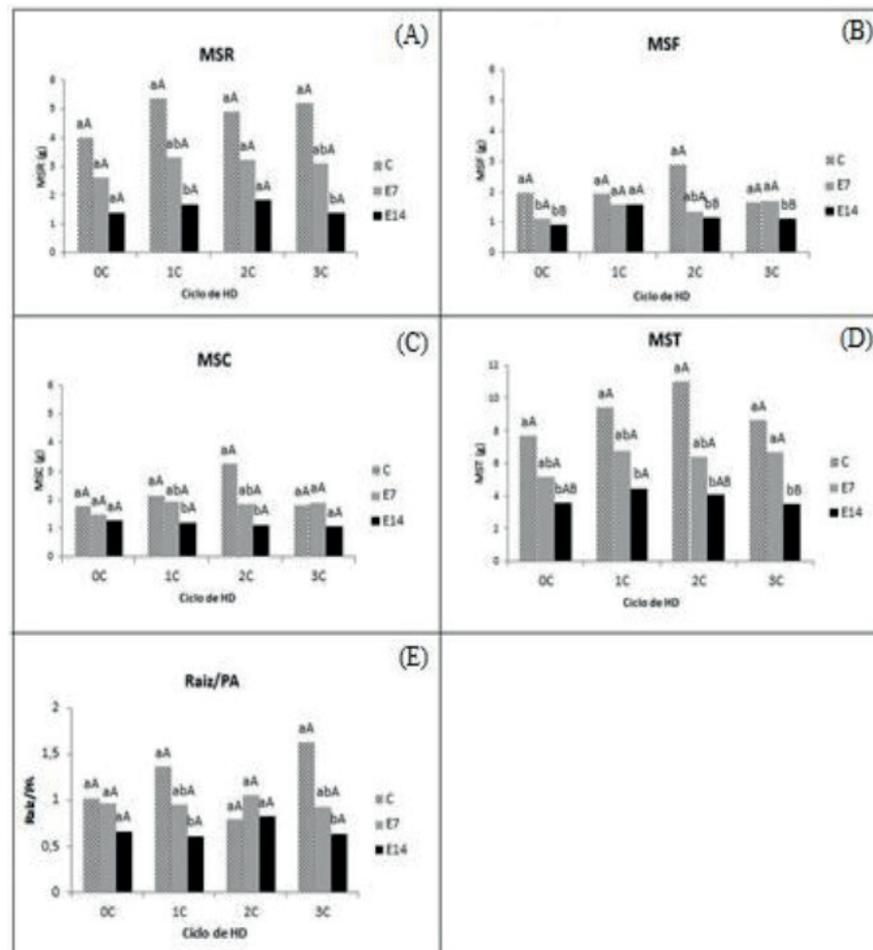


Figura 3. Matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), matéria seca total (MST) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) sob diferentes intervalos de suspensão de rega (Controle, E7 e E14, intervalos de sete e quatorze dias entre as regas), cujas sementes que passaram por 0, 1, 2 e 3 ciclos de hidratação e desidratação (HD). Letras iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para Lucio *et al.* (2017), apesar da maioria dos estudos com restrição hídrica relacionarem menor inibição do crescimento com a tolerância ao estresse, a restrição no crescimento pode ser uma estratégia para viver com a seca tão importante quanto as estratégias destinadas a manter o crescimento. Larcher (2006), afirma ainda que, as plantas lenhosas inicialmente alocam grande quantidade de fotoassimilados para a construção dos tecidos de sustentação. Em relação ao crescimento em altura, as plantas submetidas a 2C tiveram maior crescimento que as demais no tratamento controle. E quando em situação de estresse hídrico moderado o diâmetro das plantas com um e dois ciclos foi superior às demais, esse resultado indica que os ciclos de HD podem conferir algum tipo de vantagem que se propaga da semente até a fase seguinte de plântula.

Comparando as estratégias de adaptação em plantas de *E. contortisiliquum* e *Erythrina velutina* Willd. sob diferentes regimes hídricos, Lúcio *et al.*, 2017, perceberam que os níveis de seca testadas (moderado e severo) tiveram pouco ou nenhum efeito sobre o tamanho das folhas e folíolos do *E. contortisiliquum*. Essas mudanças morfológicas e fisiológicas ocorrem para evitar os efeitos negativos do estresse hídrico, levando-os a hipótese de que a fotossíntese deveria ter sido menos inibida no *E. contortisiliquum* e que esta espécie deve investir em mecanismos para manter o alto estado da água nos tecidos para a manutenção da troca de gás. Assim, esta deve ser uma espécie que mantém maior estado de água sob restrição, mas não investindo mais em raízes como seria esperado. Corroborando com o que foi encontrado neste trabalho, quando mesmo em situação de seca mais severa as plantas continuaram investindo no crescimento da parte aérea.

Analisando o efeito do hidrocondicionamento das sementes nas plântulas de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae) Lima & Meiado (2018), identificaram maior vigor, maior comprimento e diâmetro do caule, além de maior peso seco de folhas, caule e raízes, nas mudas oriundas de sementes que passaram pelos ciclos de HD. Os autores afirmam que essas mudas apresentam vantagens competitivas em relação às mudas que foram produzidas a partir de sementes que não passaram por ciclos de HD. Em relação ao *E. contortisiliquum*, embora não tenha havido diferença estatística entre os tratamentos pré-germinativos, o grupo controle e E7 das plantas 1C e 2C apresentaram altura visualmente superior às demais. Em campo, esse desenvolvimento mais rápido pode ser a garantia de sobrevivência e conseqüente sucesso no estabelecimento das mudas. Além dos ajustes morfológicos para adaptação às condições do meio, análises fisiológicas em plantas sob estresse fornecerão um melhor entendimento de como as plantas dessa espécie conseguem manter seu metabolismo e crescimento mesmo sob condições de estresse.

Por fim, o presente estudo corrobora com a hipótese de que à passagem pelos ciclos de HD pode favorecer não somente a germinação, mas também as outras fases do ciclo da vida, pois o hidrocondicionamento com um e dois ciclos favoreceu o crescimento inicial das plântulas com e sem estresse hídrico. Outros fatores

fisiológicos deverão ser analisados para verificar se a memória hídrica das sementes de *E. contortisiliquum* pode ser propagada na plântula em estabelecimento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. C.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; PAIVA, E. P. **Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe**. Revista Brasileira de Sementes, v 33, n 3, 2011.

BARBOSA, H.A., KUMAR, T.V.L. **Influence of rainfall variability on the vegetation dynamics over Northeastern Brazil**. Journal of Arid Environments 124, 377–387, 2016

BRUCE, T. J. A., MATTHES, M. C., NAPIER, J. Á., PICKETT, J. A. **Stressful „„memories““ of plants: Evidence and possible mechanisms**. Plant Science. V. 173, p.603–608, 2007.

CONTRERAS-QUIROZ, M. D. R.; PANDO-MORENO, M.; FLORES, J.; E. JURADO. **Effect of hydration and dehydration cycles on the germination of nine species of the Chihuahuan Desert**. Botanical sciences, 94 (2) 221-228, 2016.

DUBROVSKY, J.G. **Seed hydration memory in Sonoran Desert cacti and its ecological implication**. American Journal of Botany, v. 83, p.624-632, 1996.

DUBROVSKY, J.G. **Discontinuous hydration as a facultative requirement for seed germination in two cactus species of the Sonoran Desert**. Journal of the Torrey Botanical Society. v.125, p.33-39, 1998.

GIURIZATTO, M. I. K. **Physiological quality of soybean seeds submitted to the hydro conditioning**. 2006. 46 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS, Dourados, 2006.

GUTTERMAN, Y. **Seed germination in desert plants**. Springer, New York, 1993.

KIGEL, J. **Seed germination in arid and semiarid regions**. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds). Seed development and germination. Marcel Dekker, Inc, New York, cap. 26, p. 645-699, 1995.

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. **Condicionamento fisiológico de sementes de couve-flor**. Horticultura Brasileira, v.27, n.2, p.240-245, 2009.

KOZLOWSKI, T. T. & PALLARDY S. G. **Physiology of Woody Plants Biological techniques series**. Academic Press, p. 411, 1997.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Rima, São Carlos. 2006.

LEDO, A. A. M. **Estudo da causa da dormência em sementes de guapuruvu (*Schizolobium parahybum* (Vell) Blake) e orelha de negro (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong) e métodos para sua quebra**. UFV, 1977.

LIMA, A. T. & MEIADO M. V. **Discontinuous hydration alters seed germination under stress of two populations of cactus that occur in different ecosystems in Northeast Brazil**. Seed Science Research, 27, 292–302, 2017.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. **Effect of hydration and dehydration cycles on Mimosa tenuiflora seeds during germination and initial development**. South African journal of botany, v. 116, p. 164-167, 2018.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas**

do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384 f. v. 1. 2008.

LÚCIO, D. M.; DANTAS, S. G.; SANTOS, J. R. M.; PRAXEDES, S. C. **Differences in water deficit adaptation during early growth of brazilian dry forest Caatinga trees.** Agriculture & Forestry, Vol. 63, 2: 59-68, 2017.

MEIADO, M.V. et al. Diásporos da Caatinga: uma revisão. In: SIQUEIRA FILHO, J.A. (Org.). **Flora das Caatingas do Rio São Francisco – História Natural e Conservação.** Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio Editorial. cap. 9, p. 306-365, 2012.

MEIADO, M.V. **Evidências de memória hídrica em sementes da Caatinga.** In: Stelmann, J.R.; Isaias, R.M.S.; Modolo, L.V.; Vale, F.H.A. & Salino, A. (Orgs.). Anais do 64º Congresso Nacional de Botânica: botânica sempre viva. Belo Horizonte, Sociedade Botânica do Brasil, p. 89-94, 2013.

MOURA, A. R.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, J.A. A.; LIMA, T. V. **Relações hídricas e solutos orgânicos em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob diferentes regimes hídricos.** Ciência Florestal, v. 26, n. 2, p. 345-354, 2016.

NASCIMENTO, J. P. B. **Hidratação descontínua de sementes como nova alternativa para a produção de mudas destinadas à recuperação de ambientes degradados.** Dissertação (mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 75 f., 2016.

PAIVA, E. P.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; ARAÚJO, P.C. **Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de melão.** Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v. 55, n. 4, p. 332-337, nov. 2012.

PENNINGTON, R.T., PRADO, D.E. AND PENDRY, C.A. **Neotropical seasonally dry forests and quaternary vegetation changes.** Journal of Biogeography 27, 261–273, 2000.

QUEZADA, R. A. P.; ONTIVEROS, J. L. R. & HERNÁNDEZ, V. A. G. **Transpiracion, potencial hídrico y prolina em zarzamora bajo déficit hídrico.** Terra 17: 125-130, 1999.

SAMPAIO, E.V.S.B. **Overview of the Brazilian Caatinga,** pp. 35–63 in Bullock, S.H., Mooney, H.A. and Medina, E. (eds), Seasonal Dry Tropical Forests. Cambridge, Cambridge University Press, 1995.

SILVA, E. C. & NOGUEIRA, R. J. M. C. **Crescimento de quatro espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico em casa-de-vegetação.** Revista Ceres, 50 (288): 203-217, 2003.

SILVA, R. R., OLIVEIRA, D. R., DA ROCHA, G.P., & VIEIRA, D. L. M. **Direct seeding of Brazilian savanna trees: effects of plant cover and fertilization on seedling establishment and growth.** Restoration Ecology. 23: 393-401, 2015.

WILSON, T.B., WITKOWSKI, E.T.F. **Water requirements for germination and early seedling establishment in four African savana woody plant species.** Journal of Arid Environments 38, 541–550, 1998.

LABORATÓRIO DO IFES CAMPUS IBATIBA DE PORTAS ABERTAS: EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA NA REGIÃO DO CAPARAÓ

Data de aceite: 02/01/2020

Aldo Marcello Costa Bicalho

Instituto Federal do Espírito Santo
Barra de São Francisco - ES

Marcella Piffer Zamprogno Machado Barreiros

Instituto Federal do Espírito Santo
Serra - ES

Paula Karolina Rangel Amorim

Instituto Federal do Espírito Santo
Ibatiba - ES

Romário Alves Carvalho

Instituto Federal do Espírito Santo
Ibatiba - ES

Jefferson Nascimento Braga

Instituto Federal do Espírito Santo
Venda Nova do Imigrante – Espírito Santo.

RESUMO: As aulas práticas são fundamentais para facilitar o aprendizado dos alunos, vivenciando e contextualizando os conteúdos teóricos adquiridos. No Ensino Fundamental, a disciplina de Ciências representa a maior demanda e no Ensino Médio, as disciplinas de Física, Química e Biologia. Diante da realidade enfrentada pelo município de Ibatiba e redondezas, onde a maioria das escolas, principalmente as da rede públicas, não

possuem laboratórios de ensino, este programa propõe às escolas o acesso aos Laboratórios do Ifes - Campus Ibatiba, proporcionando aos alunos experimentação em atividades científicas, atendendo a uma demanda já existente. Para o desempenho do programa, o contato deve ser realizado por meio oficial pelo professor interessado, solicitando agendamento prévio dos laboratórios por meio de formulário que é entregue ao interessado após contato oficial com o responsável pelo programa. O programa é realizado de modo que não prejudique as atividades de ensino, pesquisa e outras atividades de extensão já realizadas nos laboratórios do Ifes - Campus Ibatiba, onde o atendimento é de uma escola e/ou turma por semana. Espera-se assim, proporcionar convívio científico aos alunos das escolas de ensino fundamental e médio, bem como contribuir com os professores dessa rede, para que tenham melhores condições para trabalharem os conteúdos em suas disciplinas.

PALAVRAS-CHAVE: Democratização do ensino; acessibilidade; ciência na prática.

IFES CAMPUS IBATIBA LABORATORY WITH OPEN DOORS: CRITICAL ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE CAPARAÓ REGION

ABSTRACT: The practical classes are fundamental to facilitate students' learning, experiencing and contextualizing the theoretical

contents acquired. In elementary school, the science subject represents the greatest demand and in high school, the subjects of physics, chemistry, and biology. Faced with the reality faced by the surrounding municipality of Ibatiba, where most schools, especially those in public schools, do not have teaching laboratories, this program proposes to allow schools to have access to the Ifes - Campus Ibatiba Laboratories, providing students with access to scientific activities, meeting an existing demand. For the performance of the program, the contact must be made officially by the interested teacher, requesting prior scheduling of laboratories through form that will be delivered to the interested after official contact with the responsibility for the program. The program will be carried out in a way that does not undermine the teaching, research and other extension activities already carried out in the Ifes - Campus Ibatiba laboratories. One school and / or class will be attended per week. It is hoped, thus, to provide scientific coexistence to students of elementary and high schools, as well as to contribute with the teachers of this network, so that they have better conditions to work the contents in their subjects.

KEYWORDS: Democratization of education; accessibility; science in practice.

1 | INTRODUÇÃO

A existência de uma relação positiva entre os níveis de educação e o índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios parece ser um consenso generalizado. Neste ponto de vista, a falta ou baixo investimento na educação permite alcançar um baixo IDH. Dentre os 78 municípios do Estado do Espírito Santo, Ibatiba encontra-se em 73º lugar com um IDH 0,647 (IBGE, 2010) mostrando que a escolaridade da população é extremamente baixa.

A qualidade de ensino do sistema escolar brasileiro vem enfrentando a falta de estrutura física, número excessivo de alunos em salas de aula, necessidade de capacitação dos educadores, carência de recursos didáticos e desvalorização profissional. O ensino de ciências tem se mostrado pouco eficaz, seja do ponto de vista dos estudantes e professores, quanto das expectativas da sociedade (BORGES, 2002). O programa 'Laboratórios do Ifes Campus Ibatiba de Portas Abertas' tem como intuito de permitir que as escolas da região do Caparaó tenham acesso aos Laboratórios do Ifes - Campus Ibatiba, proporcionando aos alunos acesso a atividades científicas, atendendo a uma demanda já existente.

Este envolvimento entre escolas das redes municipais e estaduais da região e os laboratórios do Instituto Federal do Espírito Santo Campus Ibatiba proporciona uma troca de saberes acadêmico e popular facilitando o processo de ensino-aprendizagem do discente, transformando a teoria em ações pedagógicas crítico-reflexivas. Estudos revelam que a grande maioria dos alunos demonstram notável dificuldade em assimilar os conteúdos teóricos de natureza científica com as atividades do dia a dia. Diante disso, as aulas práticas tornam-se fundamentais para facilitar o aprendizado dos alunos, vivenciando e contextualizando os conteúdos teóricos adquiridos (GIORDAN,

1999).

No Ensino Fundamental, a disciplina de Ciências representa a maior demanda de conteúdo experimental e no Ensino Médio, as disciplinas de Física, Química e Biologia. O ensino de Ciências é um campo em que várias vertentes de estratégias didáticas podem coexistir, visando à resolução de problemas. Entre elas, está o ensino por investigação. Este tipo de ensino, quando disposto aos alunos, pode apresentar diversas formas de desafios cognitivos e, por conseguinte, resoluções. A ideia central é propiciar condições favoráveis aos alunos para que construam o conhecimento científico, sendo capazes de refletir, questionar, argumentar, interagir etc., mobilizando, assim, distintos conhecimentos, previamente adquiridos na escola ou em sua vida cotidiana, a fim de resolver uma determinada questão ou situação-problema que é imposta por este tipo de ensino (CLEOPHAS, 2016).

Diante da realidade enfrentada pelo município de Ibatiba e região, onde a maioria das escolas, principalmente as da rede públicas, não possuem laboratórios de ensino, foi criado o programa de extensão visando atender a demanda desenvolvendo ações que proporcionam convívio científico aos alunos das escolas de ensino fundamental e médio e contribuindo com os professores dessa rede, para que tenham melhores condições no desenvolvimento dos conteúdos em suas disciplinas, causando assim, um impacto social positivo perante a comunidade.

2 | METODOLOGIA

As ações de extensão têm sido realizadas desde junho de 2014, com a inauguração dos laboratórios, e continuam a ser realizadas até o momento. Após divulgação do programa de extensão da Coordenadoria de Laboratórios, os professores entram em contato, pessoalmente e por meio oficial, com o Núcleo de Gestão Pedagógica e/ou com a Coordenadoria de Laboratórios do Ifes – Campus Ibatiba. O desenvolvimento das atividades teórico-práticas são elaboradas e realizadas pelos servidores (técnico-administrativos e docentes) do Ifes – Campus Ibatiba. Dentro do programa, umas das ações permite a utilização do espaço dos laboratórios, sem a participação dos servidores do campus, onde o professor tem liberdade para conduzir a experimentação. Esta ação ainda não foi realizada. O agendamento prévio dos laboratórios é realizado pelo professor interessado, sendo informado o ano da turma, o conteúdo ministrado, o material a ser utilizado e a quantidade de alunos a ser atendida.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do período de implantação até o presente momento de realização do programa, já foram atendidas 23 escolas incluindo APAE e Pestalozzi, abrangendo cerca de 1269 alunos das escolas municipais de ensino infantil e fundamental Eunice Pereira Silveira, Agenor de Souza Lé, Cachoeira Alegre e Helena Almocdice Valadão do

município de Ibatiba/ES, a Escola Municipal de Ensino Fundamental Delfino Batista Vieira do município de Iúna/ES, a Escola Municipal Vereador José Gomes Martins do município de Lajinha/MG, Pestalozzi de Ibatiba/ES e Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (Apae) de Ibatiba/ES, Muniz Freire/ES e Ibitirama/ES.

É perceptível a satisfação dos alunos e professores que participam das ações implementadas pelo programa, pois possibilita o acesso de estudantes não matriculados no Instituto à sua infraestrutura a atividades desenvolvidas pelos servidores deste, bem como o convívio com estudantes regulares do Ifes Campus Ibatiba ampliando as oportunidades educacionais a grupos externos.

O programa vem concretizando a interação da comunidade escolar do município de Ibatiba com o Ifes Campus Ibatiba, o que o torna ainda mais significativo. Considera-se que os objetivos do programa estão sendo alcançados, uma vez que a demanda para uso dos laboratórios é contínua.





4 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal do Espírito Santo Campus Ibatiba pela concessão da bolsa de extensão.

REFERÊNCIAS

BORGES, A. Tarciso. **Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Minas Gerais, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez, 2002.

CLEOPHAS, Maria das Graças. **Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais**. Revista Linhas. Florianópolis, v. 17, n. 34, p.266 – 298, maio/ago. 2016.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATÍSTICA

GIORDAN, M. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola. São Paulo, nº 10, p. 43-49, nov/1999.

MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL EM MINAS GERAIS

Data de submissão: 14/10/2019
Data de aceite: 02/01/2020

Juiz de Fora – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4885121235660546>

Felipe Santos Pacheco

Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Juiz de Fora – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3430157082552465>

Rafael Rodrigues Sampaio

Faculdades Integradas de Cataguases, Curso de Ciências Biológicas
Cataguases – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6342270963739810>

Giovanna Ambrosio Ferreira

Universidade Federal de Juiz de Fora, Laboratório de Bioacústica e Ecologia Comportamental
Juiz de Fora – Minas Gerais
Instituto de Pesquisas Cananéia
Cananéia – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4113332697060427>

Fabiano Aguiar da Silva

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Campo Grande – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9677640849118758>

Pedro Henrique Nobre

Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Juiz de Fora – Minas Gerais
Colégio de Aplicação João XXIII, Departamento de Ciências Naturais

RESUMO: O estudo teve como objetivo inventariar as espécies de mamíferos de médio e grande porte ocorrentes em um fragmento de floresta estacional semidecidual secundário na Zona da Mata de Minas Gerais, fornecendo informações sobre ameaças e a importância da área à conservação da biodiversidade regional. Foram registradas 18 espécies, incluindo seis ameaçadas de extinção em algum nível, duas alóctones e uma doméstica, potencialmente causadora de impactos à fauna nativa. Perturbado por pressões relacionadas à antropização, o remanescente possivelmente não é capaz de manter populações viáveis em longo prazo. A riqueza em espécies ameaçadas indica que a área é crucial para a conservação da biodiversidade regional, sendo necessária sua proteção e o aumento da conectividade entre os remanescentes locais, visando garantir a viabilidade ecológica das populações.

PALAVRAS-CHAVE: Floresta Atlântica. Conservação. Espécies ameaçadas.

ABSTRACT: The objective of the study was to inventory medium and large mammal species occurring in a secondary semideciduous forest fragment in the Zona da Mata of Minas Gerais, providing information on threats and the importance of the area to the conservation of regional biodiversity. Eighteen species were recorded, including six endangered species at some level, two allochthonous and one domestic, potentially causing impacts on native fauna. Disturbed by anthropization-related pressures, the remnant is possibly unable to maintain viable populations over the long term. The richness in endangered species indicates that the area is crucial for the conservation of regional biodiversity, and its protection and increased connectivity between the local remnants are necessary to ensure the ecological viability of the populations.

KEYWORDS: Atlantic Forest. Conservation. Endangered species.

1 | INTRODUÇÃO

O Corredor Sul da Serra do Brigadeiro, na Zona da Mata de Minas Gerais, é formado por maciços serranos isolados que se estendem do entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) em sentido sudoeste até a bacia do rio Pomba (DRUMMOND et al., 2005; MMA, 2007). Possui alta riqueza em espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (DRUMMOND et al., 2005), sendo considerado uma área prioritária para a conservação no Brasil (MMA, 2007).

Assim como no restante de seu domínio, regionalmente a Floresta Atlântica encontra-se intensamente fragmentada e alterada por ações antrópicas (CHIARELLO, 1999; DRUMMOND et al., 2005; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2015). Isso representa ameaça a muitos taxa de mamíferos, sobretudo àqueles de pendentes de maiores áreas de vida, como predadores de topo de cadeia e espécies de maior porte (CHIARELLO, 1999; GRAIPEL et al., 2016). Poucos estudos inventariaram a mastofauna de médio e grande porte ocorrente no Corredor ou em localidades próximas (eg. NUNES et al., 2012, no PESB; PRADO et al., 2008, na Mata do Paraíso, em Viçosa), sendo incipientes os dados que demonstrem a importância dos remanescentes florestais à persistência das espécies na região.

Nesse sentido, o estudo teve como objetivo amostrar as espécies de mamíferos de médio e grande porte em um fragmento de floresta estacional semidecidual localizado em uma Área de Proteção Ambiental no Corredor Sul da Serra do Brigadeiro, fornecendo informações sobre ameaças aos taxa e a importância da proteção do remanescente para a conservação da biodiversidade regional.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Situada no município de Cataguases, MG, a área de estudo corresponde a uma propriedade particular de aproximadamente 135 ha e altitudes entre 200 e 400 m (21°20'20.4"S, 42°45'45.4"W) (Figura 1). Conhecida como Sítio Boa Sorte, está inserida em um fragmento florestal de aproximadamente 600 ha, caracterizado como floresta estacional semidecidual submontana (VELOSO et al., 1991). O clima predominante é o Aw, tropical quente e úmido (KÖPPEN, 1948), e a estação chuvosa ocorre de outubro a março, e a seca de abril a setembro (ASSIS & FEIO, 2017). Apresenta precipitação média anual em torno de 1.200 mm, e temperatura média anual de 24,5°C, com variações entre 18 e 31°C (ASSIS & FEIO, 2017).

É um dos maiores remanescentes da região, distante de 2 a 20 km de outros de tamanho próximo ou maiores, e a aproximadamente 55 km do PESB. A matriz é formada principalmente por pequenas culturas e pastagens. E integra a Área de Proteção Ambiental (APA) Serra da Neblina, que ainda não possui um plano de manejo ou propostas concretas para a conservação da biodiversidade local (PREFEITURA MUNICIPAL DE CATAGUASES, 2015).

Para inventariar a mastofauna ocorrente foram utilizadas quatro armadilhas fotográficas digitais modelo MCG-12589, da marca Moultrie® (C1, C2, C3 e C4), fixadas em troncos de árvores a aproximadamente 50 cm do solo. Os registros foram coletados ininterruptamente de agosto de 2016 a agosto de 2017, feitos em formato de vídeo com duração de 10 segundos e intervalos de um minuto entre os disparos. A armadilha C1 permaneceu instalada próxima a um curso d'água durante 209 dias, e C2 permaneceu instalada em uma nascente durante 180 dias. Já a armadilha C3 permaneceu instalada em uma trilha preexistente durante 364 dias, enquanto C4 permaneceu instalada na margem de um curso d'água por apenas 38 dias. O esforço amostral total foi de 791 armadilhas-dias.

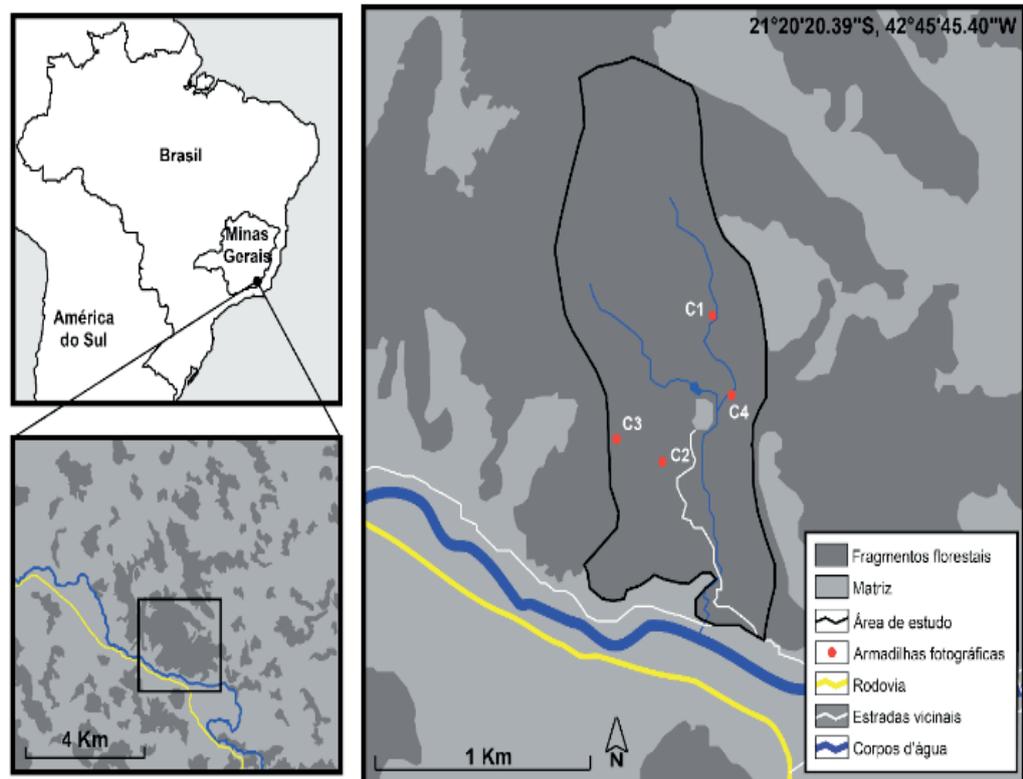


Figura 1 – Representação geográfica do Sítio Boa Sorte vetorizada a partir de imagens de satélite. Foram considerados fragmentos florestais as florestas naturais e plantadas com espécies nativas e exóticas (*Eucalyptus sp.*).

Com a finalidade de registrar maior número de espécies, os pontos de amostragem foram iscados semanalmente com bacon e frutos picados (normalmente banana, abacaxi e manga), e isca olfativa elaborada com essências de baunilha e canela diluídas em água. Foram também considerados registros diretos, como visualizações e vocalizações, e indiretos, como pegadas, fezes, marcações territoriais e tocas, realizados durante o período do estudo ou não.

Informações sobre o *status* de conservação dos taxa foram consultadas na lista de espécies ameaçadas de extinção de Minas Gerais (COPAM, 2010), na lista de espécies ameaçadas do Brasil (ICMBIO, 2016), e na lista global de espécies ameaçadas (IUCN, 2019).

A riqueza em espécies foi considerada como o número total de espécies registradas. Através da estimativa de Mao Tau, foi elaborada a curva média de acumulação de espécies, indicando se o esforço amostral foi suficiente para levantar a riqueza de forma representativa para a comunidade (KREBS, 1999). E a riqueza esperada de espécies foi estimada pelo método Jackknife 1, que permite obter resultados mais exatos em relação à riqueza de espécies de uma comunidade, visto que considera a probabilidade de serem amostradas espécies raras (KREBS, 1999).

Apenas os registros efetuados por armadilhas fotográficas foram considerados para as análises. Para a elaboração de gráficos e realização de análises estatísticas foi utilizado o *software* R (R CORE TEAM, 2018).

3 | RESULTADOS

Foram registradas 18 espécies de mamíferos distribuídas entre sete ordens. Para a ordem Carnivora foi constatada a maior riqueza, com nove espécies, seguida pelas ordens Didelphimorphia, Pilosa e Rodentia, cada uma com duas espécies. E as ordens Cingulata, Lagomorpha e Primates foram representadas por apenas uma espécie cada (Tabela 1). Dos 18 taxa, seis são ameaçados de extinção em algum nível – estadual, nacional e/ou global: *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815) (Figura 2A), *Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803) (Figura 2B), *Leopardus guttulus* (Hensel, 1872) (Figura 2C), *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758) (Figura 2D), *Puma concolor* (Linnaeus, 1771) (Figuras 2E e 2F) e *Chironectes minimus* (Zimmerman, 1780).

Apenas *Bradypus variegatus* Schinz, 1825 e *Sphiggurus sp.* não foram registradas pelas armadilhas fotográficas, mas foram identificadas por registros diretos (visualizações). Algumas das espécies registradas em vídeo também foram registradas de outras maneiras. Cachorros domésticos, *Canis l. familiaris* (Linnaeus, 1758), foram constantemente visualizados e ouvidos durante o desenvolvimento do estudo, além do registro de fezes no interior do fragmento. Um *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766) foi avistado, e foram observadas marcações territoriais características da espécie em troncos. Foram também observadas marcações de *P. concolor* em um tronco, além de um registro de pegada. São comuns na área as tocas de *Dasybus novemcinctus* Linnaeus, 1758, e a espécie foi diretamente visualizada uma vez. A cuíca-d'água, *C. minimus*, foi visualizada na margem de uma lagoa por C. L. de Assis em 2011 (comunicação pessoal). Duas vezes foram avistados indivíduos de *Sylvilagus cf. tapetillus* Thomas, 1913. E durante todo o estudo foram realizados registros diretos de *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812), e com menor frequência, de *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Tabela 1).

Espécie	Nome Comum	Grau de ameaça			Registros		
		MG	BR	IUCN	Rv	Rd	Ri
Ordem Carnivora							
<i>Canis l. familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	Cão doméstico	-	-	-	X	X	X
<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	Lobo-guará	VU	VU	NT	X		
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Irara	NC	NC	LC	X		
<i>Leopardus guttulus</i> (Hensel, 1872)	Gato-do-mato-pequeno	NC	VU	VU	X		
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	Jagatirica	VU	NC	LC	X		
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	Quati	NC	NC	LC	X	X	X
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	Onça-parda	VU	VU	LC	X		X
<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	Gato-mourisco	NC	VU	LC	X		
<i>Procyon cancrivorus</i> (Cuvier, 1798)	Mão-pelada	NC	NC	LC	X		
Ordem Cingulata							
<i>Dasybus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Tatu-galinha	NC	NC	LC	X	X	X

Ordem Didelphimorphia							
<i>Chironectes minimus</i> (Zimmerman, 1780)	Cuíca-d'água	VU	NC	LC	X	X	
<i>Didelphis aurita</i> Wied-Neuwied, 1826	Gambá-de-orelha-preta	NC	NC	LC	X	X	
Ordem Lagomorpha							
<i>Sylvilagus cf. tapetillus</i> Thomas, 1913	Tapiti	NC	NC	NC	X	X	
Ordem Pilosa							
<i>Bradypus variegatus</i> Schinz, 1825	Preguiça-de-óculos	NC	NC	LC		X	
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-mirim	NC	NC	LC	X		
Ordem Primates							
<i>Callithrix penicillata</i> (É. Geoffroy, 1812)	Sagui-de-tufos-pretos	NC	NC	LC	X	X	
Ordem Rodentia							
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	Paca	NC	NC	LC	X		
<i>Sphiggurus</i> sp.	Ouriço	NC	NC	LC		X	

Tabela 1 – Espécies registradas no Sítio Boa Sorte, nome comum, tipo de registro, e grau de ameaça a cada uma conforme as listas de espécies ameaçadas de extinção de Minas Gerais (COPAM, 2010) e do Brasil (ICMBIO, 2016), e a lista global da IUCN (2019).

Legenda: NC = Não citada; LC = Não ameaçada; NT = Quase ameaçada; VU = Vulnerável; Rv= Registros em vídeo; Rd = Registros diretos; Ri = Registros indiretos.



Figura 2 – Espécies ameaçadas de extinção registradas no Sítio Boa Sorte: A – *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1815); B – *Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803); C – *Leopardus guttulus* (Hensel, 1872); D – *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758); E e F – *Puma concolor* (Linnaeus, 1771).

Foram percebidos indícios de caça no fragmento, como o registro de dois cães da raça *american foxhound*, comumente utilizada por caçadores no Brasil, além de relatos de moradores locais. E ainda, duas armadilhas fotográficas utilizadas durante o presente estudo foram furtadas, possivelmente por caçadores. Assim como várias armadilhas *sherman* e *tomahawk* furtadas entre 2017 e 2018 durante um estudo realizado com pequenos mamíferos (F. S. Pacheco, dados não publicados).

Na Figura 3 podem ser observadas a curva média de acumulação de espécies (riqueza observada) e a estimativa de riqueza obtida pelo método Jackknife 1. A curva de acumulação de espécies não atingiu a assíntota, demonstrando que com o aumento do esforço amostral mais espécies podem ser adicionadas à comunidade. Mas de acordo com o resultado da estimativa de riqueza o número de espécies da comunidade pode chegar a 20 (19,7), muito próximo do observado se incluídos os registros indiretos, indicando que a amostragem foi representativa.

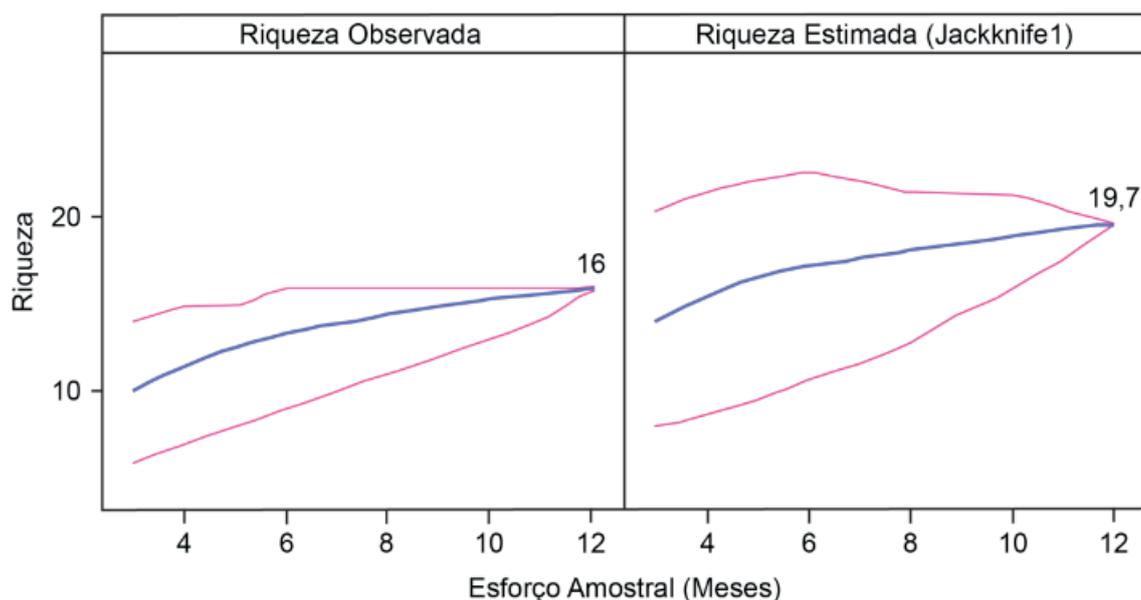


Figura 3 – Curva média de acumulação de espécies (riqueza observada), obtida através da estimativa de Mao Tau pela taxa em que espécies são adicionadas em função do aumento do esforço amostral; e riqueza estimada pelo método Jackknife 1, com 999 permutações.

4 | DISCUSSÃO

A riqueza em espécies de mamíferos de médio e grande porte encontrada é quase o dobro da mencionada por Nunes et al. (2012) para o PESB, com 10 espécies. E o número de *taxa* ameaçados de extinção registrados durante o presente estudo também supera os quatro registrados no PESB, a maior área de floresta estacional da região, com 14.984 ha (NUNES et al., 2012). Contudo, diversos autores defendem que áreas fragmentadas não são capazes de manter assembleias de mamíferos intactas a longo prazo (eg. CHIARELLO, 1999; COSTA et al., 2005; CULLEN et al., 2000; GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005; RIBEIRO et al., 2009). A perda de habitat e a fragmentação

relacionadas às atividades humanas estão entre as maiores ameaças aos mamíferos terrestres brasileiros (COSTA et al., 2005). A matriz antrópica normalmente é pouco permeável à dispersão de muitas espécies (GRAIPEL et al., 2017), levando ao isolamento de pequenas populações e consequentes eventos estocásticos genéticos, demográficos e ambientais (SIMBERLOFF et al., 1992).

Muitas espécies dependem de grandes áreas de vida e ocorrem em baixas densidades, como as de maior porte ou os predadores de topo de cadeia, sendo as mais afetadas pela fragmentação (CHIARELLO, 1999; COSTA et al., 2005; GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005). Para *L. pardalis*, com áreas de vida de até 11 km² (LUDLOW & SUNQUIST, 1987), e *P. concolor*, com áreas de vida de até 363 km², dependendo da quantidade de recursos (DICKSON & BEIER, 2002), é possível que o local não tenha capacidade para manter populações viáveis em médio e longo prazo (COSTA et al., 2005; GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005). Assim, podem estar utilizando o pequeno fragmento como refúgio temporário (BASTOS NETO et al., 2009; CHIARELLO, 1999), configurando-o como um trampolim ecológico (RIBEIRO et al., 2009). Mas apesar da capacidade de deslocamento dos taxa maiores através da matriz, estes estão mais vulneráveis à pressão de caça em ambientes abertos (GRAIPEL et al., 2016).

De modo geral, paisagens fragmentadas são mais acessíveis a caçadores (ROBINSON, 1996), e o isolamento das populações florestais nos fragmentos faz com que estejam mais vulneráveis (CULLEN et al., 2000). A caça tem sérias consequências em comunidades isoladas, que tem menos chances de receber imigração de novos indivíduos que amenizariam a pressão sobre as populações (CHIARELLO, 1999, 2000). Impactos da caça intensificam então os efeitos da fragmentação, sendo uma das principais causas de extinções locais das espécies caçadas em curto prazo (CULLEN et al., 2000).

Não foram registradas algumas espécies que são tradicionalmente caçadas no Brasil cujas distribuições geográficas abrangem a área de estudo, como a cutia, *Dasyprocta leporina* (Linnaeus, 1758), o veado, *Mazama sp.*, e o porco-do-mato, *Pecari tajacu* (Linnaeus, 1758) (CULLEN et al., 2000; WILSON & REEDER, 2005). Todas já foram registradas na região da Serra do Brigadeiro ou em localidades próximas (NUNES et al., 2012; PRADO et al., 2008), sendo então sua ocorrência esperada para o local. Os indícios sugerem que além de consequência da fragmentação florestal, a ausência destas pode também ser causada pela caça. Assim, *D. novemcinctus*, *S. cf. tapetillus*, *T. tetradactyla* e *C. paca*, comumente alvos de caça (CHIARELLO, 1999; CULLEN et al., 2000; GRAIPEL et al., 2016), encontram-se localmente em perigo. Além das mencionadas, as espécies da ordem Carnivora também podem estar em risco, por serem abatidas em retaliação a ataques a criações (COSTA et al., 2005; GRAIPEL et al., 2016), comuns na região (observação pessoal).

A presença de carnívoros domésticos também representa grande ameaça à comunidade de mamíferos silvestres (ESPARTOSA, 2009; FERREIRA et al., 2019). Por predarem e competirem com espécies nativas, além de transmitirem doenças,

são uma das principais causas de extinção de espécies de mamíferos e perda de biodiversidade em pequenos remanescentes (ESPARTOSA, 2009; FERREIRA et al., 2019; GALETTI & SAZIMA, 2006). A perda e a fragmentação de ambientes florestais favorecem o acesso de cães aos remanescentes, pelo aumento da matriz aberta e maior perímetro de bordas (ESPARTOSA, 2009). Galetti & Sazima (2006) documentaram predação de cães a *C. paca*, *Didelphis sp.*, *Dasyopus sp.*, *Sylvilagus sp.* e *Sphiggurus sp.*, todos com ocorrência na área de estudo.

Apesar de *C. brachyurus* ser uma espécie ameaçada de extinção (COPAM, 2010; ICMBIO, 2016; IUCN, 2019), sua distribuição original não inclui a Floresta Atlântica (DIETZ, 1985). A espécie é associada a habitats abertos, podendo se beneficiar da perda e fragmentação de habitats florestais (DIETZ, 1985; SANTOS et al., 2003). Sua presença então evidencia a supressão florestal na região.

Outra espécie invasora registrada foi *C. penicillata*, que tem área de ocorrência original para o Cerrado e a Caatinga (RYLANDS et al., 1993). É alóctone em várias áreas da Floresta Atlântica no sudeste do Brasil, e tem alto potencial de ocupação dos habitats e impactos à fauna nativa (BICCA-MARQUES et al., 2011).

Aparentemente, não só *L. guttulus*, *L. pardalis*, *P. concolor*, *P. yagouaroundi* e *C. minimus*, citadas em listas de espécies ameaçadas (COPAM, 2010; ICMBIO, 2016; IUCN, 2019), encontram-se em perigo na área de estudo. Todos os *taxa* autóctones da comunidade estão em risco direta ou indiretamente, pela perda e fragmentação de habitats, pela caça, pela presença de espécies invasoras, ou pelo efeito acumulado dos fatores.

A riqueza em espécies ameaçadas de extinção no local corrobora sua inclusão em uma APA (MMA, 2007). Contudo, apenas sua inclusão parece não ser uma medida eficiente à manutenção das populações a longo prazo. Drummond et al. (2005) sugerem como estratégias de conservação da biodiversidade da região a promoção de atividades de educação ambiental, a efetiva fiscalização de impactos, o inventário da biota ocorrente, a promoção de conectividade entre os remanescentes florestais e a implantação de programas de recuperação ambiental.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A riqueza da comunidade de mamíferos de médio e grande porte do fragmento, sobretudo em espécies ameaçadas de extinção, indica que a área é chave para a conservação da biodiversidade regional. É urgente o inventário da biota ocorrente na APA Serra da Neblina e a subsequente elaboração de seu plano de manejo. Este deve ser redigido de forma a contemplar a recuperação e conectividade da paisagem e programas de educação ambiental que visem minimizar os efeitos da caça. A presença de cães domésticos também merece especial atenção, devendo ser considerado o controle de natalidade no perímetro da APA.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, Clodoaldo Lopes de; FEIO, Renato Neves. **Anfíbios do município de Cataguases, Zona da Mata de Minas Gerais**. MG BIOTA: Boletim Técnico Científico da Diretoria de Proteção à Fauna do IEF – MG, v. 10, n. 2, p. 4-24, 2017.
- BASTOS NETO, Omar Junqueira et al. **Mamíferos de um fragmento florestal particular periurbano de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil**. Revista Brasileira de Zoociências, v. 11, n. 3, p. 269-276, 2009.
- BICCA-MARQUES, Júlio César et al. Ordem Primates. In: REIS, N. R., et al. **Mamíferos do Brasil**. 2. ed. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011. p. 107-150.
- CHIARELLO, Adriano G. **Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil**. Biological Conservation, v. 89, n. 1, p. 71-82, 1999.
- _____. **Influência da caça ilegal sobre mamíferos e aves das matas de tabuleiro do norte do estado do Espírito Santo**. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, v. 11, n. 12, p. 229-247, 2000.
- COPAM – CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. **Deliberação Normativa COPAM nº 147, de 30 de abril de 2010: Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais**. Diário do Executivo do Estado de Minas Gerais, 2010.
- COSTA, Leonora Pires et al. **Mammal conservation in Brazil**. Conservation Biology, v. 19, n. 3, p. 672-679, 2005.
- DICKSON, Brett G.; BEIER, Paul. **Quantifying the influence of topographic position on cougar (Puma concolor) movement in southern California, USA**. Journal of Zoology, v. 271, n. 3, p. 270-277, 2007.
- DIETZ, James M. **Chrysocyon brachyurus**. Mammalian Species, n. 234, p. 1-4, 1985.
- DRUMMOND, Gláucia Moreira et al. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.
- ESPARTOSA, Karina Dias. **Mamíferos terrestres de maior porte e a invasão de cães domésticos em remanescentes de uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica: avaliação da eficiência de métodos de amostragem e da importância de múltiplos fatores sobre a distribuição das espécies**. 2009. 127 p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- FERREIRA, Giovanna Ambrosio et al. **Spatial overlap between domestic cats and wild felines in an insular Atlantic Forest remnant**. Animal Biology, v. 69, n. 4, p. 463-481, 2019.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais de Mata Atlântica: período 2013 a 2014**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br/>>.
- GALETTI, Mauro; SAZIMA, Ivan. **Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil**. Natureza & Conservação, v. 4, n. 1, p. 58-63, 2006.
- GALINDO-LEAL, Carlos; CÂMARA, Ibsen de Gusmão. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: _____. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2005. p. 3-11.
- GRAIPEL, Maurício Eduardo et al. **Características associadas ao risco de extinção nos mamíferos terrestres da Mata Atlântica**. Oecologia Australis, v. 20, n. 1, 2016

_____. Mamíferos da Mata Atlântica. In: MONTEIRO-FILHO, Emygdio Leite de Araújo, CONTE, Carlos Eduardo (Orgs.). **Revisões em Zoologia: Mata Atlântica**. Série Pesquisa, Curitiba: Editora UFPR, 2017. p. 391-482.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Sumário Executivo Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio - MMA. 2016. 75 p.

IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Versão 2019-2. 2019. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org>>.

KÖPPEN, William. **Climatologia**: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.

KREBS, Charles J. **Ecological methodology**. 2. ed. Boston: Addison-Wesley Longman, 1999. 618 p.

LUDLOW, M. E.; SUNQUIST, M. E. **Ecology and behavior of ocelots in Venezuela**. National Geographic Research, v. 3, n. 4, p. 447-461, 1987.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007**. Série Biodiversidade. Brasília: MMA, 2007. 300 p.

NUNES, André Valle et al. **Composição e abundância relativa dos mamíferos terrestres de médio e grande porte do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais, Brasil**. Biotemas, v. 25, n. 3, p. 205-216, 2012.

PRADO, Maressa Rocha et al. **Mamíferos de médio e grande porte em um fragmento de Mata Atlântica, Minas Gerais, Brasil**. Revista Árvore, v. 32, n. 4, p. 741-749, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CATAGUASES. **Lei nº 4.226/2015 – Declara Área de Proteção Ambiental Serra da Neblina no Município de Cataguases e dá outras providências**. Cataguases: Gabinete do Prefeito, 2015. 11 p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

RIBEIRO, Milton Cezar et al. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation**. Biological conservation, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

ROBINSON, John G. Hunting wildlife in forest patches: an ephemeral resource. In: SCHELHAS, John; GREENBERG, Russell S. (Eds.). **Forest Patches in Tropical Landscapes**. Washington: Island Press, 1996. p. 111-130.

RYLANDS, Anthony B. et al. Systematics, geographic distribution, and some notes on the conservation status of the Callitrichidae. In: RYLANDS, Anthony B. (Ed.). **Marmosets and tamarins: systematics, behaviour, and ecology**. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 11-77.

SANTOS, Eliana F. et al. **Diet of the maned wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and its role in seed dispersal on a cattle ranch in Brazil**. Journal of Zoology, v. 260, n. 2, p. 203-208, 2003.

SIMBERLOFF, Daniel et al. **Movement corridors: conservation bargains or poor investments?** Conservation Biology, v. 6, n. 4, p. 493-504, 1992.

VELOSO, Henrique Pimenta et al. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE,

Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

WILSON, Don E.; REEDER, DeeAnn M. (Eds.). **Mammal species of the world**: a taxonomic and geographic reference. 3. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, v. 1, 2005.

UM MODELO DE CONTROLE QUÍMICO DO PULGÃO-DA-SOJA

Data da submissão: 14/10/2019

Data de aceite: 02/01/2020

Magda da Silva Peixoto

2DFQM, CCTS, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba-SP, Brasil,

<http://lattes.cnpq.br/0413910306376054>, <http://lattes.cnpq.br/8244087426759161>

Silvia Maria Simões de Carvalho

2DFQM, CCTS, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba-SP, Brasil,

<http://lattes.cnpq.br/0413910306376054>, <http://lattes.cnpq.br/8244087426759161>

Laécio Carvalho de Barros

DMA, IMECC, Universidade Estadual de Campinas,

Campinas/SP, Brasil,

<http://lattes.cnpq.br/2179264383063219>, <http://lattes.cnpq.br/6541957090000783>, <http://lattes.cnpq.br/7842866667708331>

Rodney Carlos Bassanezi

3DMA, IMECC, Universidade Estadual de Campinas,

Campinas/SP, Brasil,

<http://lattes.cnpq.br/2179264383063219>, <http://lattes.cnpq.br/6541957090000783>, <http://lattes.cnpq.br/7842866667708331>

Estevão Esmi Laureano

3DMA, IMECC, Universidade Estadual de Campinas,

Campinas/SP, Brasil,

<http://lattes.cnpq.br/2179264383063219>, <http://lattes.cnpq.br/6541957090000783>, <http://lattes.cnpq.br/7842866667708331>

Weldon Alexander Lodwick

4DM, University of Colorado, Denver, Colorado, USA,

<http://lattes.cnpq.br/6568555460229412>.

Apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP): projeto número 2016/04299-9

RESUMO: Este capítulo traz uma proposta de controle químico para o pulgão-da-soja por meio de programação linear fuzzy (Peixoto, 2018). O pulgão-da-soja, *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae), é um herbívoro invasivo na América do Norte. É proposto um controle químico na plantação quando a população de pulgões excede o limiar de dano econômico. O pulgão-da-soja tornou-se a praga de insetos mais devastadora da soja nos Estados Unidos. Atualmente, o Brasil é o segundo maior exportador de soja, depois dos EUA e seguido pela Argentina. Segundo o United States Department of Agriculture (USDA), estima-se que o Brasil seja o maior exportador de soja em 2023.

PALAVRAS-CHAVE: conjuntos fuzzy, programação linear fuzzy, controle

ABSTRACT: In this chapter we have proposed a chemical control to soybean aphid by fuzzy linear programming (Peixoto, 2018). The soybean aphid, *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae), is an invasive herbivore to North America. We have proposed a chemical control in the plantation when the prey population exceeds the economic damage threshold. The soybean aphid has become the most devastating insect pest of soybeans in the United States. Brazil is the second largest exporter of soybean at present, after the USA and before Argentina. According to the Bureau of Agriculture of the USA, it has been estimated that Brazil will be the largest soybean exporter in 2023.

KEYWORDS: fuzzy sets, fuzzy linear programming, control

1 | INTRODUÇÃO

O pulgão-da-soja, *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae), é nativo da Ásia, sendo considerado uma das mais importantes pragas da soja. Atualmente, essa praga está amplamente distribuída nos países da Ásia, na Austrália e na América do Norte. Antes da introdução do pulgão-da-soja nos EUA, a soja na região do Meio-Oeste Americano era relativamente livre de pragas importantes, mas, após a entrada e explosão populacional do afídeo que se espalhou rapidamente, têm sido detectados sérios prejuízos econômicos. Foi descoberto pela primeira vez na América do Norte em Wisconsin no final de julho de 2000 (Wu et al., 2004).

No campo, *A. glycines* se distribui de forma agregada no início da colonização, em plantas dispersas e com pequenas colônias de ninfas, sem adultos. Ao atingirem a fase adulta, *A. glycines* se multiplica por partenogênese. Essas pequenas colônias produzem adultos migrantes (com asas) que se alimentam, por curtos períodos, em plantas próximas e as ninfas se movem para procurar outros hospedeiros (Ragsdale et al., 2004, McCornack, 2004).

Segundo Nielsen e Hajek (2005), *A. glycines* causa dano direto pela sucção do floema e indiretos pela produção de uma substância açucarada, que favorece o desenvolvimento de fungo. No estágio vegetativo da cultura, as colônias são encontradas nos pontos de crescimento da planta e, na fase reprodutiva, as colônias se dispersam pela planta. A preferência pelas partes jovens da planta, segundo Ragsdale et al. (2004), é devido à baixa qualidade nutricional para o inseto das folhas desenvolvidas (mais velhas), que possivelmente reduza a sua fecundidade.

Em decorrência da capacidade do inseto de rapidamente atingir altas populações, se a infestação ocorrer no início da fase reprodutiva da cultura, pode causar redução no número de vagens, com consequente redução na produtividade de até 40% (Wu et al., 2004).

Na Ásia, inseticidas são amplamente utilizados para o controle de *A. glycines*, sendo relatados até quatro aplicações na China para prevenir perdas de produção.

Contudo, não há uma recomendação precisa para maximizar o controle desse inseto (Myers et al., 2005). Limiares econômicos para o pulgão-da-soja têm sido desenvolvidos para o controle químico, ou seja, quando um tratamento com inseticidas é justificado, e variam de 250 a 273 pulgões por planta (Ragsdale et al., 2007).

Populações de pulgão-da-soja podem crescer a níveis extremamente elevados em condições ambientais favoráveis. Reprodução e desenvolvimento são mais rápidos quando as temperaturas estão entre 25°C e 29°C, quando a população pode dobrar em dois ou três dias. Os pulgões são muito afetados por temperaturas superiores a 30°C, e começam a morrer quando as temperaturas chegam a 35°C (McCornack, 2004).

Além dos fatores abióticos, como temperatura, os fatores bióticos podem afetar o desenvolvimento da população da praga, principalmente inimigos naturais. Estudos têm mostrado que o percevejo *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae), é um importante predador do pulgão-da-soja (Hunt, 2005; Ragsdale, 2007).

A priori, modelar as interações desses insetos por meio de um sistema de equações diferenciais, como normalmente é feito, é bastante complicado, porque as informações sobre tal ecossistema são, na sua maioria, qualitativas. Com tais informações, foi possível modelar esse fenômeno por meio de regras que relacionem, ainda que parcialmente, as variáveis de estado com suas variações (Peixoto et al., 2015). Em Peixoto et al. (2015) utilizamos um sistema baseado em regras *fuzzy* (SBRF) (Barros et al., 2017) para elaborar um modelo do tipo presa-predador para estudar a interação entre o pulgão-da-soja (presa) e seu predador - *Orius insidiosus*, considerando fatores bióticos (predador) e abióticos (temperatura). Propomos o uso de um SBRF ao invés das usuais equações diferenciais que caracterizam os modelos determinísticos clássicos. Em Peixoto et al. (2015) nosso principal objetivo foi a tomada de decisão no controle de praga pelo uso de inseticida, em sistemas do tipo presa-predador. É natural que se decida a quantidade de inseticida a ser aplicada em função da quantidade de pulgões (presas) presente nas plantas, ou seja, quanto maior a densidade populacional de afídeos, maior a quantidade de inseticida necessária. Assim optamos por modelar a quantidade de inseticida a ser aplicada por meio de um sistema baseado em regras *fuzzy*, dependendo da quantidade de pulgões presente nas plantas. Em Peixoto et al. (2016) propomos um controle biológico *fuzzy*, ou seja, um controle biológico por meio de um sistema baseado em regras *fuzzy*.

Nas últimas décadas Teoria dos Conjuntos *Fuzzy* tem sido uma boa ferramenta, para modelar matematicamente fenômenos reais, levando em conta detalhes relevantes e específicos de cada situação. E como afirma Myers et al. (2005), não há uma recomendação precisa para maximizar o controle desse inseto, ou seja, nos encoraja a propor modelagens matemáticas utilizando Teoria dos Conjuntos *Fuzzy* para o controle dessa praga.

Como o custo de aplicações de inseticidas é alto, devemos procurar uma estratégia de controle de praga eficiente e mais barata. A visão ecológica que considera

um inseto como praga se, e somente se, a quantidade deste inseto na lavoura causa danos econômicos, pode servir como base para a formulação do problema de controle de pragas.

A Programação Linear (PL) *Fuzzy* aplica-se a problemas (“lineares”) de otimização onde os parâmetros do modelo não estão bem definidos, ou seja, os coeficientes da função objetivo ou das restrições das variáveis não são precisamente conhecidos e algumas das inequações envolvidas podem estar sujeitas a limites não muito precisos. Neste trabalho a programação linear com a incerteza estará presente na relação com números *fuzzy* no conjunto de restrições. Desta forma, no tratamento da PL *fuzzy* proposto, o problema adquire a forma de uma PL convencional com algumas restrições adicionais, entre as quais a função objetivo original, com a finalidade de manter a população de pragas num nível de equilíbrio abaixo de danos econômicos (Pedrycs e Gomide, 1998; Klir e Yuan, 2005; Zimmermann, 1978; Tanaka H. e Asai, K., 1984).

Considerando a importância econômica da soja para o Brasil, é de fundamental importância que estejamos preparados, com propostas efetivas de controle e combate a pragas, especificamente, ao pulgão-da-soja, enquanto essa praga ainda não chegou ao nosso país e, portanto, ainda não causou danos a agricultura nacional

2 | PROGRAMAÇÃO LINEAR FUZZY

O problema clássico de programação linear é encontrar os valores mínimos (ou máximos) da função linear sob restrições representadas por desigualdades ou equações lineares (Klir e Yuan, 1995), ou seja,

$$\begin{array}{ll} \text{maximizar (ou minimizar)} & c^T x \\ \text{sujeito a} & Ax \leq b \\ & x \geq 0. \end{array}$$

A PL *fuzzy* é uma família de problemas de otimização nos quais os parâmetros do modelo de otimização não estão bem definidos, ou seja, a função objetivo e/ou coeficientes de restrição não são exatamente conhecidos e algumas das desigualdades envolvidas também podem estar sujeitas a limites não bem definidos (Pedrycs e Gomide, 1988).

O modelo de otimização associado a um problema de programação linear no qual apenas os números B_i são números *fuzzy* (Barros et al., 2017; Zadeh, 1988; Zadeh, 1965) é formulado como segue:

$$\begin{aligned} & \max \text{ (ou min)} \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ & \text{sujeito a} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq B_i \quad (i \in \mathbb{N}_m) \\ & \quad \quad \quad x_j \geq 0 \quad (j \in \mathbb{N}_n). \end{aligned}$$

No caso, os números fuzzy B_i têm a forma

$$B_i(x) = \begin{cases} 1, & x \leq b_i \\ \frac{b_i + p_i - x}{p_i}, & b_i < x \leq b_i + p_i \\ 0, & x > b_i + p_i \end{cases} \quad (1)$$

onde $x_j \in \mathbb{R}$.

Em geral, os problemas de programação linear fuzzy são inicialmente convertidos em problemas lineares ou não lineares crisp equivalentes, que são então resolvidos pelo método padrão. Os resultados finais de um problema de programação linear fuzzy são, portanto, números reais.

Em seguida, determinamos o conjunto fuzzy de valores ótimos. Isso é feito calculando os limites inferior e superior dos valores ótimos. O limite inferior dos valores ótimos, z_l , é obtido resolvendo o problema de programação linear:

$$\begin{aligned} & \max \quad z = cx \\ & \text{sujeito a} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i \in \mathbb{N}_m) \\ & \quad \quad \quad x_j \geq 0 \quad (j \in \mathbb{N}_n). \end{aligned}$$

e o limite superior dos valores ótimos, z_u , é obtido por um problema de programação similar em que cada b_i é substituído por $b_i + p_i$ (Klir e Yuan, 1995).

Agora, temos o seguinte problema de otimização clássico:

$$\begin{aligned} & \max \quad \lambda \\ & \text{sujeito a} \quad \lambda(z_u - z_l) - cx \leq -z_l \\ & \quad \quad \quad \lambda p_i + \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i + p_i \quad (i \in \mathbb{N}_m) \\ & \quad \quad \quad \lambda, x_j \geq 0 \quad (j \in \mathbb{N}_n). \end{aligned}$$

3 | O MODELO MATEMÁTICO

Neste trabalho, seja x o número da população de pulgões na planta e z a quantidade de inseticida (%) da recomendada pelo fabricante. Os conjuntos fuzzy de número de pulgões estão definidos em Peixoto et al (2016) e considerando os limiares econômicos para o pulgão da soja, o problema pode ser formulado como o seguinte problema de programação linear fuzzy (Peixoto et al., 2018):

$$\begin{aligned} \max \quad & z = 0.2x \\ \text{sujeito a} \quad & x \leq B \\ & x \geq 0 \end{aligned}$$

sendo B definido por

$$B(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 250 \\ \frac{700-x}{450}, & 250 < x \leq 700 \\ 0, & x \geq 700 \end{cases} \quad (2)$$

Os limites inferior e superior da função objetivo são $z_i=0$ and $z_u=100$, respectivamente.

Então, a função objetivo, G , um subconjunto de \mathbb{R} , é definida por:

$$G(x) = \begin{cases} 0, & 0.2x \leq 50 \\ \frac{0.2x-50}{90}, & 50 < 0.2x \leq 140 \\ 1, & 0.2x > 140 \end{cases} \quad (3)$$

Agora, por (2) e (3), o problema de PL fuzzy se torna o seguinte problema clássico de otimização:

$$\begin{aligned} \max \quad & \lambda \\ \text{sujeito a} \quad & 90\lambda - 0.2x \leq -50 \\ & 450\lambda + x \leq 700 \\ & x \geq 0 \\ & 0 \leq \lambda \leq 1. \end{aligned}$$

4 | RESULTADOS E CONCLUSÕES

O problema foi modelado via Método Simplex no MATLAB[®]. Resolvendo esse problema clássico de otimização, encontramos o valor máximo $\lambda=0.5$, obtido para $x=475$. A quantidade de inseticida z é então calculada por

$$z = 0.2x = 95.$$

Este modelo sugere que a quantidade de inseticida foi de 95% da quantidade recomendada pelo fabricante na plantação com cerca de 475 pulgões por planta, ou seja, essa quantidade de inseticida é suficiente para controlar a população de pulgões. Dessa forma, o modelo sugere que a quantidade de inseticida pode ser menor que a quantidade recomendada pelo fabricante.

A preocupação com o meio ambiente tem sido cada vez mais importante. Atualmente, ações voltadas ao manejo sustentável dos recursos naturais são objetivas. Em geral, os pesticidas são tóxicos, prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Um dos problemas mais comuns é a contaminação do solo, águas subterrâneas, rios e lagos. Quando o pesticida é usado, ele intoxica toda a vida presente. Estudos mostram a diminuição do número de abelhas polinizadoras e a destruição do habitat das aves em ambientes onde são utilizados pesticidas. O uso abusivo de inseticidas pode levar a um aumento no número de pragas, porque as pragas se tornam mais resistentes, exigindo pesticidas mais fortes que danificam ainda mais o meio ambiente e matam os predadores naturais das pragas (Pimentel e Lchman, 1993).

Dessa forma, o modelo sugere que a quantidade de inseticida pode ser menor que a quantidade recomendada pelo fabricante. Além disso, baixas quantidades de inseticidas daqueles recomendados pelo fabricante podem ser eficazes. Por um lado, existem custos para cada aplicativo. Por outro lado, deve haver uma preocupação com os danos ambientais causados pelo uso abusivo de inseticidas nas plantações.

Para trabalhos futuros pretendemos propor estudos adicionais sobre métodos simples e específicos, usando um sistema baseado em regras fuzzy para ajudar na implementação de um sistema integrado de gerenciamento de pragas.

5 | AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), projeto número 2016/04299-9, a segunda autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), projeto número 2017/16393-2 e o terceiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), projeto número 306546/2017-5, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Barros, L.C., Bassanezi, R.C., Lodwick, W.A., **A First Course in Fuzzy Logic, Fuzzy Dynamical Systems, and Biomathematics**, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2017.
- Hunt, T., **Soybean aphid management in Nebraska**, NebFacts. Nebraska Cooperativa Extension. IARN-UNL, Lincoln, NE. (NF04-599), 2005.
- Klir, G. J. and Yuan B., **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications**, Prentice Hall, N. Jersey, 1995.
- Myers, S.W., Hogg, D.B., Wedberg, J.L., Determining the optimal timing of foliar insecticide applications for control of soybean aphid (Hemiptera:Aphididae) on soybean, **Journal of Economic Entomology**, 98, 2006-2012, 2005.
- McCornack, B. P., Ragsdale, D. W., Venette, R. C., Demography of Soybean Aphid (Homoptera: Aphididae) at Summer Temperatures, **J. Ec. Entomology**, 3, 97, 854-861, 2004.
- Nielsen, C., Hajek, A.E., Control of invasive soybean aphid, *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae), populations by existing natural enemies in New York State, with emphasis on entomopathogenic fungi, *Environmental Entomology*, 34, 1036-1047, 2005.
- Pedrycz, W., Gomide, F., **An Introduction to fuzzy sets: analysis and design**, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1988.
- Peixoto, M. S., Carvalho, S. M. S., Barros, L. C., Bassanezi, R. C., Laureano, E. E., Lodwick, W. A., A control to soybean aphid via fuzzy linear programming. In: Conference on Data Science and Knowledge Engineering for Sensing Decision Support (FLINS 2018), 2018, Belfast. **Data Science and Knowledge Engineering for Sensing Decision Support**, 2018. p. 937.
- Peixoto, M. S., Barros, L. C., Bassanezi, R. C. and Fernandes, O. A., On Fuzzy Control of Soybean Aphid, **Applied Mathematics**, 7, 2149-2164, 2016.
- Peixoto, M. S., Barros, L. C., Bassanezi, R. C. and Fernandes, O.A., An approach via fuzzy systems for dynamics and control of the soybean aphid, **Proceedings of 9th IFSA World Congress and 20th NAFIPS International Conference**, Jul 25-28, Paris: Atlantis Press, 1295-1301, Gijón, Asturias, Spain, 2015.
- Pimentel, D., Lchman, H. editors, **The Pesticide question: environment, economics, and ethics**, Routledge, Chapman and Hall, New York, 1993.
- Ragsdale, D. W., McCornac, B. P., Venette, R. C., Potter, B.D., MacRae, I.V., Hodgson, E. W. and O'Neal, M. E., Economic Threshold for Soybean Aphid (Hemiptera: Aphididae), **Journal of Economic Entomology**, 100, 4, 1258-1267, 2007.
- Ragsdale, D.W., Voegtlin, D.J., O'Neil, R.J., Soybean aphid biology in North America, **Ann. Entomol. Soc. Am.**, 2, 97, 204-208, 2004.
- Tanaka H., Asai, K., Fuzzy linear programming problems with fuzzy numbers, **Fuzzy Sets and Systems**, 13(1) , 1-10, 1984.
- Wu, Z., Schenk-Hamlin, D., Zhan, W., Ragsdale, D.W., Heimpel, G.E., The soybean aphid in China: A historical review. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, 209-218, 2004.
- Zadeh, L. A., Fuzzy Sets, **Information and Control**, 8, 338--353, 1965.
- Zadeh, L. A., Fuzzy Logic, **IEEE Computer**, 83--92, 1988.

Zimmermann, H. J., Fuzzy programming and linear programming with several objective functions, *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 45-55, 1978.

SOBRE A ORGANIZADORA

Jéssica Aparecida Prandel: Mestre em Ecologia (2016-2018) pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Erechim, com projeto de pesquisa Fragmentação Florestal no Norte do Rio Grande do Sul: Avaliação da Trajetória temporal como estratégias a conservação da biodiversidade. Fez parte do laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental da URI. Formada em Geografia Bacharelado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG, 2014). Em 2011 aluna de Iniciação científica com o projeto de pesquisa Caracterização de Geoparques da rede global como subsídio para implantação de um Geoparque nos Campos Gerais. Em 2012 aluna de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Ponta Grossa, com projeto de pesquisa Zoneamento Ambiental de áreas degradadas no perímetro urbano de Palmeira e Carambeí (2012-2013). Atuou como estagiária administrativa do laboratório de geologia (2011-2013). Participou do projeto de extensão Geodiversidade na Educação (2011-2014) e do projeto de extensão Síntese histórico-geográfica do Município de Ponta Grossa. Em 2014 aluna de iniciação científica com projeto de pesquisa Patrimônio Geológico-Mineiro e Geodiversidade-Mineração e Sociedade no município de Ponta Grossa, foi estagiária na Prefeitura Municipal de Ponta Grossa no Departamento de Patrimônio (2013-2014), com trabalho de regularização fundiária. Estágio obrigatório no Laboratório de Fertilidade do Solo do curso de Agronomia da UEPG. Atualmente é professora da disciplina de Geografia da Rede Marista de ensino, do Ensino Fundamental II, de 6º ao 9º ano e da Rede pública de ensino com o curso técnico em Meio Ambiente. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Educação, Geoprocessamento, Geotecnologias e Ecologia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acessibilidade 52

Avifauna 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18

B

Biodiversidade 5, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 57, 58, 59, 65, 66, 67, 78

C

Cerrado 7, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 18, 65

Ciência na prática 52

Conhecimento científico 54

Conjuntos fuzzy 69, 71, 74

Conservação 7, 16, 17, 18, 26, 28, 51, 57, 58, 59, 60, 65, 66, 67, 78

Controle químico 69, 71

D

Democratização do ensino 52

Dípteras 1, 2, 5

E

Ecologia funcional 19

Entomologia forense 1, 2, 6

Espécies ameaçadas 12, 57, 60, 62, 65, 66

Espécies endêmicas 12, 14, 58

F

Fauna Cadavérica 1, 5

Filogeografia 30

Filtros ambientais 19, 22

Floresta atlântica 57, 58, 65, 66

G

Gestão 20, 54

H

Hidratação descontínua 41, 43, 44, 51

I

Ictiofauna 19, 21, 23, 27, 28

Intervalo Pós Morte 1, 2

M

Mamíferos 8, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 66, 67

Meio ambiente 17, 18, 21, 28, 67, 75, 78

Memória hídrica 41, 43, 50, 51

P

Perturbações antrópicas 8, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 22

Planejamento 17, 19, 78

Programação linear fuzzy 69, 72, 73, 74

Proteção ambiental 58, 59, 67

T

Tolerância ao estresse 49

U

Urbanização 7, 8, 14, 19, 22, 26, 27

V

Vegetação 9, 14, 15, 20, 21, 27, 29, 42, 51, 67

