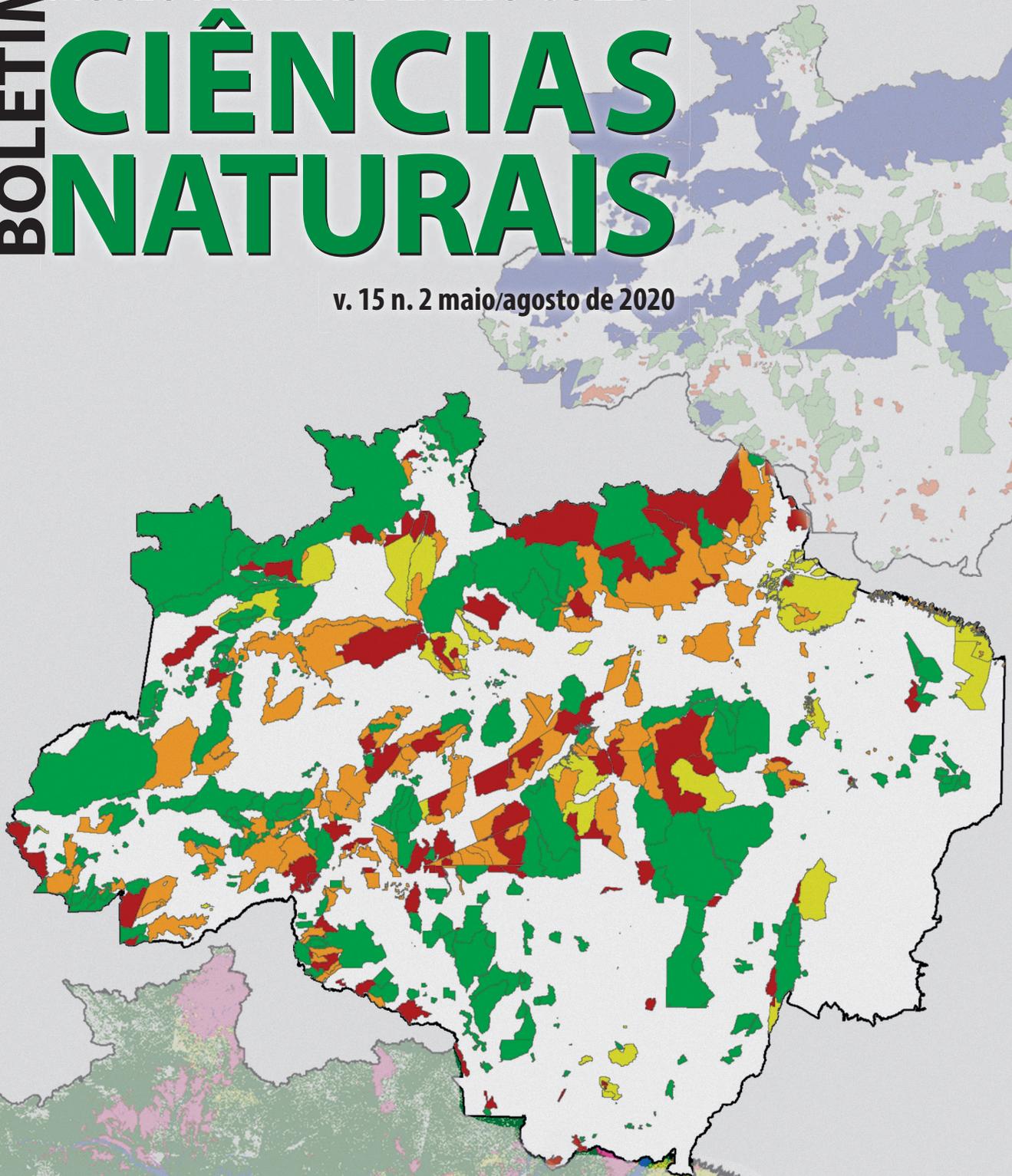


BOLETIM MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
**CIÊNCIAS
NATURAIS**

v. 15 n. 2 maio/agosto de 2020



Áreas protegidas e desflorestamento na Amazônia

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Ciências Naturais



v. 15, n. 2
maio-agosto
2020

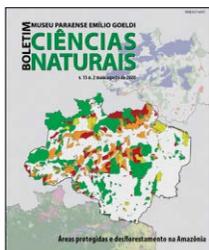


IMAGEM DA CAPA
Mapas da Amazônia Legal.
Autor: Jorge Pereira.

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS (ISSN 2317-6237)

O Boletim do Museu Paraense de História Natural e Ethnographia foi criado por Emílio Goeldi e o primeiro fascículo surgiu em 1894. O atual Boletim é sucedâneo daquele. *The Boletim do Museu Paraense de História Natural e Ethnographia was created by Emílio Goeldi, and the first number was issued in 1894. The present one is the successor to this publication.*

EDITOR CIENTÍFICO

Fernando da Silva Carvalho Filho

EDITORES ASSOCIADOS

Adriano Oliveira Maciel

Alexandra Maria Ramos Bezerra

Aluísio José Fernandes Júnior

Ana Carla Feio dos Santos

Débora Rodrigues de Souza Campana

José Nazareno Araújo dos Santos Junior

Milena Marília Nogueira de Andrade

Valéria Juliete da Silva

William Leslie Overal

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Ana Maria Giulletti - Universidade Estadual de Feira de Santana - Feira de Santana - Brasil

Augusto Shinya Abe - Universidade Estadual Paulista - Rio Claro - Brasil

Carlos Afonso Nobre - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - São José dos Campos - Brasil

Douglas C. Daly - New York Botanical Garden - New York - USA

Hans ter Steege - Utrecht University - Utrecht - Netherlands

Ima Célia Guimarães Vieira - Museu Paraense Emílio Goeldi - Belém - Brasil

John Bates - Field Museum of Natural History - Chicago - USA

José Maria Cardoso da Silva - Conservação Internacional - Belém - Brasil

Laurent Polidori - l'Ecole Supérieure des Géomètres Topographes - Le Mans - França

Lauro Valentim Stoll Nardi - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre - Brasil

Miguel Trefaut Rodrigues - Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil

Nelson Papavero - Museu de Zoologia - Universidade de São Paulo - São Paulo - Brasil

Peter Mann de Toledo - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - São José dos Campos - Brasil

Philippe Kok - Royal Belgian Institute of Natural Sciences - Brussels - Bélgica

Roberto Dall'Agnol - Universidade Federal do Pará - Belém - Brasil

Rui Cerqueira - Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil

William Woods - University of Kansas - Lawrence - USA

NÚCLEO EDITORIAL

Assistente editorial - Rafaela Lima

Editoração, versão eletrônica e capa deste número - Talita do Vale

Normalização - Núcleo Editorial Boletim

Projeto Gráfico - Elaynia Ono

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
Museu Paraense Emílio Goeldi

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Ciências Naturais



ISSN 2317-6237

Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi	Cienc. Nat.	Belém	v. 15	n. 2	p. 377-485	maio-agosto 2020
-------------------------------	-------------	-------	-------	------	------------	------------------

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:
Museu Paraense Emílio Goeldi
Núcleo Editorial - Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi
Av. Perimetral, 1901
Terra Firme – CEP 66077-530
Belém - PA - Brasil
Telefone: 55-91-3075-6186
E-mail: boletim.naturais@museu-goeldi.br

VERSÃO ONLINE DA REVISTA:
<http://editora.museu-goeldi.br/naturais/index.html>
http://issuu.com/bgoeldi_cn

SUBMISSÃO DE TRABALHOS:
<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=login>

AQUISIÇÃO:
Permuta: mgdoc@museu-goeldi.br
Venda: livraria@museu-goeldi.br

INDEXADORES
CAB Abstracts
IBSS - International Bibliography of the Social Sciences
LATINDEX - Sistema Regional de Información en Línea para
Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Zoological Record

Não é permitida a reprodução parcial ou total de artigos ou notas publicadas, sob nenhuma forma ou técnica, sem a prévia autorização do editor. Ficam isentas as cópias para uso pessoal e interno, desde que não destinadas a fins promocionais ou comerciais. As opiniões e considerações emitidas nos artigos assinados são de inteira responsabilidade dos autores, e não refletem necessariamente a posição dos editores ou da instituição responsável pela publicação.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação CIP

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais. 2020. – Belém: MPEG, 2020. v. 15 n. 2., v. il.
Semestral: 1984-2002
Interrompida: 2003-2004
Quadrimestral a partir do v. 1, 2005.

Títulos anteriores: Boletim Museu Paraense de História Natural e Ethnographia 1894-98; Boletim Museu Paraense de História Natural e Ethnographia (Museu Goeldi) 1902; Boletim do Museu Goeldi (Museu Paraense) de História Natural e Ethnographia 1906-1914; Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de História Natural e Etnografia 1933; Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi 1949-2002, série Zoologia, série Botânica e série Ciências da Terra; Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências Naturais, em 2005. A partir de 2006, Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais.

ISSN 2317-6237

1. Biologia. 2. Zoologia. 3. Botânica. 4. Biotecnologia. 5. Geoprocessamento. I. Museu Paraense Emílio Goeldi.

CDD-21ª.ed. 500

© Direitos de Cópia/Copyright 2020 por/by MCTIC/Museu Goeldi



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
E INOVAÇÕES



CARTA DO EDITOR

O sumário da segunda edição de 2020 do **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** é composto por artigos e notas científicas que tratam de várias áreas do conhecimento, tais como zoologia, botânica, biotecnologia e geoprocessamento, estando baseados em estudos conduzidos principalmente na região amazônica.

O primeiro artigo desta edição, na área da zoologia, de autoria de Moreira e colaboradores, apresenta os resultados da pesquisa sobre a fauna de vertebrados e invertebrados encontrados nos ninhos de três espécies de formigas dos gêneros *Dinoponera* (duas espécies) e *Paraponera* (uma espécie), coletada em localidades do Maranhão e da Bahia. As formigas desses gêneros são as maiores do Brasil e, em algumas regiões, elas são conhecidas como tucandeiras ou tucandiras. Elas constroem ninhos subterrâneos que também servem de abrigo e/ou como local de alimentação e procriação para inúmeras espécies de animais.

Ainda sobre a fauna de solo, o artigo de Martins e colaboradores aborda dados sobre a abundância e a riqueza de espécimes de Collembola coletados em áreas de floresta primária, plantação de dendê e sistema agroflorestal no município de Santa Bárbara, no estado do Pará. Collembola são invertebrados minúsculos (geralmente com menos de 2 mm de comprimento) aparentados aos insetos, muito abundantes em vários tipos de solo, desempenhando importante papel na formação da microestrutura do solo e no controle das populações de bactérias e fungos. Algumas espécies são muito sensíveis a mudanças ambientais e, portanto, podem ser utilizadas como indicadores biológicos.

Na área da botânica, são publicados dois levantamentos de espécies de dois gêneros de localidades do Amapá, baseados em dados de coleta, literatura e material depositado em coleções. Um desses artigos, de autoria de Facundes e colaboradores, trata sobre as espécies do gênero *Peperomia* (família Piperaceae) registradas na microbacia do rio Água Fria, no município de Pedra Branca do Amapari. Neste artigo, são apresentadas redescrições e informações sobre a distribuição geográfica das espécies, bem como uma chave de identificação. O outro artigo, de autoria de Rodrigues e colaboradores, trata sobre as espécies de *Philodendron* (Araceae) que ocorrem no distrito do Carvão, município de Mazagão, Amapá. As espécies registradas nesta contribuição foram redescritas e ilustradas, e uma chave foi apresentada, assim como informações sobre a sua distribuição geográfica.

Na área da biotecnologia, o artigo de Gomes e colaboradores avalia o efeito da temperatura, do pH e da concentração de nitrato de prata na síntese de nanopartículas de prata por uma espécie de fungo (nome científico: *Aspergillus flavo-furcatis*), além do potencial dessas nanopartículas contra o desenvolvimento microbiano.

Na área de geoprocessamento, o artigo de Pereira e Ferreira apresenta uma avaliação detalhada sobre os tipos de áreas protegidas da Amazônia brasileira que são mais suscetíveis à perda da cobertura vegetal natural, por meio de uma análise fatorial aplicada a uma série de variáveis espaciais. Nos últimos anos, tem-se observado aumento significativo nas taxas de desflorestamento da Amazônia, e os dados apresentados neste artigo podem ajudar a entender como essa atividade humana representa uma ameaça para as áreas protegidas.

Nesta edição, são publicadas também três notas de pesquisas, sendo duas na área da ornitologia. Na primeira, de autoria de Oliveira e Pedroza, foi realizado um levantamento das aves silvestres mantidas em cativeiro na cidade de

Eirunepé, Amazonas, Brasil. A criação de animais silvestres ainda é uma prática muito comum na região amazônica e os dados apresentados nessa nota podem ser úteis para o entendimento de quais espécies sofrem maiores pressões de captura e tráfico. Assim, é possível o estabelecimento de estratégias de fiscalização e combate ao comércio e à manutenção ilegal, ajudando na conservação das aves silvestres amazônicas. A outra contribuição, de autoria de Macarrão e Godoy, traz uma revisão detalhada sobre a distribuição do passarinho suiriri-cinzento (nome científico: *Suiriri suiriri*) no estado de São Paulo, com novos registros para a região sudeste desse estado, ampliando localmente a distribuição da espécie.

Na última nota de pesquisa, na área da entomologia, Soares e colaboradores registraram, pela primeira vez, larvas da mosca soldado-negro (nome científico: *Hermetia illucens*) alimentando-se de madeira em decomposição em uma torre a aproximadamente 40 metros de altura em uma área de floresta tropical na Amazônia Central.

A última contribuição desta edição é a resenha de Akama sobre o livro intitulado “Peixes do Brasil: aquarelas de Jacques Burkhardt 1865-1866”, de autoria de Britski & Figueiredo, publicado em 2019.

Ao fechar esta carta, gostaria de expressar meus agradecimentos aos editores de seção e aos revisores de várias instituições do Brasil, pela leitura acurada e pelo dedicado trabalho de revisão. Sou grato também ao Dr. Hein van der Voort, pela revisão dos abstracts dos textos, à Rafaele Silva e à Talita do Vale, pela dedicação e pelo profissionalismo ao trabalho editorial.

Fernando da Silva Carvalho Filho

Editor Científico

CARTA DO EDITOR
EDITOR'S NOTE

ARTIGOS
ARTICLES

Estudo comparativo da fauna de comensais nos formigueiros de três espécies de grande tamanho da mirmecofauna brasileira (Hymenoptera: Formicidae)

Comparative study of the fauna of commensals in the nests of three large species of Brazilian ants (Hymenoptera: Formicidae)

Ivone de Jesus Sena Moreira | Charles Darwin Ferreira Cruz | Anny Kelly Cantanhede Fernandes | Jacques Hubert Charles Delabie | Gabriela Castaño-Meneses | Cléa dos Santos Ferreira Mariano377

Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil

Characterization of the Collembola fauna in different vegetal formations in the municipality of Santa Bárbara, state of Pará, Brazil

Andreza Mesquita Martins | Ana Lúcia Nunes Gutjahr | Carlos Elias de Souza Braga393

***Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae) na microbacia do rio Água Fria, Pedra Branca do Amapari, Amapá, Brasil**

Peperomia Ruiz & Pav. (Piperaceae) in the Água Fria River microbasin, Pedra Branca do Amapari, Amapá, Brazil

Alessandra dos Santos Facundes | Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues | Adriano Castro de Brito | Elsie Franklin Guimarães | Luciano Araujo Pereira409

***Philodendron* Schott (Araceae Juss.) no distrito do Carvão, Mazagão, Amapá, Brasil**

Philodendron Schott (Araceae Juss.) in the district of Carvão, Mazagão, Amapá, Brazil

Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues | Alessandra dos Santos Facundes | Luciano Araujo Pereira421

Síntese verde de nanopartículas de prata intermediada por fungo anamórfico e eficácia antibacteriana e antifúngica

Green synthesis of silver nanoparticles mediated by anamorphic fungi and antibacterial and antifungal efficacy

Dib Mady Diniz Gomes | Nelson Durán | Amedea Barozzi Seabra | Larissa de Paiva Silva | Fabiano Brito Prado | Taciana de Amorim Silva | Maria Francisca Simas Teixeira433

Suscetibilidade das áreas protegidas da Amazônia Legal ao desflorestamento

Susceptibility to deforestation of protected areas in Brazil's Legal Amazon

Jorge Luis Gavina Pereira | Leandro Valle Ferreira 445

NOTAS DE PESQUISAS

SHORT COMMUNICATIONS

**Aves silvestres criadas em cativeiro na cidade de Eirunepé,
médio rio Juruá, sudoeste da Amazônia brasileira**

Wild birds bred in captivity in the city of Eirunepé, middle Juruá river,
southwestern Brazilian Amazonia

Miberly Cavalcante de Oliveira | Diego Pedroza 467

**Revisão da distribuição de *Suiriri suiriri burmeisteri* (Aves: Tyrannidae) no estado de
São Paulo, Brasil, com novos registros em seu limite de distribuição sudeste**

Revision of the distribution of *Suiriri suiriri burmeisteri* (Aves: Tyrannidae) in the state of
São Paulo, Brazil, with new records in its southeastern distribution limits

Arthur Macarrão | Fernando Igor de Godoy 475

**High in the sky: the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) inhabiting the
forest canopy in the central Amazon, state of Amazonas, Brazil**

Alto no céu: a mosca soldado-negro (Diptera: Stratiomyidae) habitando o dossel de
uma floresta na Amazônia Central, estado do Amazonas, Brasil

Matheus Mickael Mota Soares | Luana Machado Barros | Rosaly Ale-Rocha 483

RESENHA

BOOK REVIEW

Peixes do Brasil: uma janela para o passado

Fishes of Brazil: a window to the past

Alberto Akama 491



ARTIGOS

Estudo comparativo da fauna de comensais nos formigueiros de três espécies de grande tamanho da mirmecofauna brasileira (Hymenoptera: Formicidae)

Comparative study of the fauna of commensals in the nests of three large species of Brazilian ants (Hymenoptera: Formicidae)

Ivone de Jesus Sena Moreira^I  | Charles Darwin Ferreira Cruz^I  | Anny Kelly Cantanhede Fernandes^I  | Jacques Hubert Charles Delabie^{II}  | Gabriela Castaño-Meneses^{III}  | Cléa dos Santos Ferreira Mariano^I 

^IUniversidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia, Brasil

^{II}Centro de Pesquisas do Cacau. Ilhéus, Bahia, Brasil

^{III}Universidad Nacional Autónoma de México. Querétaro, México

Resumo: O ambiente interno de um formigueiro mantém condições homeostáticas, permitindo a sobrevivência de outros animais, além de a colônia ser um lugar complexo e com um sistema bem estruturado de defesa. Ninhos de formigas se tornam adequados para a sobrevivência e a reprodução de inúmeros organismos, que podem os utilizar apenas como abrigo ou até mesmo se alimentar dos restos das formigas. Os substratos de formigueiros de *Dinoponera lucida*, *Dinoponera gigantea* (Ponerinae) e *Paraponera clavata* (Paraponerinae) foram coletados nos municípios de Belmonte, Bahia, e Caxias, Maranhão. Foram, assim, amostrados três ninhos de *D. lucida*, quatro de *D. gigantea* e um de *P. clavata*. Os animais de maior tamanho foram coletados diretamente no substrato, colocado, em seguida, em funis de Berlese durante sete dias para extração da mesofauna. Nossos dados mostraram que existe maior diversidade de invertebrados associados ao ninho de *P. clavata* do que aos de *D. lucida* e *D. gigantea*, provavelmente por este possuir volume maior e oferecer diversidade maior de locais para reprodução e nidificação de numerosas pequenas espécies animais. Além disso, a população de *P. clavata* é consideravelmente maior do que aquelas de *Dinoponera*, aumentando proporcionalmente a probabilidade de ocorrer interações dentro da colônia.

Palavras-chave: *Dinoponera gigantea*. *Dinoponera lucida*. *Paraponera clavata*. Relações interespecíficas. Nidificação.

Abstract: The internal environment of an ant nest maintains homeostatic conditions that facilitate the survival of other animals, notwithstanding the colony being a complex place with a well-structured defense system. Therefore, ant nests are suitable for the survival and reproduction of numerous organisms that use the nest as a shelter only or feed on the ant's refuse. Substrates of nests of *Dinoponera lucida*, *Dinoponera gigantea* (Ponerinae) and *Paraponera clavata* (Paraponerinae) were collected at Belmonte, state of Bahia, and Caxias, state of Maranhão, Brazil. Three nests of *D. lucida*, four of *D. gigantea* and a single one of *P. clavata* were sampled. The larger specimens were directly collected from the substrate and were then placed in Berlese funnels for seven days in order to extract the mesofauna. Our data showed that there is a higher diversity of invertebrates associated with the *P. clavata* nest than with the *D. lucida* and *D. gigantea* nests, probably because it has a larger volume and offers a greater diversity of breeding and nesting sites for small invertebrate species. In addition, the population of *P. clavata* is considerably larger than of *Dinoponera*, which increases the likelihood of interactions within the colonies.

Keywords: *Dinoponera gigantea*. *Dinoponera lucida*. *Paraponera clavata*. Interspecific relationships. Nidification.

MOREIRA, I. J. S., C. D. F. CRUZ, A. K. C. FERNANDES, J. H. C. DELABIE, G. CASTAÑO-MENESES & C. S. F. MARIANO, 2020. Estudo comparativo da fauna de comensais nos formigueiros de três espécies de grande tamanho da mirmecofauna brasileira (Hymenoptera: Formicidae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 377-391. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.303>. Autora para correspondência: Cléa dos Santos Ferreira Mariano. Universidade Estadual de Santa Cruz. Departamento de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia. Laboratório de Artrópodes Sociais. Rodovia Jorge Amado, km 16 – Salobrinho. Ilhéus, BA, Brasil. CEP 45662-900 (camponotu@hotmail.com).

Recebido em 20/04/2020

Aprovado em 17/07/2020

Responsabilidade editorial: Livia Pires do Prado



INTRODUÇÃO

Estratégias de nidificação são amplamente utilizadas por animais dos mais variados grupos. Os diferentes estratos dos ambientes são explorados por numerosas espécies de formigas, como o dossel [em seus diferentes substratos, como *Anochetus* em epífitas (Feitosa *et al.*, 2012), *Cephalotes* e *Azteca* em galhos ocos e troncos (Corn, 1980; Longino, 1989); *Strumigenys* no solo (Kaufmann *et al.*, 2003); e formigas cultivadoras de fungos no subsolo (Sosa-Calvo *et al.*, 2015)].

O formigueiro é a estrutura que mantém as condições ideais para a sobrevivência da colônia, e a sua arquitetura e complexidade dependem das necessidades de cada espécie (Hölldobler & Wilson, 1990; Sudd & Franks, 1987). As formigas 'gigantes', aquelas cujos espécimes têm tamanho próximo ou superior a 3 cm, nidificam, em geral, no solo, comumente na base de árvores, usando possivelmente o tronco dessas árvores como um escudo contra o escoamento de água durante chuvas fortes (Elahi, 2005). Fazem parte desse grupo espécies dos gêneros *Dinoponera* Roger 1861, *Streblognathus* Mayr 1862 (Ponerinae), *Paraponera* Smith, 1858 (Paraponerinae) e *Dinomyrmex* Ashmead, 1905 (Formicinae), que vivem nas regiões tropicais do planeta.

Os ninhos de formigas oferecem um *habitat* muito estável do ponto de vista da umidade e da temperatura (homeostasia do *habitat*), ideal para que numerosos organismos desenvolvam ali seu ciclo biológico, ou parte do mesmo, e vivam em associação com seu hospedeiro, incluindo simbioses, detritívoros e parasitas (aqui coletivamente denominados 'comensais'), que buscam abrigo, alimento ou um local seguro para ovipositar ou fazer sua metamorfose. Existe uma grande variedade de animais capazes de viver em associação com as formigas em ninhos de poneríneos, tais como moluscos, anelídeos, colêmbolos, besouros e aracnídeos (Hölldobler & Wilson, 1990; Rettenmeyer *et al.*, 2011; Castaño-Meneses *et al.*, 2019; Rocha *et al.*, 2020). Organismos como ácaros também são comuns em formigueiros e

podem se associar estreitamente com formigas legionárias (Berghoff & Franks, 2007; Mendes *et al.*, 2011) ou Ponerinae (Lopes *et al.*, 2015a). Espécies de ácaros do gênero *Oplitis* estão comumente associadas a formigas (Hunter & Farrier, 1976; Lopes *et al.*, 2015a) e, apesar de serem às vezes bem estudados individualmente, essas associações ainda são incipientemente conhecidas no âmbito ecológico ou comportamental (Santos *et al.*, 2018). Estas interações beneficiam pelo menos os ácaros, pois lhes conferem proteção, alimentação ou dispersão durante a fase de dispersão reprodutiva dessas formigas (Lopes *et al.*, 2015b).

Dentro da grande diversidade de formigas no Brasil – 1.491 espécies distribuídas em 13 subfamílias, segundo Boudinot (2015) –, as Ponerinae estão representadas por 15 gêneros e mais de 130 espécies (Lattke, 2015). O gênero *Dinoponera* Roger (1861) é composto por oito espécies válidas que se distribuem exclusivamente na América do Sul (Fourcassié & Oliveira, 2002; Lenhart *et al.*, 2013; Bolton, 2020). As espécies deste gênero são facilmente reconhecidas pelo tamanho corpóreo grande e pela nidificação no solo, com ninhos que exibem diversas câmaras que podem atingir até 2 metros de profundidade (Paiva & Brandão, 1995; Lenhart *et al.*, 2013). *Dinoponera lucida* Emery (1901) é uma espécie ameaçada de extinção (Machado *et al.*, 2005), com ocorrência limitada aos estados da Bahia, do Espírito Santo e de Minas Gerais (Capiolo & Delabie, 2008). *Dinoponera gigantea* Perty (1833) está distribuída na Amazônia brasileira e peruana (Paiva & Brandão, 1995; Lenhart *et al.*, 2013).

Paraponera clavata (Fabricius, 1775), conhecida como 'tocandira' ou 'tocandeira', é a única espécie vivente da subfamília Paraponerinae (Fernandes *et al.*, 2015; Bolton, 2020), com distribuição contínua desde a Nicarágua, na América Central, ao Centro-Sul do Brasil, na América do Sul (Arias-Penna, 2007; Murphy & Breed, 2007). No Brasil, é conhecida por ocorrer nos biomas Cerrado e Mata Amazônica, sendo aparentemente ausente das demais formações vegetais (Fernandes *et al.*, 2015).

As espécies apresentadas aqui compartilham a estratégia de nidificação de ninhos construídos no solo com número de câmaras variáveis, apesar de serem relatados raros casos de nidificação de *P. clavata* em árvores (Breed & Harrison, 1989). O forrageamento é solitário, mas o horário de atividade é conhecido somente para *D. lucida* (Peixoto *et al.*, 2008). Apenas para esta espécie foram descritos organismos inquilinos até o momento. A condição de predadores generalistas que essas formigas possuem não parece limitar a entrada de hospedeiros e nem a utilização dos ninhos por organismos mirmecófilos, como já foi observado nos gêneros *Neoponera* e *Pachycondyla* (LeClerc *et al.*, 1987; Araújo *et al.*, 2019; Castaño-Meneses *et al.*, 2019; Rocha *et al.*, 2020).

Apresentamos, a seguir, observações relativas à fauna de comensais que vivem em formigueiros das espécies de formigas gigantes *D. lucida*, na Mata Atlântica, *D. gigantea* e *Paraponera clavata*, na zona de transição entre Cerrado, Caatinga e Amazônia, no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Substratos de colônias completas de *D. lucida* foram coletados no município de Belmonte, estado da Bahia, Brasil, enquanto os de *D. gigantea* e *P. clavata* foram coletados em Caxias, estado do Maranhão, Brasil, nos meses de junho e julho de 2019. A amostragem considerada aqui é representada por três ninhos de *D. lucida*, quatro de *D. gigantea* e um de *P. clavata* (Tabela 1). Para a localização dos ninhos, foram distribuídas iscas

proteicas (sardinha) e de carboidratos (maçã + mel) para atrair as forrageadoras, levando o observador até o ninho. No caso de *D. lucida*, por se tratar de uma espécie protegida, após a coleta do substrato, as formigas foram reinstaladas no local, de acordo com as orientações apontadas por Peixoto *et al.* (2005).

Para a coleta do material biológico correspondendo à fauna associada aos formigueiros, em primeiro lugar, foi efetuada a limpeza em um terreno com raio de 1 metro ao redor da entrada do ninho, retirando todos os obstáculos (pedras, gravetos etc.). Foi cavada uma trincheira com auxílio de um cavador, a 30 cm da entrada do ninho. Esse procedimento permitiu que as câmaras fossem observadas pela lateral. Após a sua abertura, a parede da trincheira foi raspada com o auxílio de uma pá de jardinagem até que fosse possível observar o início da câmara. Nesse ponto, o conteúdo das paredes da câmara (cerca de 1 cm de solo) era delicadamente retirado com a pá e armazenado em frascos previamente preparados para a manutenção da mesofauna viva.

Representações esquemáticas das estruturas dos ninhos das espécies estudadas foram desenhadas com auxílio do programa *SketchBook* (Autodesk, Inc., 2019), a partir de fotografias e desenhos esquemáticos feitos em campo (Figuras 1-3). Os esquemas (Figuras 1A, 2A e 3A) têm o objetivo de ilustrar a distribuição da mesofauna dentro dos formigueiros. A estrutura detalhada dos mesmos será oportunamente objeto de uma futura publicação.

Tabela 1. Coletas do substrato do ninho de três espécies de formigas gigantes realizadas na Bahia e no Maranhão, Brasil. Legenda: EGREB = Estação Experimental Gregório Bondar.

Municípios	Localidades	Coordenadas	Espécies	Número de ninhos
Belmonte, Bahia	Barrolândia, Bahia (EGREB-CEPLAC)	16° 05' S, 39° 12' W	<i>D. lucida</i>	3
Caxias, Maranhão	Ouro, Maranhão	4° 47' S, 43° 20' W	<i>D. gigantea</i>	4
Caxias, Maranhão	Caxias, Maranhão	4° 54' S, 43° 26' W	<i>P. clavata</i>	1

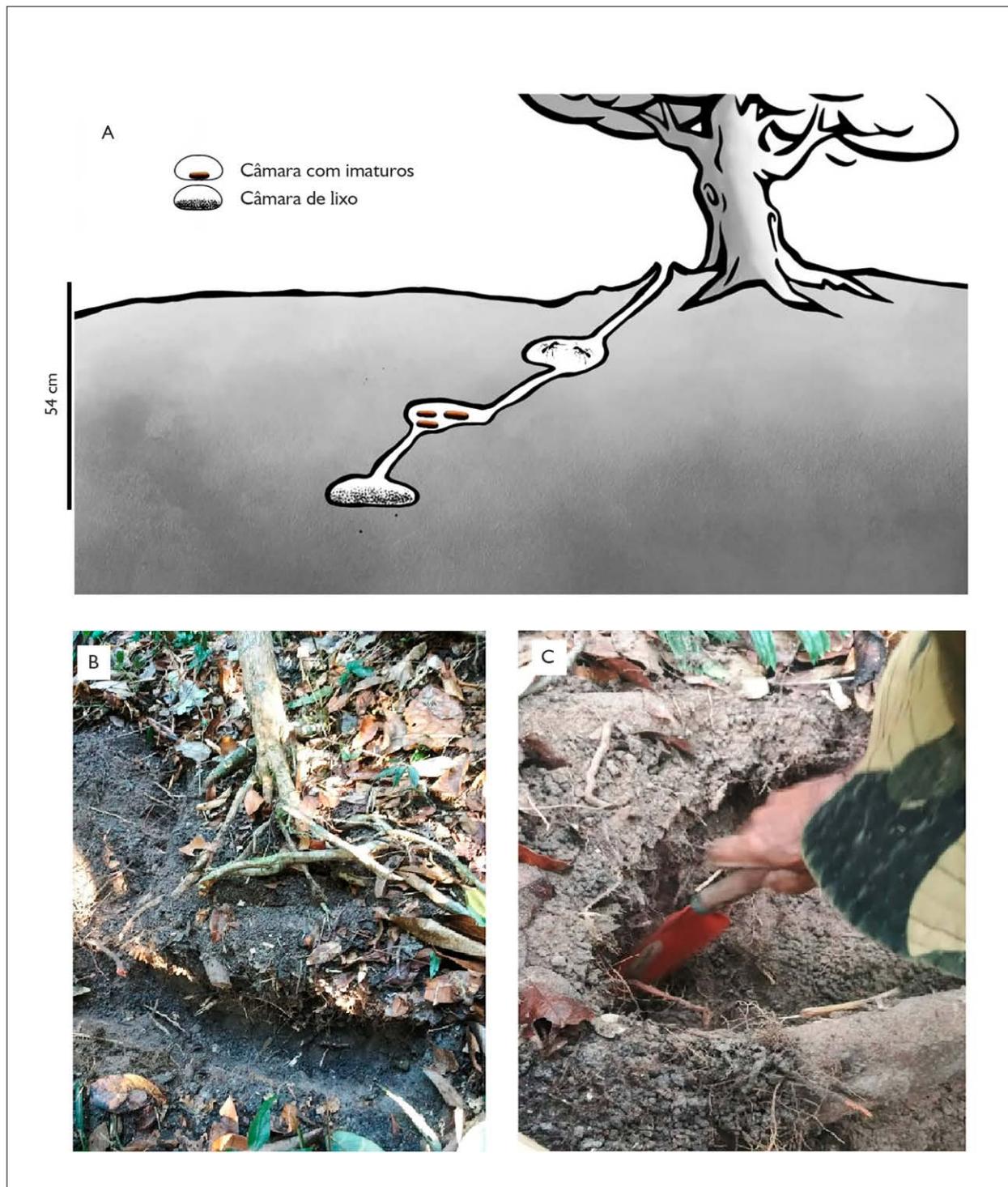


Figura 1. *Dinoponera lucida*: A) estrutura de ninho da espécie, com indicação das câmaras de lixo, dos imaturos e dos adultos, bem como a profundidade máxima da área; B) vista lateral de câmaras dos ninhos; C) vista interna das câmaras. Esquema: Johannes Samuel Ferreira Cruz. Fotos: Ivone de Jesus Sena Moreira (2019).

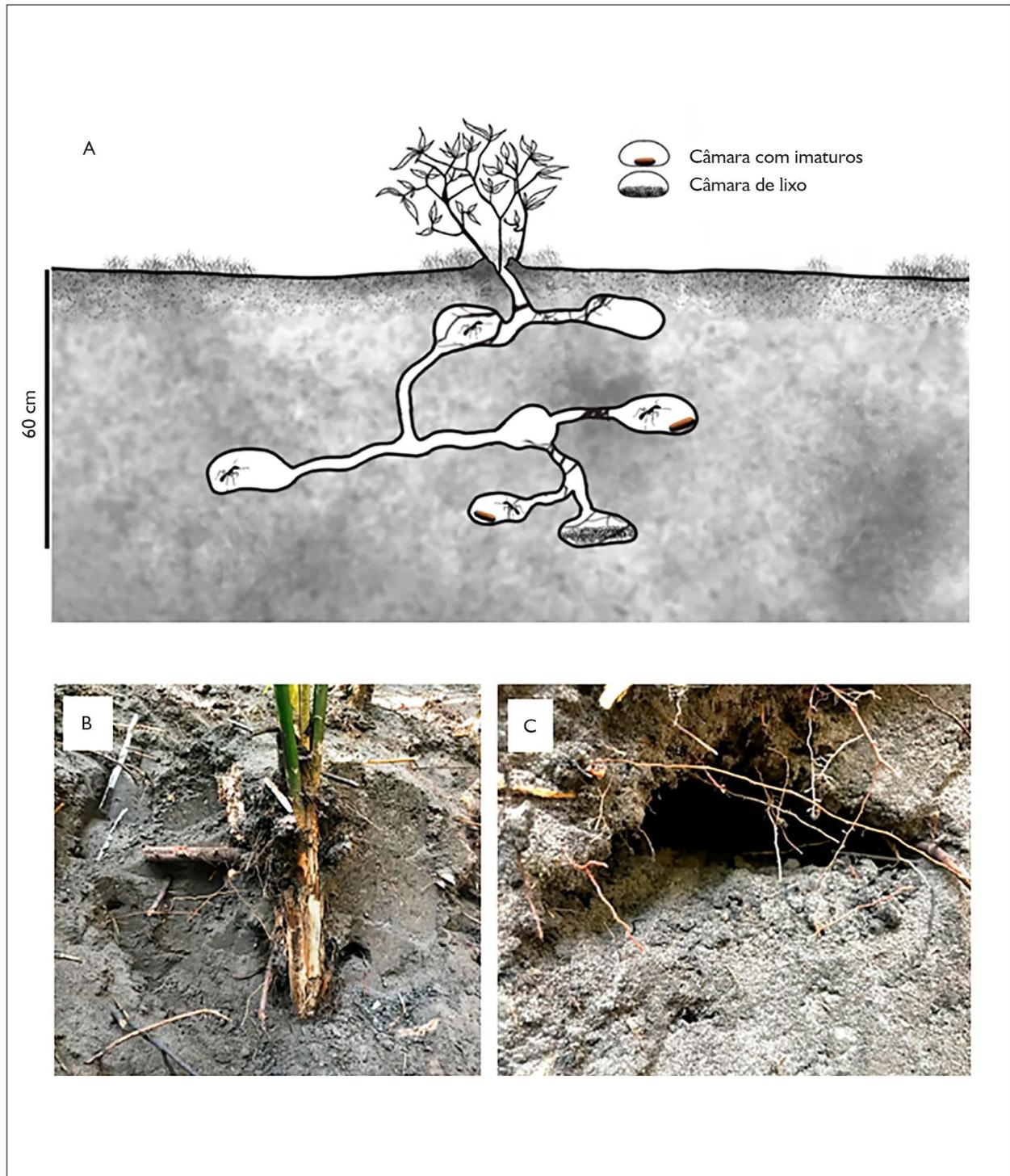


Figura 2. *Dinoponera gigantea*: A) estrutura de ninho da espécie, com indicação das câmaras de lixo, dos imaturos e dos adultos, bem como a profundidade máxima da área; B) vista lateral de câmaras dos ninhos; C) vista interna das câmaras. Esquema: Johannes Samuel Ferreira Cruz. Fotos: Anny Kelly Cantanhede Fernandes (2019).

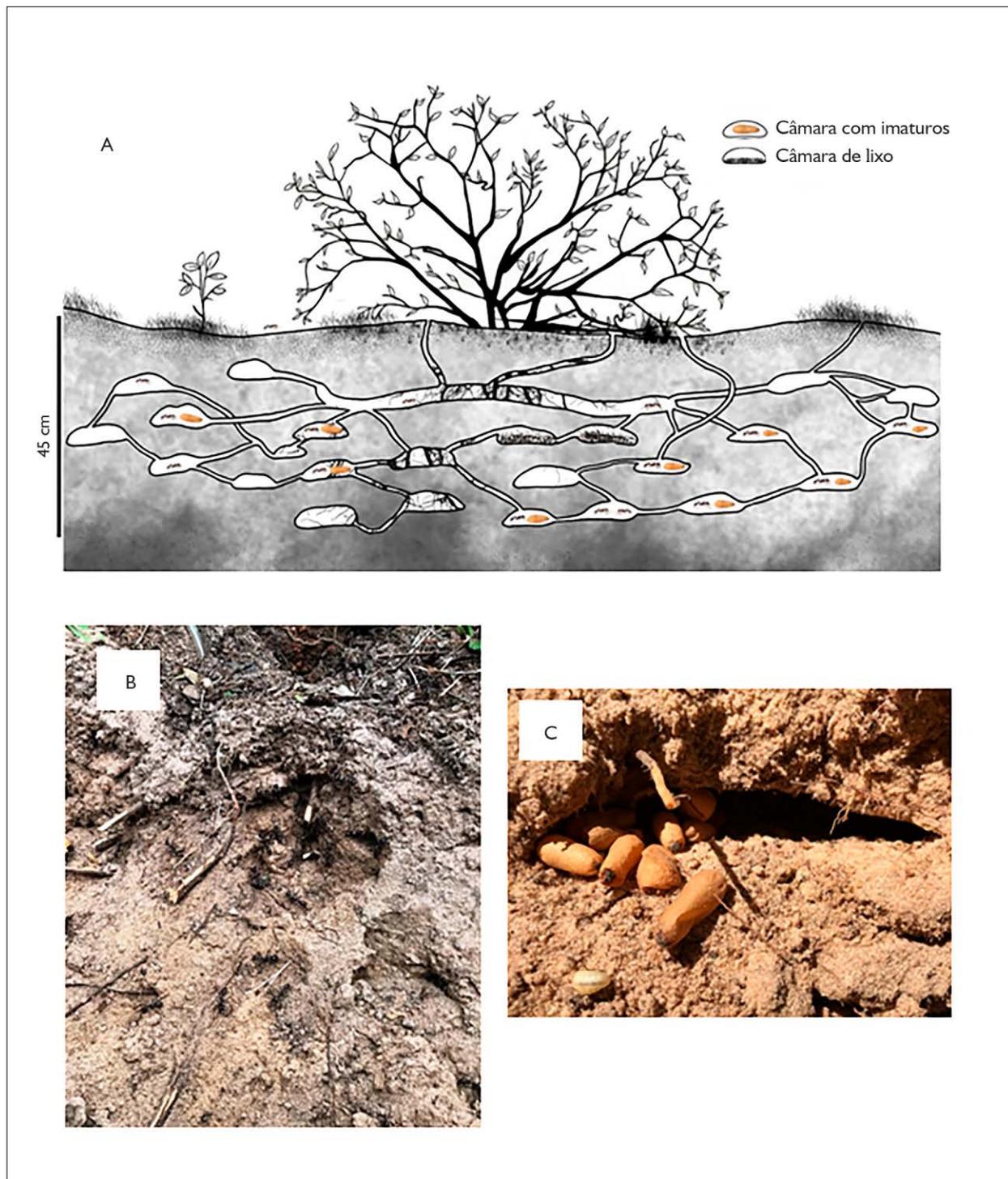


Figura 3. *Paraponera clavata*: A) estrutura de ninho da espécie, com indicação das câmaras de lixo, dos imaturos e dos adultos, bem como a profundidade máxima da área; B) câmaras contendo operárias de *P. clavata*; C) vista interna da câmara de imaturos. Esquema: Johannes Samuel Ferreira Cruz. Fotos: Charles Darwin Ferreira Cruz (2019).

O material biológico (substrato dos ninhos) foi mantido durante período de um a sete dias, a depender da umidade do substrato, em funil de Berlese-Tüllgren adaptado para a captura da mesofauna – principalmente artrópodes (Palacios-Vargas *et al.*, 2013) –, no Laboratório de Artrópodes Sociais (LABAS), da Universidade Estadual de Santa Cruz, para *D. lucida*, e no Laboratório de Artrópodes do Solo (LAFS), na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), para *D. gigantea* e *P. clavata*. Posteriormente, os invertebrados coletados foram armazenados em álcool 70%, sendo este material triado por grupos taxonômicos. A identificação foi realizada até o nível de família ou de espécies, a depender dos grupos. Ácaros e colêmbolos foram montados em lâminas com meio de montagem Hoyer e secos em estufa a 55 °C constante por dez dias. Após essa fase, uma série de imagens foi capturada por meio do sistema de análise e captura de imagens composto por microscópio Olympus BX51 + Câmera Q-Color3 + Q capture Pro QImaging® *software* Olympus. Essas imagens foram enviadas para identificação de parte da fauna associada.

Todos os representantes da fauna associada foram, assim, separados, sendo discriminados o formigueiro e a câmara em que se encontravam. Algumas espécies foram caracterizadas como fauna 'turista', representada pelas espécies de formigas que forrageavam em pequeno número de operárias oportunamente no substrato do formigueiro aberto, mas que não são consideradas residentes do mesmo ou até que nidificam em outro estrato (Belshaw & Bolton, 1993). A identificação dos microartrópodes foi realizada até o mais preciso nível taxonômico possível, por meio de fotografias e chave de identificação (Fujihara *et al.*, 2011; Brescovit *et al.*, 2007; Sierwald, 2007; Triplehorn & Johnson, 2011). Ácaros e colêmbolos foram identificados por GC-M e as formigas foram identificadas por JHCD. Todo o material está depositado na coleção de referência disponível no Laboratório de Artrópodes Sociais (LABAS), da Universidade Estadual de Santa Cruz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dinoponera lucida

Dois dos três ninhos de *D. lucida* coletados apresentavam três câmaras de até 15 cm de profundidade (Figura 1). Nos ninhos 1 e 2, a primeira câmara apresentava apenas operárias, a segunda abrigava os imaturos cuidados por operárias, a terceira continha a câmara de lixo com alguns indivíduos. Um deles apresentou apenas duas câmaras, de forma que a mais profunda abrigava tanto os imaturos quanto a câmara de lixo. Nos ninhos desta espécie, apenas os filos Arthropoda e Annelida foram observados, e o grupo mais frequente foi Acari (Apêndice), ocorrendo em todas as câmaras. Foram encontrados ninhos de *Pheidole* em duas câmaras de um dos coletados, ambos localizados na segunda câmara deles. Essas câmaras eram as responsáveis por abrigar os imaturos de *D. lucida*. A ordem de insetos mais frequente foi Coleoptera (Scolytidae), encontrada em todos os ninhos coletados (Apêndice).

Dinoponera gigantea

A fauna associada aos ninhos de *D. gigantea* é representada exclusivamente por artrópodes (Apêndice), sendo a subclasse Acari a mais frequente, presente em todas as câmaras dos quatro ninhos. Uma representação esquemática é apresentada na Figura 2. Em todas as câmaras do ninho 1, foi verificada ocorrência de ácaros da ordem Mesostigmata e, além desses, foram observados outros aracnídeos, hexápodes das classes Collembola e Insecta, e miriápodes da classe Symphyla. Os inquilinos de *D. gigantea* incluem também formigas residentes como *Pheidole flavens* Roger, 1863 em três formigueiros. Por sua vez, outras espécies de formigas encontradas foram consideradas 'turistas', sendo elas *Carebara* sp. 1, *Strumigenys perparva* Brown, 1958 e *Pseudomyrmex* gp. *pallidus* sp. 1 (Apêndice).

Paraponera clavata

O ambiente onde o ninho de *P. clavata* estava situado se caracteriza por formação predominante de Cerrado, com

solo arenoso e pouca serapilheira. O ninho apresentava entradas múltiplas bem próximas umas das outras (Figura 3). A população era constituída de cerca de 1.300 indivíduos, além de dezenas de imaturos – entre eles, cinco machos, uma fêmea reprodutora e duas aladas. A fauna associada é representada por organismos dos filos Arthropoda e Chordata, dos quais podemos determinar a ocorrência de 16 ordens de animais, distribuídos em 28 famílias (Apêndice). Os artrópodes são representados pelas ordens Astigmata, Oribatida, Mesostigmata, Prostigmata, Araneae, Blattodea, Chordeumatida, Coleoptera, Dermaptera, Hymenoptera, Geophilomorpha, Opiliones, Psocoptera, Scolopendromorpha e Thysanoptera. Além disso, foi também observado um único espécime de Squamata (Amphisbaenia) não identificado, representante do filo Chordata.

Assim como em *D. lucida*, os ácaros foram os organismos dominantes no ninho de *P. clavata*, composto por 24 câmaras, ainda que não tenhamos encontrado organismos associados em algumas câmaras. Estes quelicerados estiveram presentes em seis câmaras, principalmente nas câmaras de lixo (câmaras 3 e 4). Outro grupo frequente foi Formicidae, presente em cinco câmaras, com espécies consideradas 'turistas', tais como *Hypoponera* sp.1 e *Pheidole radoszkowskii* Mayr, 1884, também encontrados na câmara de lixo (4). A única espécie de formiga residente parece ser *Ph. flavens*, porque se revelou frequente e distribuída em pequenas populações mistas (operárias, soldados, às vezes rainhas) em várias câmaras.

As condições apresentadas pelos ninhos de formigas 'gigantes' exibem, além do espaço, defesa e/ou fonte de alimentos para seus comensais, conforme observado nos ninhos de *D. lucida*, nos quais observamos larvas de Coleoptera se alimentando de material vegetal. Ao relacionarmos a ocorrência de ácaros nos ninhos das três espécies, percebemos que estes foram os comensais mais notáveis e abundantes em relação a quaisquer outros invertebrados aqui presentes (Apêndice). Segundo

Hölldobler & Wilson (1990), estes podem atuar como organismos detritívoros, predadores e até mesmo como ectoparasitos, vivendo sobre o corpo de adultos e larvas. Essa dominância é exibida em ninhos de diferentes grupos de formigas, como Ponerinae e Formicinae nos mais diversos ambientes (Arroyo *et al.*, 2015; Lopes *et al.*, 2015b). Segundo Rettenmeyer *et al.* (2011), alguns ácaros (Acari) e colêmbolos (Collembola), junto com outros invertebrados, podem ser considerados autênticos mirmecófilos, se beneficiando dos hábitos sociais de seus hospedeiros (Rettenmeyer *et al.*, 2011). Glasier *et al.* (2018) preferiram não incluir ácaros e colêmbolos nas suas análises, pois, segundo estes autores, existem poucas conclusões sobre a mirmecofilia desses organismos e também pela dificuldade de identificação destes artrópodes (Glasier *et al.*, 2018). Porém, consideramos também aqueles resultados cujos grupos ora relacionados estão identificados (Araújo *et al.*, 2019; Castaño-Meneses *et al.*, 2015, 2017, 2019) para apontarmos ácaros e colêmbolos como mirmecófilos. Já os comensais relatados nos formigueiros de outras espécies (Araújo *et al.*, 2019; Castaño-Meneses *et al.*, 2019) incluem ácaros, besouros (Coleoptera) e numerosos outros organismos (Hölldobler & Wilson, 1990; Lapeva-Genova, 2013), aqui representados por quelicerados e diversas ordens de hexápodes.

Nossos dados acerca da composição da fauna associada aos ninhos de formigas gigantes apontam que esta é muito diversificada particularmente nas câmaras de lixo. Os grupos de invertebrados encontrados nesse estudo são semelhantes àqueles observados em formigueiros de espécies de serapilheira e coletados na Bahia (Araújo *et al.*, 2019; Castaño-Meneses *et al.*, 2015, 2017, 2019). A diversidade da fauna associada é explicada pelo fato de que os ninhos de espécies predadoras proporcionam micro-habitats seguros e estáveis com recursos disponíveis atraentes para muitos grupos de invertebrados (Hölldobler & Wilson, 1990).

Com relação à ocorrência de Amphisbaenidae em ninhos de *P. clavata*, já foram feitas muitas observações

de associações desse tipo entre formigas e répteis, caracterizadas como predação (Whitfield & Donnelly, 2006; Goldsbrough *et al.*, 2006; Balestrin & Cappellari, 2011) ou inquilinismo (Oliveira & Della Lucia, 1993). Nossa observação se deve também ao fato de que esses animais passam a integridade de seu ciclo de vida no subsolo, e que a sua dieta é baseada no consumo de artrópodes, em especial de formigas (Colli & Zamboni, 1999; Balestrin & Cappellari, 2011).

O estabelecimento de uma relação entre espécies pequenas do gênero *Pheidole* e algumas *Dinoponera* já foi relatado por diversos autores, por exemplo: *Pheidole* spp. em formigueiros de *Dinoponera quadriceps* Kempf, 1971 (Vasconcellos *et al.*, 2004); *Pheidole rudigenis* Emery, 1906 em ninhos de *D. lucida* e *Pheidole dinophila* Wilson, 2003 encontrada em formigueiros de *Dinoponera australis* Emery, 1901 (Wilson, 2003). Neste estudo, *Ph. flavens* foi encontrada nos ninhos de *D. gigantea* e *P. clavata*, enquanto *Ph. rudigenis* foi encontrada em dois formigueiros de *D. lucida*. Todas essas *Pheidole* diminutas pertencem a um grupo provavelmente monofilético do gênero (grupo *Flavens*, *sensu* Wilson, 2003). *Ph. flavens* é uma formiga comum na serapilheira, enquanto *Ph. rudigenis* parece ser um autêntico inquilino de *D. lucida*. Essas espécies de *Pheidole* parecem circular e nidificar livremente nos ninhos das espécies gigantes certamente por serem pequenas demais por constituir presas interessantes para as grandes predadoras ou entrar em competição com as mesmas. Possivelmente, elas se alimentam de restos de presas e outros recursos disponíveis nos amontoados de lixo acumulados em diferentes lugares das câmaras.

CONCLUSÃO

Nossas informações mostram que existe maior diversidade de invertebrados associados aos ninhos de *P. clavata* do que aos de *D. lucida* e *D. gigantea*. Uma explicação disso é que essa diversidade observada seria proporcional ao volume interno dos ninhos, os quais

chegam a possuir seis vezes o número de câmaras em *P. clavata* do que em *Dinoponera*. Especulamos que, sendo volume e população maiores, existe mais oportunidade de interações entre formigas com ácaros e demais organismos. Mais uma vez (Arroyo *et al.*, 2015; Castaño-Meneses *et al.*, 2017, 2019; Araújo *et al.*, 2019), os ácaros predominam nesses micro-*habitats*, independente da espécie ou do ambiente. Nossos dados mostram aspectos qualitativos e quantitativos da fauna associada nos ninhos hospedeiros, porém o papel exato desses organismos nos ninhos de formigas ainda permanece incipientemente conhecido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Estação Experimental Gregório Bondar, pelo acesso à área de estudo; à Universidade Estadual do Maranhão, pelo apoio e espaço cedido para a pesquisa; e ao ilustrador Johannes Samuel Ferreira Cruz, pelas figuras produzidas. Agradecemos, ainda, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas concedidas a IJSM, AKCF e CDFC; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pelas bolsas de pesquisa de CSFM e JHCD.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. S., E. B. A. KOCH, J. H. C. DELABIE, D. ZEPPELINI, W. D. DAROCHA, G. CASTAÑO-MENESES & C. S. F. MARIANO, 2019. Diversity of commensals within nests of ants of the genus *Neoponera* (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) in Bahia, Brazil. *Annales de la Société Entomologique de France (N.S.)* 55(4): 291-299. DOI: <https://doi.org/10.1080/00379271.2019.1629837>
- ARIAS-PENNA, T. M., 2007. Subfamilia Paraponerinae. In: E. JIMENEZ, F. LOZANO, T. M. ARIAS & D. P. RAMIREZ (Ed.): *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*: 199-122. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colômbia.
- ARROYO, J., A. O'GRADY, H. VANCE & T. BOLGER, 2015. The mite (Acari: Oribatida, Mesostigmata) assemblages associated with *Lasius flavus* Hymenoptera: Formicidae) nests and surrounding soil in an Irish grassland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 115B(1): 17-28. DOI: <https://doi.org/10.3318/bioe.2015.03>



- AUTODESK, Inc., 2019. **SketchBook 5.1.0**. Disponível em: <https://sketchbook.com/>. Acesso em: 15 julho 2019.
- BALESTRIN, R. L. & L. CAPPELLARI, 2011. Reproduction and feeding ecology of *Amphisbaena munoai* and *Anopskingi kingi* (Amphisbaenia, Amphisbaenidae) in the Escudo Sul-Rio-Grandense, southern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia* 101(1-2): 93-102. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212011000100013>
- BELSHAW, R., & B. BOLTON, 1993. The effect of forest disturbance on the leaf litter ant fauna in Ghana. *Biodiversity & Conservation* 2(6): 656-666. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00051965>
- BERGHOF, S. M. & N. R. FRANKS, 2007. First record of the army ant *Cheliomyrmex morosus* in Panama and its high associate diversity. *Biotropica* 39(6): 771-773. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00302.x>
- BOLTON, B., 2020. **An online catalog of the ants of the world**. Disponível em: <http://www.antcat.org>. Acesso em: 11 abril 2020.
- BOUDINOT, B. E., 2015. Contributions to the knowledge of Formicidae (Hymenoptera, Aculeata): a new diagnosis of the family, the first global male-based key to subfamilies, and a treatment of early branching lineages. *European Journal of Taxonomy* (120): 1-62. DOI: <https://doi.org/10.5852/ejt.2015.120>
- BREED, M. D. & J. HARRISON, 1989. Arboreal nesting in the giant tropical ant, *Paraponera clavata* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of the Kansas Entomological Society* 62(1): 133-135.
- BRESCOVIT, A. D., C. A. RHEIMS & A. B. BONALDO, 2007. **Araneomorpha**: chave de identificação para famílias de aranhas brasileiras. Instituto Butantan, São Paulo.
- CAMPIOLO, S. & J. H. C. DELABIE, 2008. *Dinoponera lucida* Emery, 1901. In: A. B. M. MACHADO, G. M. DRUMMOND & A. P. PAGLIA (Ed.): **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**: 388-389. Fundação Biodiversitas/Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- CASTAÑO-MENESES, G., J. G. PALACIOS-VARGAS & A. F. R. CARMO, 2015. Colêmbolos e outros inquilinos de formigueiros de poneromorfas. In: J. C. H. DELABIE, R. M. FEITOSA, J. E. SERRÃO, C. S. F. MARIANO & J. D. MAJER (Ed.): **As formigas Poneromorfas do Brasil**: 163-179. Editus, Ilhéus.
- CASTAÑO-MENESES, G., J. G. PALACIOS-VARGAS, J. H. C. DELABIE, D. ZEPPELINI & C. S. F. MARIANO, 2017. Springtails (collembola) associated with nests of fungus-growing ants (Formicidae: Myrmicinae: Attini) in southern Bahia, Brazil. *Florida Entomologist* 100(4): 740-742. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.100.0421>
- CASTAÑO-MENESES, G., R. J. SANTOS, J. R. M. SANTOS, J. H. C. DELABIE, L. L. LOPES & C. S. F. MARIANO, 2019. Invertebrates associated to Ponerine ants nests in two cocoa farming systems in the southeast of the state of Bahia, Brazil. *Tropical Ecology* 60: 52-61. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42965-019-00006-3>
- COLLI, G. R. & D. S. ZAMBONI, 1999. Ecology of the worm-lizard *Amphisbaena alba* in the cerrado of central Brazil. *Copeia* 1999(3): 733-742. DOI: <https://doi.org/10.2307/1447606>
- CORN, M. L., 1980. Polymorphism and polyethism in the Neotropical ant *Cephalotes atratus* (L.). *Insectes Sociaux* 27: 29-42. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02224519>
- ELAHI, R., 2005. The effect of water on the ground nesting habits of the giant tropical ant, *Paraponera clavata*. *Journal of Insect Science* 5(1): 34. DOI: <https://doi.org/10.1093/jis/5.1.34>
- FEITOSA, R. M., S. LACAU, W. DAROCHA, A. R. OLIVEIRA & J. H. C. DELABIE, 2012. A giant new arboreal species of the ant genus *Anochetus* from Brazil (Formicidae: Ponerinae). *Annales de la Société Entomologique de France* 48(3-4): 253-259. DOI: <https://doi.org/10.1080/00379271.2012.10697774>
- FERNANDES, I. O., J. L. P. SOUZA & F. B. BACCARO, 2015. Estado da arte sobre a filogenia, taxonomia e biologia de Paraponerinae. In: J. H. C. DELABIE, R. M. FEITOSA, J. E. SERRÃO, C. S. F. MARIANO & J. D. MAJER (Org.): **As formigas Poneromorfas do Brasil**: 43-54. Editus, Ilhéus.
- FOURCASSIÉ, V. & P. S. OLIVEIRA, 2002. Foraging ecology of the giant Amazonian ant *Dinoponera gigantea* (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae): activity schedule, diet and spatial foraging patterns. *Journal of Natural History* 36(18): 2211-2227. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222930110097149>
- FUJIIHARA, R. T., L. C. FORTI, M. C. ALMEIDA & E. L. L. BALDIN, 2011. **Insetos de importância econômica**: guia ilustrativo para identificação de famílias. FEPAF, Botucatu.
- GLASIER, J. R. N., A. G. B. POORE & D. J. ELDRIDGE, 2018. Do mutualistic associations have broader host ranges than neutral or antagonistic associations? A test using myrmecophiles as model organisms. *Insectes Sociaux* 65: 639-648. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00040-018-0655-2>
- GOLDSBROUGH, C. L., R. SHINE & D. F. HOCHULI, 2006. Factors affecting retreat-site selection by coppertail skinks (*Ctenopus taeniolatus*) from sandstone outcrops in eastern Australia. *Austral Ecology* 31(3): 326-336. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2006.01561.x>
- HÖLLDOBLER, B. & E. O. WILSON, 1990. **The ants**: 1-732. Harvard University Press, Cambridge.
- HUNTER III, J. E. & M. H. FARRIER, 1976. Mites of the genus *Oplitis* Berlese (Acarina: Uropodidae) associated with ants (Hymenoptera: Formicidae) in the southeastern United States. *Acarologia Open Science in Acarology* 59: 20-50. Disponível em: https://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/acarologia/export_pdf.php?id=3098&typefile=1. Acesso em: 5 dezembro 2019

- KAUFMANN, E., A. K. F. MALSCH, M. ERLE & U. MASCHWITZ, 2003. Compound nesting of *Strumigenys* sp. (Myrmicinae) and *Diacamma* sp. (Ponerinae), and other nesting symbioses of myrmicine and ponerine ants in Southeast Asia. **Insectes Sociaux** 50: 88-97. DOI: <https://doi.org/10.1007/s000400300014>
- LAPEVA-GENOVA, A., 2013. Ant-associated beetle fauna in Bulgaria: a review and new data. **Psyche: A Journal of Entomology** 2013: 242037. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/242037>
- LATTKE, J. E., 2015. Estado da arte sobre a taxonomia e filogenia de Ponerinae do Brasil. In: J. H. C. DELABIE, R. M. FEITOSA, J. E. SERRÃO, C. S. F. MARIANO & J. D. MAJER (Org.): **As formigas Poneromorfas do Brasil**: 55-73. Editus, Ilhéus.
- LECLERC, M. G., D. C. MCCLAIN, H. L. BLACK & C. D. JORGENSEN, 1987. An inquiline relationship between the tailless whip-scorpion *Phrynos gervaisii* and the giant tropical ant *Paraponera clavata*. **The Journal of Arachnology** 15(1): 129-130.
- LENHART, P. A., S. T. DASH & W. P. MACKAY, 2013. A revision of the giant Amazonian ants of the genus *Dinoponera* (Hymenoptera, Formicidae). **Journal of Hymenopteran Research** 31: 119-164. DOI: <http://doi.org/10.3897/jhr.31.4335>
- LONGINO, J., 1989. Geographic variation and community structure in an ant-plant mutualism: *Azteca* and *Cecropia* in Costa Rica. **Biotropica** 21(2): 126-132. DOI: <http://doi.org/10.2307/2388703>
- LOPES, J. M. S., A. R. OLIVEIRA, J. H. C. DELABIE & H. KLOMPEN, 2015a. A new species of myrmecophile mite of the genus *Oplitis* (Acari: Mesostigmata: Oplitidae) from Brazil. **International Journal of Acarology** 41(8): 676-680. DOI: <http://doi.org/10.1080/01647954.2015.1096960>
- LOPES, J. M. S., A. R. OLIVEIRA & J. H. C. DELABIE, 2015b. Interações formigas/ácaros, com ênfase em ácaros foréticos associados a poneromorfas. In: J. H. C. DELABIE, R. M. FEITOSA, J. E. SERRÃO, C. S. F. MARIANO & J. D. MAJER (Org.): **As formigas Poneromorfas do Brasil**: 375-387. Editus, Ilhéus.
- MACHADO, A. B. M., C. S. MARTINS & G. M. DRUMMOND, 2005. **Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção**: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.
- MENDES, L. F., C. VON BEEREN & V. WITTE, 2011. *Malayatelura ponerophila* – a new genus and species of silverfish (Zygentoma, Insecta), from Malaysia, living in *Leptogenys* army-ant colonies (Formicidae). **Deutsche Entomologische Zeitschrift** 58(2): 193-200. DOI: <http://doi.org/10.1002/mmnd.201100023>
- MURPHY, C. M. & M. D. BREED, 2007. A predictive distribution map for the giant tropical ant, *Paraponera clavata*. **Journal of Insect Science** 7(1): 8. DOI: <https://doi.org/10.1673/031.007.0801>
- OLIVEIRA, M. A. & T. M. C. DELLA LUCIA, 1993. Inquilinismo de *Phylodria solfersii* (Reptilia, Squamata, Colubridae) em ninhos de *Acromyrmex subterraneus* (Hymenoptera, Formicidae, Attini). **Revista Brasileira de Entomologia** 37: 113-115. Disponível em: <https://eurekamag.com/research/021/201/021201604.php>. Acesso em: 23 março 2020.
- PAIVA, R. V. S. & C. R. F. BRANDÃO, 1995. Nests, worker population, and reproductive status of workers, in the giant queen less ponerine ant *Dinoponera Roger* (Hymenoptera Formicidae). **Ethology Ecology & Evolution** 7(4): 297-312. DOI: <http://doi.org/10.1080/08927014.1995.9522938>
- PALACIOS-VARGAS, J. G., B. E. MEJÍA-RECAMIER & D. ZEPPELINI, 2013. **Técnicas atuais para estudo de micro e mesoartropodes de solo**: 1-112. Eduepb, Campina Grande.
- PEIXOTO, A. V., L. L. S. ARAÚJO, J. H. C. DELABIE & S. CAMPIOLO, 2005. Translocação de colônias de *Dinoponera lucida* Emery (Formicidae: Ponerinae). **Anais do Simpósio de Mirmecologia – Biodiversidade e Bioindicação** 17: 463-464.
- PEIXOTO, A. V., S. CAMPIOLO, T. N. LEMES, J. H. C. DELABIE & R. R. HORA, 2008. Comportamento e estrutura reprodutiva da formiga *Dinoponera lucida* Emery (Hymenoptera, Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 52(1): 88-94. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0085-56262008000100016>
- RETTENMEYER, C. W., M. E. RETTENMEYER, J. JOSEPH & S. M. BERGHOFF, 2011. The largest animal association centered on one species: the army ant *Eciton burchellii* and its more than 300 associates. **Insectes Sociaux** 58(3): 281-292. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00040-010-0128-8>
- ROCHA, F. F., J. J. LACHAUD & G. PÉREZ-LACHAUD, 2020. Myrmecophilous organisms associated with colonies of the ponerine ant *Neoponera villosa* (Hymenoptera: Formicidae) nesting in *Aechmea bracteata* bromeliads: a biodiversity hotspot. **Myrmecological News** 30: 73-92. DOI: http://doi.org/10.25849/myrmecol.news_030:073
- SANTOS, L. A. O., A. BISCHOFF & O. A. FERNANDES, 2018. The effect of forest fragments on abundance, diversity and species composition of predatory ants in sugarcane fields. **Basic and Applied Ecology** 33: 58-65. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.baae.2018.08.009>
- SIERWALD, P., 2007. **Milli-PEET**: illustrated key to order. The Field Museum, Chicago. Disponível em: <https://www.fieldmuseum.org/sites/default/files/millipedekeyenglish.pdf>. Acesso em: 14 abril 2020.
- SOSA-CALVO, J., A. JESOVNIK, E. OKONSKI & T. R. SCHULTZ, 2015. Locating, collecting, and maintaining colonies of fungus-farming ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini). **Sociobiology** 62(2): 300-320. DOI: <http://doi.org/10.13102/sociobiology.v62i2.300-320>

SUDD, J. H. & N. R. FRANKS, 1987. **The behavioural ecology of ants**: 1-206. Chapman and Hall, New York. DOI: <http://doi.org/10.1007/978-94-009-3123-7>

TRIPLEHORN, C. A. & N. F. JOHNSON, 2011. **Estudos dos insetos**. [Tradução da 7. ed. de Borror and Delong's: introduction to the study of insects]. Cengage Learning, São Paulo.

VASCONCELLOS, A., G. G. SANTANA & A. K. SOUZA, 2004. Nest spacing and architecture, and swarming of males of *Dinoponera quadriceps* (Hymenoptera, Formicidae) in a remnant of the Atlantic forest in Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 64(2): 357-362. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1519-69842004000200022>

WHITFIELD, S. M. & M. A. DONNELLY, 2006. Ontogenetic and seasonal variation in the diets of a Costa Rican leaf-litter herpetofauna. **Journal of Tropical Ecology** 22(4): 409-417. DOI: <http://doi.org/10.1017/S0266467406003245>

WILSON, E. O., 2003. **Pheidole in the New World**: a dominant, hyperdiverse ant genus: 1-818. Harvard University Press, Cambridge.

Apêndice. Comparação da fauna encontrada associada em formigueiros de *Dinoponera lucida*, *Dinoponera gigantea* e *Paraponera clavata* (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) amostrados na Bahia e no Maranhão, Brasil. Legendas: - = sem ocorrência nas espécies; * = grupo identificado apenas para o nível de classe; N = ninho; C = câmaras.

(Continua)

Grupo zoológico (Filos)	Ordens	Famílias/Gêneros/Espécies	<i>D. lucida</i>	<i>D. gigantea</i>	<i>P. clavata</i>
Annelida	Haplotaxida		N2C1	-	-
Arthropoda	Astigmata	Acaridae	-	-	N1C2
		Histiostomatidae	-	-	N1C4
		Histiostomatidae/ <i>Histiostoma</i> sp.	-	-	N1C4
		Hyadesiidae	-	-	N1C4
		Glycyphagidae	-	N3C2 N3C3	-
		<i>Sancassania</i> sp.1	N2C3	-	-
			N2C3	-	-
	Oribatida	Malaconothridae	-	-	N1C3
		Carabodidae	-	-	N1C2 N1C3
		Euphthiracaridae	-	-	N1C4
		Oppiidae	N2C1	-	N1C5
		Nothridae	-	-	N1C8
		Hermaniidae	N1C1	-	-
		-	NIC3	N2C3 N2C4 N3C1 N4C2 N4C6	N1C2 N1C3 N1C4
	Mesostigmata	Ascidae	-	-	N1C2 N1C3
		Phytoseiidae	-	-	N1C2 N1C4 N1C5 N1C19
		Rhodacaridae	-	-	N1C2
		Uropodidae	-	-	N1C2 N1C3



Apêndice.

(Continua)

Grupo zoológico (Filos)	Ordens	Famílias/Gêneros/Espécies	<i>D. lucida</i>	<i>D. gigantea</i>	<i>P. clavata</i>
Arthropoda	Mesostigmata	Laelapidae	N1C1 N1C2 N1C3 N2C3 N3C1 N3C2	N4C2 N4C3 N4C6	N1C3
		Ameroseiidae	-	-	N1C3
		Uropodidae/ <i>Uropoda</i> sp.	-	-	N1C3
		Phytoseiidae	-	-	N1C4 N1C5
		Macrochelidae	-	-	N1C4 N1C7
		Pachylaelapidae	N3C2	-	-
		Chaetodactylidae	-	-	N1C4
	-	-	N1C3	N1C1 N1C2 N1C3 N1C4 N2C1 N2C2 N4C1 N4C3 N4C6	N1C2 N1C3 N1C5
	Prostigmata	-	-	-	N1C3 N1C4
	Collembola*	-	-	N2C2 N3C1 N4C2 N4C3	-
	Araneae	Nemesiidae	N1C1	N4C3	N1C3 N1C12 N1C24
	Blattodea	Rhinotermitidae	-	-	N1C3
		Blattellidae	N2C2	-	N1C2
	Chordeumatida	-	-	-	N1C3
	Coleoptera	Staphylinidae	-	-	N4C3
Scolytidae		N1C1 N1C2 N1C3 N2C3 N3C1 N3C2	-	-	



Apêndice.

(Conclusão)

Grupo zoológico (Filos)	Ordens	Famílias/Gêneros/Espécies	<i>D. lucida</i>	<i>D. gigantea</i>	<i>P. clavata</i>	
Arthropoda	Dermaptera	-	-	N3C2	N1C3 N1C15	
	Diplopoda	-	N1C1 N1C2	-	-	
	Diptera	Drosophilidae	N1C1 N1C3	-	-	
	Hymenoptera	Formicidae/ <i>Ph. flavens</i>	-	-	N1C2 N3C3 N4C1 N4C6	N1C5 N1C12 N1C21 N1C23 N1C24
		Formicidae/ <i>Ph. rudigenis</i>	N1C2 N1C3	-	-	
		Formicidae/ <i>Carebara</i> sp.1	-	-	N2C1	-
		Formicidae/ <i>Dolichoderus imitator</i> Emery, 1894	N2C2	-	-	-
		Formicidae/ <i>Pseudomyrmex</i> gp. <i>pallidus</i>	-	-	N2C4	-
		Formicidae/ <i>S. perpava</i>	-	-	N2C1	-
		Formicidae/ <i>Hypoponera</i> sp.1	-	-	-	N1C4
		Formicidae/ <i>Ph. radoszkowskii</i>	-	-	-	N1C4
	Geophilomorpha	Geophilomorpha	-	-	N1C24	
	Opiliones	Gonyleptidae	-	-	N1C2	
	Pseudoescorpiones	-	-	-	N2C4	-
	Myriapoda	Classe Symphyla*	-	-	N1C2	-
		Julida	-N1C1 N1C2	-	-	-
	Lepidoptera	Imaturo	-	-	N3C3 N4C6	-
	Psocoptera	Liposcelididae	-	-	-	N1C4 N1C5
		Caeciliusidae	-	-	-	N1C18
		-	-	-	-	N1C6
Scolopendromorpha	Scolopendromorpha	-	-	-	N1C7	
Thysanoptera	Thripidae	-	-	-	N1C18	
Chordata	Squamata	Amphisbaenidae	-	-	N1C3	



Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil

Characterization of the Collembola fauna in different vegetal formations in the municipality of Santa Barbara, state of Pará, Brazil

Andreza Mesquita Martins¹  | Ana Lúcia Nunes Gutjahr¹  | Carlos Elias de Souza Braga¹ 

¹Universidade do Estado do Pará. Belém, Pará, Brasil

Resumo: Collembola apresenta grande importância na ciclagem de nutrientes, sendo indicador da qualidade ecológica do solo. O presente estudo teve como objetivo determinar a abundância e a riqueza da fauna de Collembola nas fitofisionomias de floresta primária, plantação de dendê e sistema agroflorestal, no município de Santa Bárbara, Pará. Foram realizadas quatro expedições de coletas, duas na estação chuvosa e duas no período mais seco da região. As amostras foram obtidas através da armadilha de *pitfall*, totalizando 144 exemplares. A identificação e a obtenção de dados quantitativos da colembofauna foram feitas em nível de família. Nas fitofisionomias, foram coletados 86.770 espécimes de colêmbolos, classificados em 15 famílias. A maior abundância de colêmbolos foi registrada na floresta primária, com 19.245 espécimes no período chuvoso, enquanto no período menos chuvoso o destaque foi para a plantação de dendê, com 22.322 espécimes. Observou-se que a maior riqueza de famílias ocorreu no ambiente de floresta primária, sendo as mais representativas Paronellidae e Neanuridae, com, respectivamente, 17.145 e 9.545 espécimes. O estudo evidenciou a variabilidade na composição de famílias da colembofauna e gerou novas informações sobre a abundância e a riqueza dos grupos taxonômicos nas fitofisionomias estudadas.

Palavras-chave: Biodiversidade. Artrópodes edáficos. Hexapoda. Mesofauna edáfica.

Abstract: Collembola are very important in nutrient cycling and are an indicator of the ecological quality of soil. This study aims to determine the abundance and richness of the Collembola fauna in the phytophysionomies of primary forest, oil palm plantation, and agroforestry system in the municipality of Santa Bárbara, Pará. Four collection expeditions were carried out, two in the rainy season and two in the driest period of the region. The samples were obtained through the pitfall trap, totaling 144 samples. The identification and obtainment of quantitative data of the Collembola were done at family level. In phytophysionomies, 86,770 specimens of Collembola were collected, classified into 15 families. The greatest abundance of Collembola was in the primary forest, with 19,245 specimens in the rainy period, while in the less rainy period, the oil palm plantation stood out, with 22,322 specimens. The greatest wealth of families was observed in the primary forest environment, the most represented families being Paronellidae and Neanuridae, with respectively 17,145 and 9,545 specimens. The study showed the variability in the composition of the families of Collembola and generated new information on the abundance and richness of the taxonomic groups in the studied phytophysionomies.

Keywords: Biodiversity. Soil arthropods. Hexapoda. Soil mesofauna.

MARTINS, A. M., A. L. NUNES-GUTJAHR & C. E. S. BRAGA, 2020. Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 393-407. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.110>.

Autora para correspondência: Andreza Mesquita Martins. Universidade do Estado do Pará. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Travessa Dr. Enéas Pinheiro, 2626. Belém, PA, Brasil. CEP 66095-015 (andrezamartins@hotmail.com).

Recebido em 21/02/2019

Aprovado em 08/08/2019

Responsabilidade editorial: Fernando da Silva Carvalho-Filho



INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido por sua vasta biodiversidade, expressa pela elevada riqueza de flora, fauna de vertebrados e invertebrados, e também pela ampla diversidade de milhares de organismos edáficos presentes nos solos dos mais diversos ambientes (Morais *et al.*, 2013; Rodrigues, 2016). Com relação à fauna de invertebrados, os organismos edáficos promovem a manutenção da capacidade produtiva do solo, auxiliando na decomposição e na mineralização de resíduos orgânicos, beneficiando as plantas e até mesmo outros organismos com a disponibilidade de nutrientes (Brown & Sautter, 2009).

Nesse grupo de organismos, destacam-se os Collembola, que detêm alta representatividade dentro da fauna edáfica, mais especificamente na mesofauna (Bellinger *et al.*, 2018). Estes invertebrados pertencem ao grupo Hexapoda, sendo conhecidos popularmente como 'pulga-de-jardim'. São considerados insetos basais que mantêm o padrão de tagmose corporal da classe Insecta, com subdivisão em cabeça, tórax e abdômen, sendo organismos ápteros e com o tamanho do corpo variando entre 0,2-3 mm (Zeppelini & Bellini, 2004).

Esses artrópodes são dominantes e abundantes no mundo, sendo encontrados em todos os continentes, incluindo a Antártida, e até mesmo em *habitats* como ninhos de cupins, vegetação herbácea, ninhos de aves, litoral marinho e epífitas (Hopkin, 1997; Richards, 1979). Por serem pequenos, não são facilmente percebidos, mas, devido à sua ampla distribuição e abundância, alcançam grande densidade populacional por metro quadrado nos solos (Wallwork, 1976; Hopkin, 1997). Ecologicamente, os colêmbolos desempenham papel importante no controle da população e na distribuição de bactérias e fungos edáficos, bem como na formação da microestrutura do solo (Rusek, 1998; Zeppelini & Bellini, 2004).

Desse modo, a capacidade de interação dos colêmbolos no meio ambiente faz com que sejam importantes componentes na avaliação de impactos ambientais e na qualidade do solo (Zeppelini *et al.*, 2008;

Silva *et al.*, 2012). Além disso, a diversidade e a riqueza das famílias de colêmbolos expressam sensibilidade a intervenções antrópicas, pois a abundância destes indivíduos torna-se maior à medida que a quantidade e a qualidade da matéria orgânica são aumentadas (Fernandes *et al.*, 2009; Mussury *et al.*, 2008).

Como esses invertebrados apresentam sensibilidade a mudanças ambientais – como alteração no clima, na temperatura, na umidade, no pH, na composição de matéria orgânica, entre outros –, eles podem ser considerados indicadores de qualidade ambiental. Dessa forma, estudos sobre a fauna colembológica vêm sendo utilizados para avaliar estratégias de conservação e monitoramento de ecossistemas terrestres naturais e perturbados (Culik & Filho, 2003; Zeppelini *et al.*, 2008). Contudo, no Brasil, a maioria das pesquisas sobre colêmbolos é de cunho taxonômico, sendo desenvolvidos poucos estudos relacionados à diversidade, à distribuição e à ecologia de Collembola em diferentes ambientes (Abrantes *et al.*, 2012).

Esta pesquisa busca demonstrar que, através da diversidade da fauna de Collembola em diferentes sistemas de usos do solo, os indivíduos deste grupo possam exercer propriedades indicativas para monitorar a qualidade biológica do solo, principalmente por ser o mais representativo dentro da fauna edáfica, sendo possível, com isso, identificar os sistemas em estudo que melhor conservam a qualidade do solo. Portanto, o presente artigo teve como objetivo determinar a abundância e a riqueza da fauna de Collembola, relacionando esses aspectos a três diferentes fitofisionomias presentes no município de Santa Barbara, Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Para este estudo, foram utilizados três diferentes fitofisionomias: uma área de floresta primária, um cultivo agrícola (plantação de dendê) e uma área de sistema agroflorestal (SAF), todas localizadas no município de Santa Bárbara, região metropolitana de Belém, Pará (Figura 1).

O solo da região é classificado como predominantemente Latossolo Amarelo Distrófico Típico, com textura média (EMBRAPA, 2013).

A topografia da região caracteriza-se por apresentar um relevo predominantemente plano, fazendo parte do planalto rebaixado da Amazônia. Segundo a classificação climática de Köppen (1936), o clima da região é do tipo tropical úmido Afi, com índice pluviométrico anual de 2.500 a 3.000 mm. A temperatura média anual é de 26 °C e a média anual da umidade relativa do ar é de 85% (SUDAM, 1993).

A área de estudo foi escolhida, principalmente, por apresentar as fitofisionomias dentro de uma mesma localidade, possibilitando condições ambientais similares para o estudo da fauna de Collembola. Neste estudo, as

fitofisionomias de floresta primária e plantação de dendê (Figuras 2A e 2B) encontravam-se na propriedade da empresa Dendê do Pará S/A (DENPASA), que está situada na rodovia PA-391, km 9,5, na estrada Belém-Mosqueiro. Esta empresa possui mais de 35 anos de funcionamento em Santa Bárbara do Pará, atuando na produção de dendê, principalmente devido à adaptabilidade dessa cultura perene às condições edafo-climáticas da região Norte do país (DENPASA, 2018).

A área de coleta referente à monocultura possui vários lotes de plantação de dendê, sendo determinado para este estudo o lote situado nas coordenadas 01° 26' 29" S e 48° 25' 98" W, onde as palmeiras de dendê se encontram com espaçamento de 10 m de umas às outras. Quanto à área de estudo referente à

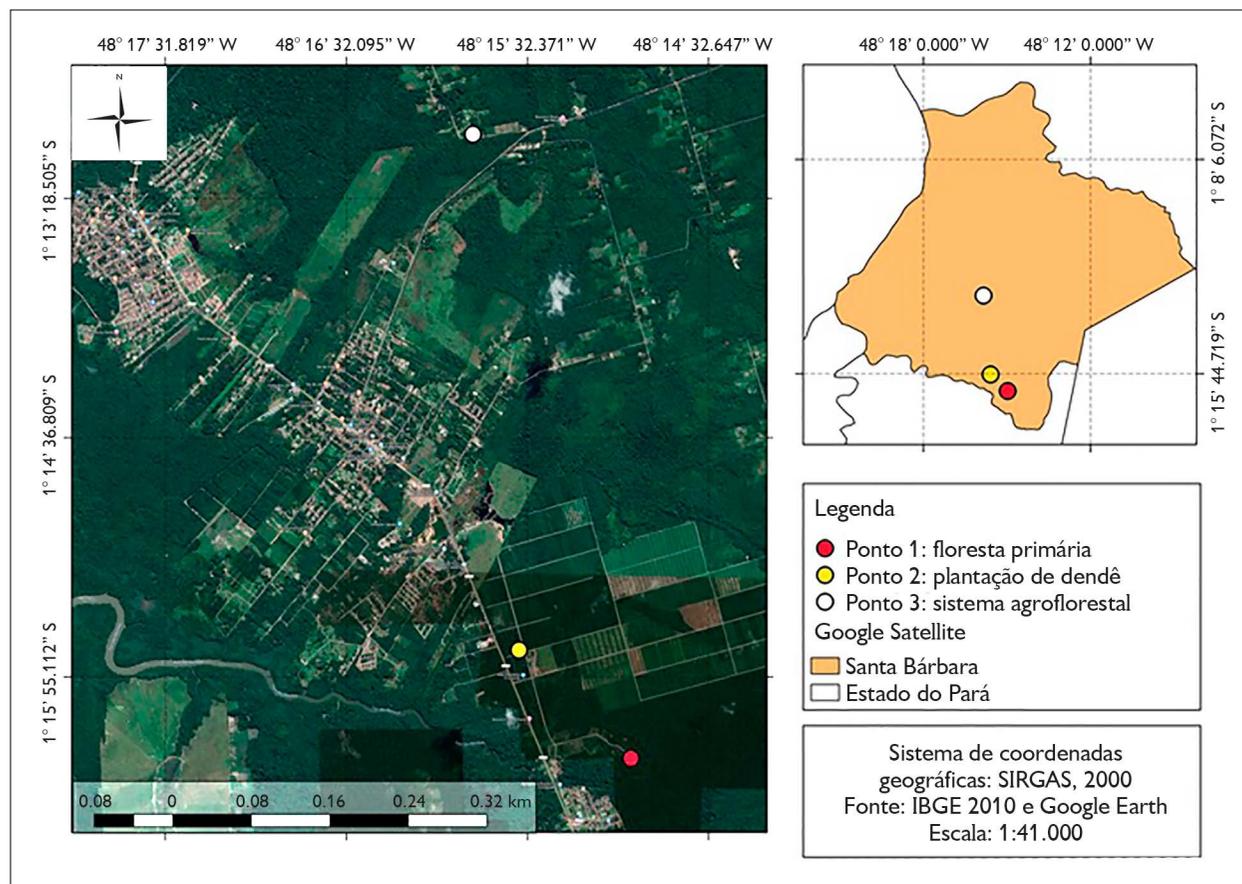
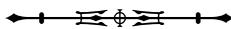


Figura 1. Localização do município de Santa Bárbara, Pará, e pontos de coleta em cada área de estudo. Mapa: A. M. Martins (2018).



floresta, selecionou-se um grande fragmento (01° 27' 27" S; 48° 24' 95" W), que, de acordo com a DENPASA (2018), é conservado desde o início das atividades da empresa na região, sendo, portanto, considerado uma área de floresta primária, com presença de árvores de alturas e diâmetros variados e grande diversidade de espécies arbóreas.

Com relação à área de sistema agroflorestal (SAF), o estudo foi realizado na Associação dos Trabalhadores Rurais Agroecológico Expedito Ribeiro (ATRAER), situada nas coordenadas 01° 21' 60" S, 48° 26' 40" W (Figura 2C), cujo SAF é conhecido apenas como Assentamento Expedito Ribeiro, que fica na rodovia PA-408. O SAF foi implantado em 2012, sendo, portanto, um sistema agroflorestal jovem, com apenas seis anos. Nesse SAF, estão cultivadas as espécies florestais taperebá (*Spondias mombin* L.), ingá (*Inga edulis* Mart.), fruta-pão (*Artocarpus altilis* (Parkinson)

Fosberg), ipê (*Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith), freijó (*Cordia goeldiana* Huber), castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), bacupari (*Garcinia brasiliensis* Mart.), rambutã (*Nephelium lappaceum* L.) e mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King), sendo estas plantadas com espaçamento de 10 m umas entre as outras. Entre os frutos produzidos neste SAF, destaca-se a comercialização de cacau (*Theobroma cacao* L.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.), acerola (*Malpighia glabra* L.), banana (*Musa* L.), entre outros frutos.

PROCEDIMENTO DE COLETA

Para a coleta da colembofauna e do solo, foram feitas quatro excursões de campo: duas na estação mais chuvosa (março e abril de 2018) e duas na estação menos chuvosa (julho e agosto de 2018). De acordo com Fisch *et al.* (1998),



Figura 2. Fitofisionomias estudadas no município de Santa Bárbara, Pará: A) floresta primária; B) plantação de dendê; C) sistema agroflorestal (SAF). Fotos: A. M. Martins (2018).

a região amazônica tem dois períodos distintos, que evidenciam a sazonalidade regional: período chuvoso, que ocorre de dezembro a maio, e menos chuvoso, que se estende de junho a novembro.

As coletas das amostras foram efetuadas em uma área de 50 x 25 m, na qual três transectos de 50 m foram estabelecidos, distantes entre si 12,5 m. Nos dois transectos da extremidade, foram definidos 12 pontos de coleta (seis pontos em cada), que distavam entre si 10 m e foram destinados para a coleta da colembiofauna. No transecto central, foram definidos três pontos destinados à coleta de solo para determinação da umidade, onde no entorno de cada ponto foram retiradas aleatoriamente três réplicas em um raio de 60 cm (Figura 3).

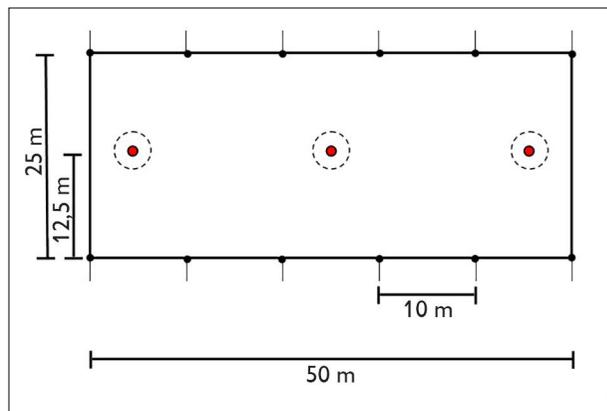


Figura 3. Desenho amostral da área de estudo com seus respectivos pontos de coleta.

COLETA DA FAUNA DE SOLO

As unidades de amostras foram obtidas por meio do método de *pitfall* (armadilhas de queda), que consistiu em enterrar um copo plástico no solo com a borda nivelada na superfície, contendo solução de etanol a 70%. Esse copo foi coberto por uma estrutura composta por palitos de madeira, acoplados a um prato plástico, que serviu de telhado para proteger o objeto de chuvas intensas (Figura 4). Cada armadilha permaneceu no local de coleta por 72 horas. Considerando-se as quatro excursões de campo, foram instaladas 144 armadilhas. De acordo com Moreira *et al.* (2010), a armadilha *pitfall* é eficiente para a captura dos invertebrados que habitam o solo, pois sua capacidade é indicada para avaliação da atividade dos artrópodes terrestres que atuam na superfície do solo.

COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO

As amostras de solo foram coletadas com auxílio de um trado holandês de 20 cm (Figura 5), separadas em três profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm de solo. Elas foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas em isopor para o Laboratório de Química, da Coordenação de Ciências da Terra, do Museu Paraense Emílio Goeldi. Cada ponto de amostragem do solo foi homogeneizado



Figura 4. Armadilha de *pitfall* instalada em campo, na fitofisionomia de mata primária, na área da DENPASA S/A. Foto: A. M. Martins (2018).

segundo sua profundidade, por meio de três réplicas de solo. Em cada área de estudo, obteve-se nove amostras, totalizando, nos três ambientes, 27 amostras por coleta. Durante as quatro coletas de estudo, foram analisadas 108 amostras de solo.

IDENTIFICAÇÃO DOS ESPÉCIMES

A identificação e a quantificação da colembofauna foram realizadas com auxílio de um estereomicroscópio (lupa binocular/Coleman - NSZ 606), e com a montagem de lâminas para identificação e classificação taxonômica no nível de família, seguindo a chave de identificação para Collembola Lubbok, 1873, presente em Zeppelini (2012).

A montagem das lâminas seguiu o protocolo de Consoli & Oliveira (1994), adaptado por Hunber & Reis (2011), no qual os espécimes passaram pelo processo de clarificação em solução KOH (2%), por um tempo variável, dependendo de cada espécime. Em seguida, foram desidratados em solução de etanol etílico (70%) por dez minutos. Após o processo de desidratação, os espécimes foram submetidos ao óleo de imersão Merck® por dez minutos e, por fim, montados em verniz vitral incolor sob lâmina e lamínula. As lâminas foram analisadas através do auxílio do microscópio óptico (Leica – LAS EZ).

DADOS METEOROLÓGICOS

Foram obtidos, na plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), dados meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar e índice pluviométrico. Como o município em estudo não apresenta uma estação meteorológica, foi necessária a realização de uma interpolação linear de dados das estações mais próximas do município para que fossem determinados esses fatores para a área de estudo.

A interpolação linear considerou a média de temperatura em Belém e Castanhal (municípios mais próximos) para encontrar o valor aproximado de pressão atmosférica em Santa Bárbara. A partir dos dados de pressão, foram encontrados os dados de umidade em



Figura 5. Coleta de solo: A) ilustração do trado holandês; B) extração do solo com auxílio do trado holandês em campo, na fitofisionomia de mata primária, na DENPASA S/A. Foto: Martins, A. M. (2018).

Santa Bárbara, considerando-se a seguinte fórmula: $Y = Y_1 + [(x-x_1/x_2-x_1) * (Y_2 - Y_1)]$, onde Y = pressão em Santa Bárbara; Y_1 = pressão em Belém; Y_2 = pressão em Castanhal; X = umidade em Santa Bárbara; X_1 = umidade em Belém; X_2 = umidade em Castanhal.

Para obtenção dos valores de temperatura e umidade relativa do ar para o município de Santa Bárbara, Pará, foi verificada a média de cada variável, considerando-se os municípios de Belém e Castanhal, ambos pertencentes à região metropolitana de Belém, no estado do Pará.

ANÁLISE DE DADOS

Para cada área estudada, foram determinadas medidas de estrutura de comunidades como o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H), considerando-se a riqueza (S) e a abundância relativa (p) das famílias de Collembola; a equitabilidade de Shannon-Wiener e o índice de dominância de Simpson (J), relativo ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as famílias, que varia de 0 a 1. Ainda, foram classificadas como dominantes as famílias que tiverem frequência relativa de 5% do total de famílias (táxon) inventariadas por fitofisionomia (Nunes-Gutjahr & Braga, 2015).

Os valores do total de indivíduos nas duas épocas de coletas foram comparados pelo teste de Mann-Whitney, com o uso do *software* BioEstat 5.0. Realizou-se, ainda, uma análise que determinou o índice de similaridade entre as fitofisionomias estudadas, através do programa Primer-E 5.2, com base na matriz de similaridade elaborada pelo programa EstimateS Win 8.2. Foram também calculados estimadores de riqueza, como Chao I e Jackknife I. As curvas de acumulação foram geradas em função das amostras, sendo os dois estimadores suficientes para demonstrar a estimativa de riqueza de cada ambiente (Gotteli & Colwell, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, foi possível ter informações a respeito da abundância e da riqueza dos grupos que compõem a fauna edáfica, com ênfase em Collembola, nas três fitofisionomias estudadas,

visto que este grupo da fauna de solo nunca foi estudado na região. No total, foram coletados 86.770 espécimes, pertencentes a 15 famílias, o que representa 79% das famílias de Collembola existentes no Brasil (Triplehorn & Johnson, 2015) (Tabela 1). Entre as fitofisionomias presentes apenas na floresta primária, houve ocorrência de todas as 15 famílias, enquanto que, no dendezal e no SAF, foram registradas, respectivamente, 13 famílias (Tabela 1).

FAMÍLIAS DE Collembola

Em relação às famílias de Collembola amostradas, Neelidae e Odontellidae foram exclusivas da floresta primária (Tabela 1), o que pode representar perda de biodiversidade nas áreas de cultivos (dendezal e SAF) em relação à área natural (floresta primária). Quanto à abundância de colêmbolos em cada fitofisionomia, observou-se que houve também perda neste aspecto e, conseqüentemente, de biomassa do solo, sendo a perda no SAF igual a 58% em relação à floresta primária.

Tabela 1. Famílias, abundância (A) e frequência relativa (F) de colêmbolos por fitofisionomia inventariados em Santa Bárbara, Pará.

Famílias	Floresta		Dendezal		SAF		Total	
	A	F(%)	A	F(%)	A	F(%)	A	F(%)
Bourletiellidae	316	0,9	30	0,1	42	0,3	388	0,4
Brachystomellidae	1.814	5,0	176	0,5	341	2,2	2.331	2,7
Cyphoderidae	3	-	41	0,1	89	0,6	133	0,2
Dicyrtomidae	616	1,7	1.162	3,3	423	2,8	2.201	2,5
Entomobryidae	3.863	10,6	1.414	4,0	2.000	13,0	7.277	8,4
Isotomidae	1.377	3,8	12.348	35,4	4.816	31,3	18.541	21,4
Katiannidae	63	0,2	14	0,0	438	2,8	515	0,6
Neanuridae	9.545	26,2	2.198	6,3	2.014	13,1	13.757	15,9
Neelidae	9	-	-	0,0	-	-	9	0,0
Odontellidae	305	0,8	-	0,0	-	-	305	0,4
Onychiuridae	37	0,1	29	0,1	21	0,1	87	0,1
Paronellidae	17.145	47,0	8.331	23,9	2.670	17,4	28.146	32,4
Sminthuridae	527	1,4	1.911	5,5	497	3,2	2.935	3,4
Sminthurididae	535	1,5	1.681	4,8	166	1,1	2.382	2,7
Sturmiidae	321	0,9	5.587	16,0	1.855	12,1	7.763	8,9
Total de indivíduos	36.476	100	34.922	100	15.372	100	86.770	100
Número de famílias	15		13		13		15	

Tal constatação é decorrente da abundância do SAF ter sido de 42% em comparação com a abundância de colêmbolos na floresta primária. No dendezal, não foi observada perda considerável de abundância, tendo em vista que a redução foi de apenas 4,26%.

O estudo também possibilitou observar que houve mudança na composição faunística em relação às famílias amostradas, evidenciada pela frequência relativa (%) de indivíduos de cada família nas três fitofisionomias (Tabela 1).

Na floresta primária, quatro famílias mostraram-se dominantes (Brachystomellidae, Entomobryidae, Neanuridae e Paronellidae); no dendezal, cinco (Isotomidae, Neanuridae, Paronellidae, Sminthuridae e Sturmiidae); e no SAF, cinco famílias (Entomobryidae, Isotomidae, Neanuridae, Paronellidae e Sturmiidae) (Tabela 1). Ressalta-se que a família Brachystomellidae foi dominante na floresta primária, entretanto, não foi dominante no dendezal e no SAF. De modo contrário, Sminthuridae e Sturmiidae não foram dominantes na floresta primária, mas o foram no dendezal e/ou no SAF.

Dessa forma, fica evidente uma mudança da estrutura da comunidade ambiental das referidas famílias. Como sugerem Ponge *et al.* (2003), a diversidade e a distribuição da comunidade de colêmbolos edáficos podem ser influenciadas pela estrutura da cobertura vegetal.

Esse resultado pode ser decorrente da mudança na condição ambiental, de ambiente natural florestado (floresta primária) para ambientes alterados pela implantação de cultivos (dendezal e SAF), os quais apresentam, visivelmente, cobertura vegetal mais aberta e ensolarada. Essa condição de fitofisionomia mais aberta, evidente no dendezal e no SAF, pode constituir um fator limitante para as famílias de colêmbolos que sejam mais sensíveis ao calor e, conseqüentemente, à menor umidade do solo.

No período chuvoso na floresta primária, as famílias mais abundantes foram Paronellidae (n = 7.725) e Neanuridae (n = 6.555), que representaram, juntas, 74,2% de toda a colembofauna coletada nesta fitofisionomia; as

menos abundantes foram Neelidae (n = 1) e Onychiuridae (n = 4), com 0,03% de representatividade (Tabela 2). Tal resultado difere do obtido por Câmara & Oliveria (1999), que encontraram na floresta primária no município de Manacapuru, Amazonas, as famílias Entomobryidae e Isotomidae como as mais abundantes durante o período chuvoso.

No período menos chuvoso na floresta primária, as famílias mais abundantes foram Paronellidae (n = 9.420), Entomobryidae (n = 2.995) e Neanuridae (n = 2.990), com representatividade de 89,4%, e as menos abundantes foram Cyphoderidae (n = 3) e Neelidae (n = 8), que corresponderam a 0,06% dos colêmbolos coletados (Tabela 2).

Na plantação de dendê, durante o período chuvoso, foram observados os maiores valores de abundância para as famílias Sturmiidae (n = 5.361), Paronellidae (n = 1.370) e Sminthuridae (n = 1.355), as quais representaram 64,2% da colembofauna, e a menor abundância para Katiannidae (n = 1) e Cyphoderidae (n = 19), com representatividade de 0,2%. Durante o período menos chuvoso, nesse ambiente, observou-se a maior abundância para Isotomidae (n = 11.110) e Paronellidae (n = 6.961), que, juntas, representaram 81% dos exemplares capturados; em contrapartida, as famílias menos abundantes foram Katiannidae (n = 13) e Cyphoderidae (n = 22), equivalentes a 0,2% da colembofauna coletada (Tabela 2).

Com relação ao sistema agroflorestal (SAF), no período chuvoso, as famílias mais abundantes (com 66% de representatividade) foram Sturmiidae (n = 1.743), Entomobryidae (n = 1.642) e Paronellidae (n = 1.616), e as menos abundantes (com 0,7% de representatividade) foram Bourletiellidae (n = 25) e Sminthuridae (n = 30). Por outro lado, no período menos chuvoso, as famílias com maior abundância foram Isotomidae (n = 3.776), Neanuridae (n = 1.483) e Paronellidae (n = 1.054), e as de menor abundância foram Cyphoderidae (n = 13) e Bourletiellidae (n = 17), representando apenas 0,4% da colembofauna (Tabela 2).

Tabela 2. Famílias, abundância e percentual de Collembola por período (chuvoso e menos chuvoso) na floresta primária (FP), na plantação de dendê (monocultura) (PD) e no sistema agroflorestal (SAF), dos espécimes coletados em Santa Bárbara, Pará.

Famílias	Período chuvoso					Período menos chuvoso				
	FP	PD	SAF	Total	%	FP	PD	SAF	Total	%
Bourletiellidae	247	30	25	302	0,77	69	-	17	86	0,18
Brachystomellidae	1.584	150	286	2.020	5,12	230	26	55	311	0,66
Cyphoderidae	-	19	76	95	0,24	3	22	13	38	0,08
Dicyrtomidae	380	607	334	1.321	3,35	236	555	89	880	1,86
Entomobryidae	868	670	1.642	3.180	8,07	2.995	744	358	4.097	8,65
Isotomidae	882	1.238	1.040	3.160	8,02	495	11.110	3.776	15.381	32,49
Katiannidae	28	1	160	189	0,48	35	13	278	326	0,69
Neanuridae	6.555	577	531	7.663	19,44	2.990	1.621	1.483	6.094	12,87
Neelidae	1	-	-	1	0,00	8	-	-	8	0,02
Odontellidae	96	-	-	96	0,24	209	-	-	209	0,44
Onychiuridae	4	-	-	4	0,01	33	29	21	83	0,18
Paronellidae	7.725	1.370	1.616	10.711	27,17	9.420	6.961	1.054	17.435	36,82
Sminthuridae	260	1.222	30	1.512	3,84	267	689	467	1.423	3,01
Sminthurididae	361	1.355	96	1.812	4,60	174	326	70	570	1,20
Sturmiidae	254	5.361	1.743	7.358	18,66	67	226	112	405	0,86
Total de exemplares	19.245	12.600	7.579	39.424	100	17.231	22.322	7.793	47.346	100
Número de famílias	14	12	12			15	12	13		

Deve-se destacar que as famílias Neelidae, Odontellidae e Onychiuridae não foram encontradas na plantação de dendê e no SAF no período chuvoso. Do mesmo modo, no período menos chuvoso verificou-se também a ausência delas nas fitofisionomias mencionadas, com exceção da família Onychiuridae, havendo também ausência da família Bourletiellidae na plantação de dendê.

A abundância da família Isotomidae na área de plantação de dendê e no sistema agroflorestal pode ter ocorrido, principalmente, por serem estas áreas que sofreram ações antrópicas. Segundo Serrano (2009), em trabalho realizado em Trombetas, no Pará, a família Isotomidae mostrou-se adaptada às áreas que sofrem interferências antrópicas, principalmente em áreas reflorestadas. Ressalta-se que as espécies desta família, por habitarem, em sua maioria, a camada mais profunda do solo, tornam-se menos vulneráveis aos predadores,

diferentemente da família Entomobryidae, que reúne espécies de tamanhos maiores e com coloração vistosa, as quais habitam as camadas superficiais do solo, sendo, por isso, mais facilmente percebidas pelos predadores.

Vale ressaltar que os colêmbolos pertencentes ao grupo dos Entomobryomorpha (Entomobryidae, Paronellidae, Cyphoderidae) vivem na camada superficial do solo e habitam a serapilheira, sendo, por isso, classificados como um grupo exclusivamente epiedáfico (Hopkin, 1997).

ABUNDÂNCIA DE COLLEMBOLA POR FITOFISIONOMIA

Com relação à abundância de Collembola, verificou-se que a floresta primária apresentou o maior número de espécimes coletados ($n = 36.476$), seguida pela monocultura de dendê ($n = 34.922$) e, por fim, pelo sistema agroflorestal ($n = 15.372$) (Tabela 1).

A maior abundância de colêmbolos na floresta primária pode estar relacionada, provavelmente, à presença da vegetação natural, que detém maior disponibilidade de recursos ambientais (matéria orgânica), devido à grande quantidade de serrapilheira e ao clima mais ameno, principalmente no período chuvoso, quando o índice pluviométrico é elevado, possibilitando maior umidade ao solo. Tal resultado fica evidente por meio dos dados obtidos na plataforma do INMET referentes aos meses de coleta (Figura 6A), os quais confirmam que o período chuvoso apresentou os maiores índices pluviométricos mensais para a região de estudo, possibilitando, com isso, aumento na umidade do solo. Desse modo, observa-se a relação do índice pluviométrico com a análise de umidade de solo feita em cada fitofisionomia, indicando que o ambiente de floresta apresenta melhor condição de umidade do solo quando comparado com as outras fitofisionomias (Figura 6B).

A água é o principal fator limitante no grau de distribuição da fauna edáfica, visto que a umidade tem papel importante nas atividades exercidas por artrópodes no solo (Assad, 1997). Além disso, a principal fonte de alimentação dos colêmbolos é oriunda do processo de decomposição da matéria orgânica (detritos vegetais), além de fungos (Triplehorn & Johnson, 2015), os quais necessitam de umidade. Pelo exposto, fica evidente que a floresta primária proporciona um ambiente mais adequado à sobrevivência dos colêmbolos, devido à elevada umidade do solo.

Durante o período chuvoso, foram capturados, nas três fitofisionomias, 39.424 espécimes; já durante o período menos chuvoso, 47.346 espécimes foram coletados (Tabela 2). Embora este valor seja numericamente diferente, não houve diferença significativa entre os dois períodos estudados (teste de Mann-Whitney; $p = 0.7244$). Para este período, também se observou que a floresta primária apresentou maior abundância de Collembola (19.245 espécimes) em relação à monocultura de dendê ($n = 12.600$) e ao SAF ($n = 7.579$). No período menos chuvoso, notou-se que a colembofauna foi mais abundante na plantação de dendê (22.322 espécimes) e na floresta

primária ($n = 17.231$) e menos abundante no SAF ($n = 7.793$) (Tabela 2).

Em relação aos períodos chuvoso e menos chuvoso, foi observada menor abundância de colêmbolos na floresta primária (redução de 10,47%) e no SAF (aumento de 2,82%), ao passo que, no dendezal, foi constatado aumento acentuado (77,15%) na abundância de colêmbolos da estação chuvosa para a menos chuvosa (Figura 7).

Essa menor diferença na abundância na floresta primária e no SAF pode estar relacionada às migrações dos colêmbolos para outros micro-*habitats*, como troncos caídos apodrecidos, os quais são comuns em ambientes de floresta, também encontrados no SAF, o que diminuiria a distribuição horizontal desses artrópodes no solo, buscando ambientes com maior concentração de umidade. Quanto a isso, sabe-se que, para a fauna de solo, a serrapilheira, os troncos caídos e o solo sob rochas formam importantes micro-*habitats*, que possuem a capacidade de manter, pelo menos em parte, a umidade e a temperatura do ambiente edáfico, principalmente durante a estação menos chuvosa (Goldsbrough *et al.*, 2003).

A grande abundância de colêmbolos na monocultura de dendê, no período menos chuvoso, pode ser decorrente da presença de condições ambientais mais estáveis em alguns micro-*habitats* bem estabelecidos, pois trata-se de uma cultura existente há mais de 30 anos no local, o que poderia ter influenciado a comunidade de colêmbolos a desenvolver uma adaptabilidade aos ecossistemas e aos microclimas edáficos mantidos no referido dendezal. Ribeiro-Troian *et al.* (2009) admitem que a maior abundância, riqueza e diversidade de colêmbolos em áreas de plantio de diferentes culturas florestais pode ser resultante de diferenças na densidade de sub-bosque em cada cultivar. Para Baldissera *et al.* (2008), o maior número de estoques de vegetação em áreas florestais de plantio confere maior densidade de sub-bosque. As afirmações desses autores são contundentes, pois, mesmo durante o presente estudo, foi frequente a limpeza (roçagem) do sub-bosque entre as fileiras das palmeiras de dendê, indicando haver uma dinâmica que oscila entre ter uma vegetação de sub-bosque e a supressão da mesma.

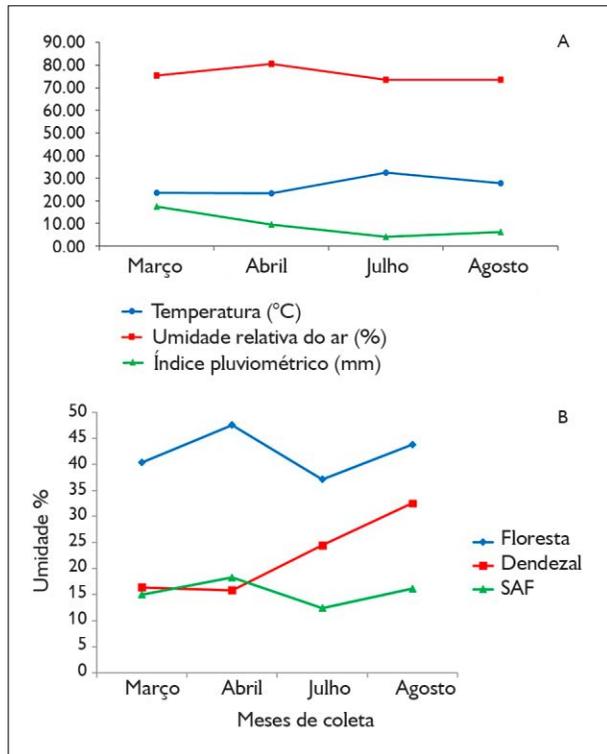


Figura 6. Variáveis ambientais obtidas para o município de Santa Bárbara, Pará, em 2018: A) temperatura, umidade relativa do ar e índice pluviométrico, obtidos por interpolação de dados do INMET; B) umidade do solo nas três fitofisionomias estudadas (0-20 cm).

Ressalta-se, ainda, que no plantio de dendê foi evidente no período mais chuvoso a alagação de algumas áreas, o que ocasionou o surgimento de grandes poças. Esse fato pode também ter influenciado a migração desses pequenos artrópodes para outros micro-*habitats*, favorecendo o surgimento de pequenas áreas com grande concentração desses animais edáficos, possibilitando a coleta de um número maior de colêmbolos. Bellinger *et al.* (2018) admitem que, em ambientes muito úmidos, os artrópodes edáficos, tipicamente encontrados no solo, como os colêmbolos, podem sofrer influência na sua abundância, ao se deslocarem para camadas de vegetação mais elevadas, chegando a habitar copas das árvores e epífitas, indicando que as comunidades de colêmbolos podem fazer migrações horizontais para sobreviver a condições menos favoráveis. Portanto, se concentrar em

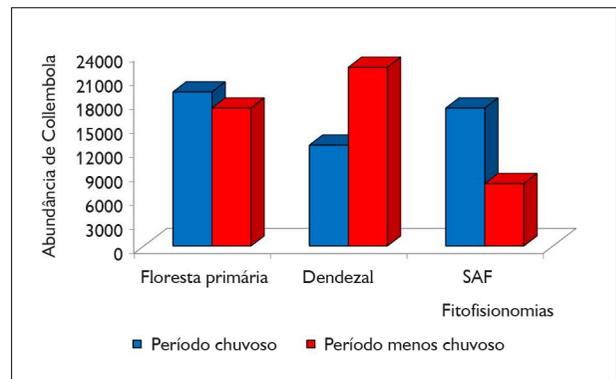


Figura 7. Abundância de Collembola nos períodos chuvoso e menos chuvoso nas fitofisionomias floresta primária, dendezal e SAF, coletados em Santa Bárbara, Pará, em 2018.

certo ponto da área de estudo é uma alternativa possível para a colembofauna do dendezal.

Todas as especulações tecidas até o momento devem levar em conta as características morfológicas, estruturais e fisiológicas dos colêmbolos no solo, pois tratam-se de invertebrados diminutos, com a cutícula delicada e fina, que necessitam de umidade para não dessecar e se alimentam por meio de processos que exigem umidade alta. Dessa forma, a condição do solo, referente à umidade, constitui um fator que influi diretamente na vida desses animais e, portanto, as migrações horizontais e verticais são consideradas estratégias de sobrevivência fundamentais para esses hexápodos, quando o solo não apresenta as condições ambientais propícias para manutenção das comunidades de colêmbolos.

A baixa abundância da classe Collembola no SAF, tanto no período chuvoso como no menos chuvoso, indica que esta fitofisionomia está caracterizada como um ecossistema que se encontra em estruturação e consolidação, por se tratar de um sistema agrícola jovem, que foi implantado há apenas seis anos no local de estudo, sendo notória, durante as excursões de campo, a existência de várias clareiras no sistema agroflorestal decorrentes de espécies florestais em desenvolvimento com baixa estatura e com pequenas copas. Vale ressaltar que tais características podem ter implicado um solo com baixa umidade, visto que este ambiente foi o que

apresentou o menor percentual de umidade do solo em todas as profundidades observadas. Destaque-se que, no ambiente de floresta primária, o solo esteve mais úmido em todas as profundidades analisadas (Figura 6B).

ANÁLISE DE DIVERSIDADE, SIMILARIDADE E ESTIMATIVA DE RIQUEZA

Quanto aos índices de diversidade Shanon-Wiener (H') para as famílias de Collembola, verificou-se que o SAF foi o ambiente que apresentou melhor resultado de diversidade ($H' = 1,94$) entre as fitofisionomias estudadas (Tabela 3), sendo, portanto, o ambiente que apresentou melhor uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as famílias de Collembola existentes nesta área em relação às demais. Tal resultado é corroborado por Ribeiro-Troian *et al.* (2009), que encontraram a taxa de diversidade maior para a plantação de *Pinus* spp. ($H' = 1,80$) em relação à floresta ombrófila mista ($H' = 1,69$) em diferentes fitofisionomias estudadas na região Sul do país.

Vale destacar que a floresta primária, apesar de apresentar os menores índices de diversidade local ($H' = 1,58$ /Shanon-Wiener) e de equitabilidade J (0,60) em relação às demais fitofisionomias (Tabela 3), evidenciou a maior variedade de táxons (famílias), pois, ao se analisar a diversidade total, a qual destaca a importância regional dos ecossistemas, a floresta primária apresentou o melhor valor (0,99) em comparação à plantação de dendê e ao SAF (Tabela 3), visto que este índice estima a variação de espécies de uma região (Couteron & Pélissier, 2004). Além disso, a floresta primária é a fitofisionomia que se destaca quanto ao

número de táxons (famílias) identificados, pois o valor obtido para equitabilidade indica que o percentual de diversidade máxima teórica para esta fitofisionomia é de 60%, enquanto as demais fitofisionomias apresentam valores muito mais próximos de 100% da diversidade máxima teórica, sendo o SAF em 78% e a plantação de dendê em 73% de suas diversidades máximas teóricas, restando, respectivamente, 22% e 27% a serem descobertos.

A análise de similaridade entre as fitofisionomias estudadas que considerou as famílias de Collembola expressa no dendrograma de similaridade (Figura 8) evidenciou que o dendezal e o SAF são mais semelhantes entre si, apresentando 76,5% de similaridade. Tal resultado é decorrente do fato de que ambas fitofisionomias possuem características ambientais parecidas, principalmente por se tratarem de cultivares oriundos de grande atividade antrópica decorrente do preparo da área para o plantio, o que ocasiona grande impacto ambiental.

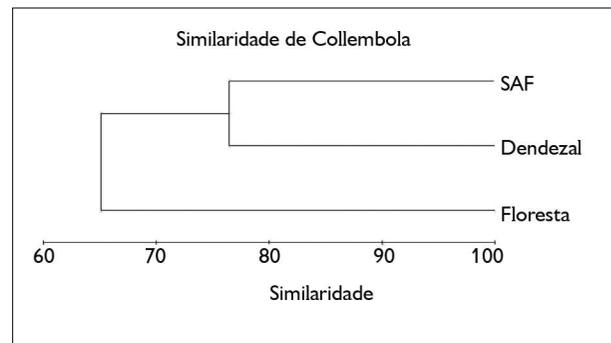


Figura 8. Similaridade das famílias de Collembola em diferentes fitofisionomias no município de Santa Bárbara, Pará.

Tabela 3. Índices de diversidade de Shanon-Wiener (H'), equitabilidade de Pielou (J) e dominância de Simpson por fitofisionomia (FP – floresta primária; PD – plantação de dendê; SAF – sistema agroflorestal) no município de Santa Bárbara, Pará.

Índices	FP	PD	SAF
Índice de diversidade de Shannon (H')	1,58	1,82	1,94
Índice de diversidade gama (γ)	0,99	0,84	0,86
Equitabilidade de Pielou (J)	0,60	0,73	0,78
Índice de dominância de Simpson	0,29	0,23	0,17
Número de espécimes	36.476	34.922	86.77

No que concerne à floresta primária, observa-se que esta fitofisionomia é menos similar em relação às outras duas, visto que apresentou a composição de famílias de Collembola com 65,7% de semelhança com o SAF e 64,5% com o dendezal. Tal constatação é decorrente da própria estrutura e constituição da floresta primária, que, acima de tudo, corresponde a um ambiente natural com muitas características ecossistêmicas. Segundo Oliveira (2000), as florestas apresentam alta diversidade, grande riqueza de espécies (tanto florísticas quanto faunísticas) e baixas similaridades florísticas, mesmo entre locais próximos. Esta fitofisionomia está mais próxima do SAF, sendo menos semelhante ao dendezal. Entre as características mencionadas, destacam-se o sobreamento, a camada de serapilheira no solo, a manutenção da umidade, a reunião de diferentes microclimas e as inúmeras relações ecológicas existentes, responsáveis pela manutenção e pelo equilíbrio ecossistêmico, que favorecem a permanência da biodiversidade e, conseqüentemente, das comunidades de colêmbolos presentes nas diferentes fitofisionomias.

Quanto à existência de maior semelhança faunística entre o SAF e a plantação de dendê, ressalta-se que resultados parecidos também foram observados por Ribeiro-Troian *et al.* (2009), segundo os quais as plantações de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze e de *Pinus* spp. exibiram maior similaridade na composição de morfoespécies do que em relação à floresta ombrófila mista, que apresentou diferença na composição da comunidade, mais dissimilar.

A estimativa de riqueza que considerou os estimadores Jackknife e Chao, de 1ª ordem, evidenciou valores semelhantes aos observados para cada fitofisionomia: floresta primária = 15 famílias; plantação de dendê = 13 famílias; sistema agroflorestal = 13 famílias (Figura 9). Esse resultado é importante, pois indica que foram coletadas todas as famílias estimadas para cada fitofisionomia, uma vez que, quando o valor do observado – ou seja, o número de famílias encontradas – é igual ao valor dos estimadores Jackknife e Chao, admite-se que o esforço de amostragem e o método de captura são adequados e foram suficientes

para se coletar todas as famílias de Collembola estimadas para as áreas estudadas.

Desse modo, as curvas acumulativas para as fitofisionomias estudadas, elaboradas com base nas amostras, mostram que as curvas dos estimadores Jackknife I e Chao I atingiram assíntota, demonstrando que a riqueza de famílias de Collembola observada (Sobs), proveniente das amostras coletadas, equivale ao número de famílias estimadas para cada fitofisionomia estudada (Figura 9).

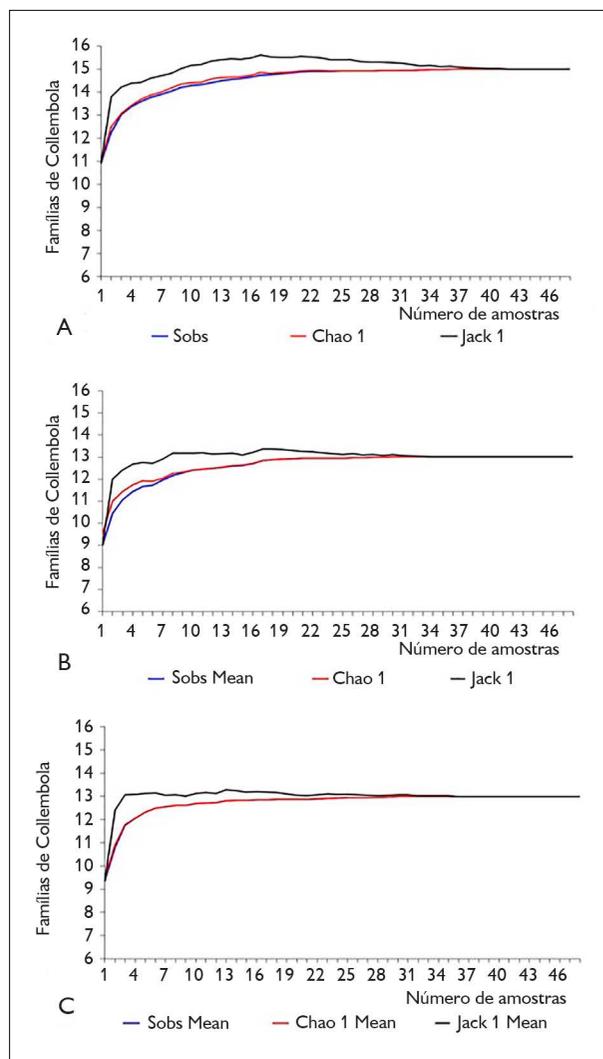


Figura 9. Curvas cumulativas das famílias de Collembola coletadas no município de Santa Bárbara, Pará, nas fitofisionomias floresta primária (A), monocultura de dendê (B) e sistema agroflorestal (C).

CONCLUSÃO

Este estudo gerou informações pioneiras sobre a diversidade da fauna edáfica, com ênfase na colembofauna, para as fitofisionomias de mata primária, plantação de dendê e sistema agroflorestal no município de Santa Bárbara, Pará, as quais podem ser utilizadas na avaliação de programas de conservação e recuperação de ecossistemas amazônicos.

Nas fitofisionomias estudadas, é perceptível uma variabilidade das famílias de Collembola, com maior abundância das famílias Paronellidae e Neanuridae na floresta primária, enquanto que, nos ambientes de plantação de dendê e SAF, as famílias Isotomidae e Paronellidae foram as mais abundantes. Isso foi perceptível também para os dois períodos de estudo (chuvoso e menos chuvoso), observando-se, para o período chuvoso, as famílias Paronellidae e Neanuridae como as mais predominantes na floresta, Sturmiidae e Paronellidae na plantação de dendê e Sturmiidae e Entomobryidae no SAF, enquanto que, para o período menos chuvoso, observou-se na fitofisionomia de floresta primária as famílias Paronellidae e Entomobryidae, e na plantação de dendê e no SAF, as famílias Paronellidae e Isotomidae.

Isso demonstra fortemente que cada fitofisionomia pode apresentar grande mudança quanto à distribuição, à abundância e à diversidade de famílias de colêmbolos, o que pode ser interpretado como resposta biológica desses organismos edáficos aos ambientes de cada fitofisionomia estudada.

Na análise das fitofisionomias estudadas, observou-se também que o ambiente florestado (floresta primária) apresentou maior abundância de colêmbolos durante todo o período observado, sendo, ainda, o ambiente com maior percentual de riqueza a ser descoberto (40%), enquanto que para os demais ambientes já foram encontrados quase 80% da estimativa de riqueza.

Pelo exposto, pode-se afirmar que a diversidade da fauna de Collembola pode ser considerada indicadora da qualidade ambiental, pois estes pequenos invertebrados são capazes de caracterizar a estrutura da vegetação (a partir da sua composição faunística) e as condições do solo em

diferentes ambientes, evidenciando a sua qualidade ecológica. Este estudo demonstrou a forte relação dos colêmbolos com o percentual de umidade do solo, assim como a presença dos mesmos a condições ambientais mais bem estabelecidas.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, E. A., B. C. BELLINI, A. N. BERNARDO, L. H. FERNANDES, M. C. MENDONÇA, E. P. OLIVEIRA, G. C. QUEIROZ, K. D. SAUTTER, T. C. SILVEIRA & D. ZEPPELINI, 2012. Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list. *Zootaxa* 2388(1): 1-22. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2388.1.1>
- ASSAD, M. L. L., 1997. Fauna do solo. In: M. A. T. VARGAS & M. HUNGRIA (Ed.): **Biologia dos solos dos Cerrados**: 363-443. EMBRAPA, Planaltina.
- BALDISSERA, R., G. GANADE, A. BRESOVIT & S. M. HARTZ, 2008. Landscape mosaic of *Araucaria* forest and forest monocultures influencing understorey spider assemblages in Southern in Brazil. *Austral Ecology* 33(1): 45-54. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2007.01789.x>
- BELLINGER, P. F., K. A. CHRISTIANSEN & F. JANSSENS, 2018. **Checklist of the Collembola of the World**. Disponível em: <http://www.collembola.org>. Acesso em: 12 novembro 2018.
- BROWN, G. G. & K. D. SAUTTER, 2009. Biodiversity, conservation and sustainable management of soil animals: the XV International Colloquium on Soil Zoology and XII International Colloquium on Apterygota. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44(8): 1-9.
- CÂMARA, V. A. & E. P. OLIVEIRA, 1999. Densidade populacional e diversidade específica de Collembola em diferentes ecossistemas do município de Manacapuru-AM. *Anais da Jornada de Iniciação Científica do INPA* 8: 111-114.
- CONSOLI, R. A. G. B. & R. L. OLIVEIRA, 1994. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro.
- COUTERON, P. & R. PÉLISSIER, 2004. Additive apportioning of species diversity: towards more sophisticated models and analyses. *Oikos* 107(1): 215-221. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12766.x>
- CULIK, M. P. & D. Z. FILHO, 2003. Diversity and distribution of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 12: 1119-1143. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1023069912619>
- DENDÊ DO PARÁ S/A (DENPASA), 2018. **História**. Disponível em: <http://denpasa.com.br/pt-br/historia/>. Acesso em: 12 novembro 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2013. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**: 3. ed.: 1-353. EMBRAPA, Brasília.

- FERNANDES, L. H., J. L. NESSIMIAN & M. C. MENDONÇA, 2009. Structure of Poduromorpha (Collembola) communities in "restinga" environments in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 44(8): 1033-1039. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000800036>
- FISCH, G., J. M. MARENGO & C. A. NOBRE, 1998. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazonica** 28(2): 101-126. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>
- GOLDSBROUGH, C. L., D. F. HOCHULI & R. SHINE, 2003. Invertebrate biodiversity under hot rocks: *habitat* use by the fauna of sandstone outcrops in the Sydney region. **Biological Conservation** 109(1): 85-93. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00139-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00139-8)
- GOTTELI, N. J. & R. K. COLWELL, 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters** 4(4): 379-391. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x>
- HOPKIN, S. P., 1997. **Biology of the Springtails (Insecta: Collembola)**. Oxford University Press, Oxford.
- HUNBER, F. & F. H. REIS, 2011. Técnica alternativa para montagem de insetos em lâminas permanentes para visualização em microscopia óptica. **EntomoBrasilis** 4(1): 13-19. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrazilis.v4i1.112>
- KÖPPEN, W., 1936. Das geographische System der Klimate. In: W. KÖPPEN & R. GEIGER (Ed.): **Handbuch der Klimatologie**: 1-44. Gebrüder Bornträger, Berlin.
- MORAIS, J. W., F. G. L. OLIVEIRA, R. F. BRAGA & V. KORASAKI, 2013. Mesofauna. In: F. M. S. MOREIRA, J. E. CARES, R. ZANETTI & S. L. STURMER (Ed.): **O ecossistema solo**: componentes, relações ecológicas e feitos na produção vegetal: 183-200. Ed. UFLA, Lavras.
- MOREIRA, F. M. S., E. J. HUISING & D. E. BIGNELL, 2010. **Manual de biologia dos solos tropicais**. UFLA, Lavras.
- MUSSURY, R. M., S. P. Q. SCALON, A. A. GOMES, M. R. BATISTA & H. SCALON-FILHO, 2008. Flutuação populacional da mesofauna em fragmentos de mata na região de Dourados, MS. **Ciência e Agrotecnologia** 32(2): 645-650. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200047>
- NUNES-GUTJAHR, A. L. & C. E. S. BRAGA, 2015. Análise faunística de gafanhotos *Acridioidea* da Volta Grande do Rio Xingu, área de influência direta da Hidrelétrica Belo Monte, Pará, Brasil. **Ciência Rural** 45(7): 1220-1227. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120442>
- OLIVEIRA, A. A., 2000. Inventários quantitativos de árvores em matas de terra firme: histórico com enfoque na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica** 30(4): 543-567.
- PONGE, J. F., S. GILLET, F. DUBS, E. FEDOROFF, L. HAESE, J. P. SOUSA & P. LAVELLE, 2003. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. **Soil Biology and Biochemistry** 35(6): 813-826. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(03\)00108-1](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(03)00108-1)
- RIBEIRO-TROIAN, V. R., R. BALDISSERA & S. M. HARTZ, 2009. Effects of understory structure on the abundance, richness and diversity of Collembola (Arthropoda) in Southern Brazil. **Neotropical Entomology** 38(3): 340-345. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000300007>
- RICHARDS, W. R., 1979. Collembola. **Memoirs of the Entomological Society of Canada** 108(Supl. S108): 300-303. DOI: <https://doi.org/10.4039/entm111108300-1>
- RODRIGUES, W., 2016. Competitividade e mudança institucional na cadeia produtiva de plantas medicinais no Brasil. **Interações** 17(2): 267-277.
- RUSEK, J., 1998. Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem. **Biodiversity & Conservation** 7: 1207-1219. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008887817883>
- SERRANO, M. B., 2009. **Collembola como bioindicadores da qualidade do solo de áreas recuperadas da Floresta Nacional Saracá-Taquera, Porto Trombetas, PA**. Dissertação (Mestrado em Entomologia)—Universidade Federal do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- SILVA, P. M., M. P. BERG, A. R. SERRANO, F. DUBS & J. P. SOUSA, 2012. Environmental factors at different spatial scales governing soil fauna community patterns in fragmented forests. **Landscape Ecology** 27(9): 1337-1349. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9788-2>
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA (SUDAM), 1993. **Municípios paraenses**: Santa Bárbara do Pará. Governo do Estado do Pará/SEPLAN (Novos Municípios, v. 33), Belém.
- TRIPLEHORN, C. A. & N. F. JOHNSON, 2015. **Estudo dos insetos [Borro and Delong's introduction to the study of insects]**. Cengage Learning, São Paulo.
- WALLWORK, J. A., 1976. **The distribution and diversity of soil fauna**. Academic Press, London.
- ZEPPELINI, D., 2012. Collembola Lubbock, 1873. In: J. A. RAFAEL, G. A. R. MELO, C. J. B. CARVALHO, A. A. CASARI & R. CONSTANTINO (Ed.): **Insetos do Brasil**: diversidade e taxonomia: 201-211. Holos, São Paulo.
- ZEPPELINI, D. F. & B. C. BELLINI, 2004. **Introdução ao estudo dos Collembola**. Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- ZEPPELINI, D., B. C. BELLINI, A. J. C. DUARTE & M. I. M. HERNANDEZ, 2008. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation** 18: 1161-1170. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9505-2>

***Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae) na microbacia do rio Água Fria,
Pedra Branca do Amapari, Amapá, Brasil**
Peperomia Ruiz & Pav. (Piperaceae) in the Água Fria River microbasin,
Pedra Branca do Amapari, Amapá, Brazil

Alessandra dos Santos Facundes^I  | Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues^I  | Adriano Castro de Brito^{II}  |
Elsie Franklin Guimarães^{III}  | Luciano Araujo Pereira^I 

^IUniversidade do Estado do Amapá. Macapá, Amapá, Brasil

^{II}Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista, Bahia, Brasil

^{III}Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo: Este trabalho trata das espécies de *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae) ocorrentes na microbacia do rio Água Fria, Pedra Branca do Amapari, estado do Amapá. O estudo envolveu a análise morfológica dos táxons coletados na região e tombados no Herbário Amapaense, além de observações de campo, bem como consulta aos portais virtuais dos herbários nacionais. São apresentadas descrições, distribuição geográfica e uma chave para facilitar a identificação das espécies. Foram registrados cinco táxons: *Peperomia glabella* (Sw.) A. Dietr. var. *glabella*; *P. pellucida* (L.) Kunth; *P. pilicaulis* C. DC.; *P. rotundifolia* (L.) Kunth e *P. serpens* (Sw.) Loudon. *P. rotundifolia* é citada pela primeira vez para o estado do Amapá.

Palavras-chave: Amazônia. Taxonomia. Flora. Piperales.

Abstract: This paper deals with *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae), which are found in the Água Fria River basin, Pedra Branca do Amapari, state of Amapá. The research involved the morphological analysis of the taxa collected in the region and inserted in the Amapaense Herbarium, as well as field observations, and consultation of the virtual portals of national herbariums. Descriptions, geographical distribution and a key to facilitate species identification are provided. Five taxa were recorded: *Peperomia glabella* (Sw.) A. Dietr. var. *glabella*; *P. pellucida* (L.) Kunth; *P. pilicaulis* C. DC.; *P. rotundifolia* (L.) Kunth; and *P. serpens* (Sw.) Loudon. *P. rotundifolia* is cited for the first time for the state of Amapá.

Keywords: Amazon. Taxonomy. Flora. Piperals.

FACUNDES, A. S., P. F. A. RODRIGUES, A. C. BRITO, E. F. GUIMARÃES & L. A. PEREIRA, 2020. *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae) na microbacia do rio Água Fria, Pedra Branca do Amapari, Amapá, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 409-419. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.126>.

Autora para correspondência: Alessandra dos Santos Facundes. Universidade do Estado do Amapá. Av. Presidente Vargas, 650 – Centro. Macapá, AP, Brasil. CEP 68900-070 (alessandrafacundes15@gmail.com).

Recebido em 25/04/2019

Aprovado em 14/12/2019

Responsabilidade editorial: Fernando da Silva Carvalho Filho



INTRODUÇÃO

Piperaceae compõe a ordem Piperales (APG IV, 2016; Reveal, 2012). Suas espécies caracterizam-se por serem ervas epífitas, terrícolas ou rupícolas, hemiepífitas, trepadeiras, arbustos eretos ou escandentes, ou pequenas árvores. As folhas são simples, alternas, opostas ou verticiladas. As inflorescências são em espiga ou racemo, solitárias ou não. As flores são numerosas, diminutas. Os frutos são drupas (Yuncker, 1972).

Possui vasta distribuição nas regiões tropicais e subtropicais (Judd *et al.*, 2009), e, de acordo com Nee (2004), é bem representada no sub-bosque de florestas e possui cerca de 3.700 espécies, com distribuição pantropical (Jaramillo *et al.*, 2004; Wanke *et al.*, 2006). No Brasil, a família está representada por 467 espécies, divididas entre os gêneros *Manekia* Trel., *Peperomia* Ruiz & Pav. e *Piper* L., com maior riqueza de espécies nos domínios fitogeográficos da Mata Atlântica e Amazônia (Yuncker, 1972, 1973, 1974; Arias *et al.*, 2006; JBRJ, 2019).

Peperomia é o segundo maior gênero da família em número de espécies, com aproximadamente 1.600 espécies distribuídas no mundo (Wanke *et al.*, 2006; Frenzke *et al.*, 2015) e 173 no Brasil, das quais 108 são classificadas como endêmicas (JBRJ, 2019). Caracterizam-se por ser plantas geralmente epífitas, carnosas (Tebbs, 1993), terrestres, com ocorrência em matas secas, vegetações campestres, locais úmidos e sombreados (Carvalho-Silva, 2008).

De acordo com Pinheiro *et al.* (2011) e Pio Corrêa (1984), alguns táxons são utilizados na medicina popular, a exemplo de *P. pellucida* (L.) Kunth, *P. serpens* (Sw.) Loudon, *P. tetraphylla* (G. Forst.) Hook. & Arn., além de serem empregados como ornamentais, em canteiros ou em vasos, como *P. caperata* Yunck., *P. serpens* (Sw.) Loudon e *P. obtusifolia* (L.) A. Dietr. (Lorenzi & Souza, 2008; Pinheiro, 2011).

Diversos estudos taxonômicos já foram realizados nas florestas brasileiras com espécies de Piperaceae, com destaque para os realizados na região Sudeste por Guimarães & Monteiro (2006), Guimarães & Carvalho-Silva (2012), Carvalho-Silva (2008), Medeiros (2006),

Carvalho-Silva *et al.* (2013), Queiroz *et al.* (2014), entre outros. Para a flora do Norte do país, pesquisas foram realizadas no Acre (Callejas-Posada, 2008), em Roraima (Melo *et al.*, 2016; Melo & Alves, 2019), no Amazonas (Lima *et al.*, 2018) e no Pará (Monteiro, 2018), o que vem ampliando o conhecimento sobre a família na região, muito embora o número de trabalhos realizados no Amapá ainda esteja aquém do potencial da localidade, tendo em vista que cerca de 70% da sua área total sejam compostos de áreas protegidas (Unidades de Conservação federais, estaduais, municipais e particulares – Reserva Particular do Patrimônio Natural/RPPN – e Terras Indígenas), conforme preconiza ICMBio (2009).

O presente estudo teve por objetivo caracterizar as espécies de *Peperomia* ocorrentes na microbacia do rio Água Fria, município de Pedra Branca do Amapari, no estado do Amapá, com vistas a contribuir com a conservação das espécies locais.

MATERIAL E MÉTODOS

O Amapá situa-se no extremo Norte do Brasil, com área territorial de 142.828,523 km² e um total de dezesseis municípios (IBGE, 2010). Compõe dois grandes domínios geográficos, o Amazônico, com influência do Platô das Guianas, e o Oceânico, reunindo uma diversidade em ambientes naturais (Jesus *et al.*, 2000).

A microbacia do rio Água Fria, afluente do rio Amapari, localiza-se no município de Pedra Branca do Amapari, região centro-oeste do estado do Amapá (Figura 1), distando 180 km da capital (Silva, 2013). A hidrografia da região é formada por vários rios, igarapés e pequenas cachoeiras, provenientes de duas bacias: a do rio Amapari e a do rio Araguari, com destaque para o Amapari, principal curso d'água da região, e seus afluentes: rio Cupixi, igarapé Água Fria, igarapé Onça, rios Ita e Tucunapi. O Amapari e quase todos os seus afluentes da margem direita nascem em Pedra Branca do Amapari, na serra do Tumucumaque, dentro do domínio do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque (Gonçalves, P., 2009).

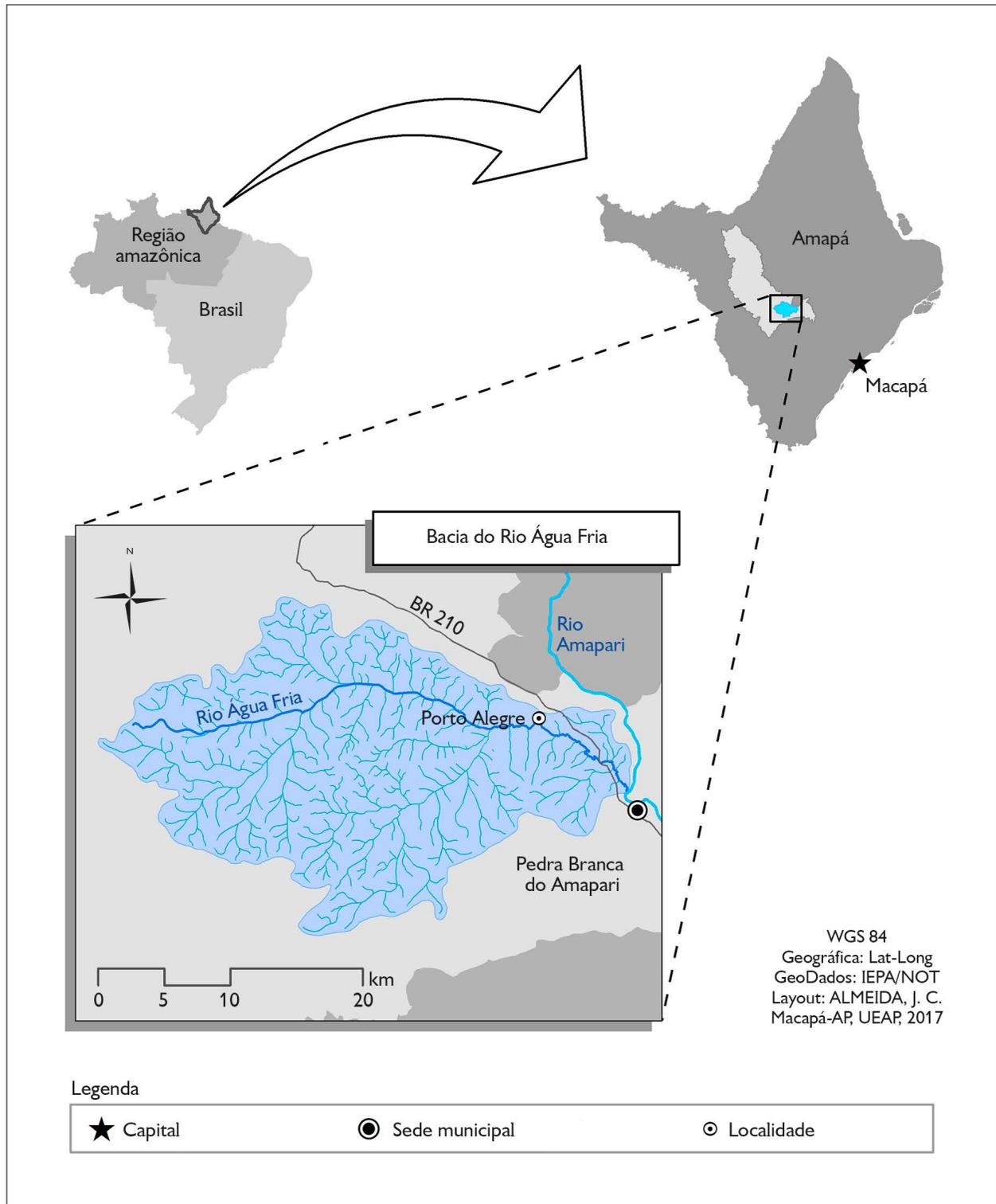


Figura 1. Estado do Amapá com destaque para a microbacia do rio Água Fria. Mapa: J. C. Almeida (2017).

A região, segundo a classificação de Köppen, possui clima do tipo Af, com altos índices pluviométricos, sendo que a temperatura do mês mais frio é superior a 18 °C (Alvares *et al.*, 2014) e a máxima é de 40 °C (IEPA, 1998).

O solo é predominantemente de terra firme, com os tipos latossolo amarelo, podzólico vermelho-amarelo, havendo a presença de concrecionado laterítico (EMBRAPA, 1999). O solo de várzea, mesmo que em minoria, faz-se presente nas proximidades de rios e igarapés (EMBRAPA, 1999). Sua vegetação é bastante densa e encontra-se distribuída em áreas de terra firme, floresta de várzea (densa), campo de várzea (arbustivo) e graminoide (IEPA, 1998; GEA, 2009; ZEE, 2006). O índice pluviométrico anual varia entre 2.000 a 2.300 mm (IEPA, 1998; GEA, 2009).

Foram consultados o Herbário Amapaense, do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do estado do Amapá (HAMAB), e o Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), siglas conforme Thiers (2012), bem como foram feitas buscas nas bases de dados dos herbários virtuais Re flora (2019) e SpeciesLink (2019); também foi observada a distribuição geográfica a partir dos sites MOBOT (2019), Re flora (2019) e JBRJ (2019).

As descrições morfológicas e a nomenclatura seguiram: Ribeiro *et al.* (1999), Souza *et al.* (2013), Gonçalves, E. & Lorenzi (2007), Carvalho-Silva (2008) e Guimarães *et al.* (2019). A etimologia foi elaborada com base em Rizzini (1978).

Foi elaborada uma chave para a identificação das espécies, com as principais estruturas morfológicas, evidenciando as específicas. Os táxons são apresentados em ordem alfabética.

As análises morfológicas foram realizadas com base em bibliografias especializadas (Yuncker, 1974; Carvalho-Silva, 2008). Para identificar e descrever o material botânico estudado, contou-se com o auxílio de lupa estereoscópica Medlux acoplada com câmara clara.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados cinco táxons de *Peperomia* para a microbacia do rio Água Fria: *Peperomia glabella* (Sw.) A. Dietr. var. *glabella*, *P. pellucida* (L.) Kunth, *P. pilicaulis* C. DC., *P. rotundifolia* (L.) Kunth e *P. serpens* (Sw.) Loudon.

Peperomia RUIZ & PAV., FL. PERUV.

PRODR. 6. PL. 2. 1794

Ervas terrestres, rupícolas ou epífitas, eretas ou estoloníferas; ramos suculentos, frequentemente cilíndricos. Folhas alternas, verticiladas ou opostas, geralmente suculentas, glabras ou não, pecioladas, raro sésseis; nervação conspícua ou inconspícua, hifódroma, campilódroma, acródroma, broquidódroma ou eucamptódroma. Inflorescências em espigas simples ou compostas, terminais, axilares ou opostas às folhas; pedúnculo e raque carnosos, raque inteira ou ramificada, raque secundária foveolada ou não; brácteas presentes ou ausentes. Flores com simetria bilateral, protegidas por uma bractéola peltada, glabra, raro com margem fimbriada; estames 2, filetes longos, anteras globosas; ovário com estilete presente ou ausente; estigma único, papiloso persistente na frutificação. Frutos com pericarpo fino, geralmente revestido por glândulas, formato variado, estilete persistente ou ausente. Sementes globosas ou elípticas (Yuncker, 1974; Carvalho-Silva, 2008).

Chave de identificação para espécies de *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae) ocorrentes na microbacia do rio Água Fria, Pedra Branca do Amapari, Amapá

1. Plantas providas de glândulas negras *P. glabella*
- 1'. Plantas desprovidas de glândulas negras 2
2. Drupas cilíndricas a oblongas com ápice rostrado *P. serpens*
- 2'. Drupas globosas ou elipsoides com ápice agudo ou oblíquo 3



3. Drupas elipsoides providas de estrias longitudinais, ápice agudo *P. pellucida*
- 3'. Drupas globosas desprovidas de estrias longitudinais, ápice oblíquo 4
4. Lâmina foliar com ápice retuso ou emarginado; pedúnculo com 0,4-0,7 cm; bráctea peduncular presente *P. rotundifolia*
- 4'. Lâmina foliar com ápice obtuso, não retuso ou emarginado; pedúnculo menor do que 0,4 cm; bráctea peduncular ausente *P. pilicaulis*

***Peperomia glabella* (Sw.) A. Dietr. var. *glabella*, sp. pl. 1: 156. 1831**

Ervas epífitas, glândulas negras presentes em toda a planta, ramos eretos e prostrados, cilíndricos, glabros a esparsamente pilosos. Folhas alternas, membranáceas quando secas, pecíolo com 0,3-0,6 cm, lâminas com 1-5,5 x 0,6-2 cm, ligeiramente pilosas na face adaxial, lanceoladas a elípticas, base atenuada a cuneada, ápice acuminado, agudo a atenuado ou raro emarginado, margem inteira, presença de tricomas dispersos, ciliados na margem, padrão de venação curvinérvia, geralmente 1-2 pares de nervuras secundárias saindo da base e outros dois pares podendo sair ao longo da nervura principal; nervação camptódroma. Inflorescência em espigas mônades, díades ou agrupadas, pedunculadas, arqueadas, terminais ou axilares, bracteadas, ápice atenuado a agudo; pedúnculo com 0,5-1,3 cm, raque com 3 x 0,2 cm, glabra; flores laxas. Drupas ovoides desprovidas de ápice rostrado.

Material examinado: Água Fria, 21.IX.2007, fl., L.A. Pereira 1521 (HAMAB, RB); Área I do Projeto Cipó-Títica, 5.X.2005, fr., L.A. Pereira 1390 (HAMAB, RB).

Distribuição geográfica: Panamá, Venezuela (MOBOT, 2019) e Brasil, nos estados do Amapá, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo (JBRJ, 2019).

Comentários: o nome do táxon vem do latim *glaber*, *bra*, *brum*, em razão de a planta ser glabra. Popularmente, é conhecida como erva-de-vidro, erva-de-jaboti, jaboti-membeca (Monteiro & Guimarães, 2008). Planta com ocorrência na Amazônia e na Mata Atlântica, que cresce geralmente no interior das matas, própria de floresta com luz difusa; por suas características morfológicas, pode ser

cultivada como ornamental. É reconhecida por apresentar glândulas negras por toda sua superfície (Monteiro & Guimarães, 2008). Esse táxon possui baixa ocorrência no estado do Amapá. Na área de estudo, foram registrados apenas dois exemplares. Ainda não foi avaliado quanto ao estado de ameaça.

***Peperomia pellucida* (L.) Kunth, Nov. gen. sp. 1: 64. 1816**

Erva terrestre ca. 40 cm, suculenta, com pontuações translúcidas; ramos eretos. Folhas alternas, não peltadas; pecíolos com 0,5-3,1 cm, lâmina com 1-3,2 x 1,0-3,5 cm, ovada, ovada-elíptica a cordiforme, base cordado-arredondada, ápice agudo, membranácea quando seca, margem levemente ondulada, nervação camptódroma. Inflorescência em espigas terminais, axilares ou opostas às folhas; pedúnculo com 0,1-0,5 cm; raque com 1,5-5,0 x 0,02-0,3 cm; bractéolas arredondado-peltadas. Drupas elipsoides, providas de estrias longitudinais, ápice agudo.

Material examinado: Água Fria, 21.IX.2007, fr., L.A. Pereira 1538 (HAMAB, RB).

Material examinado complementar: Amapá: Macapá, serra da Macaranduba, Bloco-3, Igarapé Papa-Vento, 10.VII.1997, fr., M.R. Cordeiro 2784 (IAN).

Distribuição geográfica: Argentina, Belize, Bolívia, Caribe, China, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Guiana, Guiana Francesa, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela (MOBOT, 2019). No Brasil, ocorre nos estados do Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba,

Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia, Roraima, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe e Tocantins (JBRJ, 2019).

Comentários: o nome específico vem do latim *pellucidus*, a um, que significa transparente, referente à presença de pontuações translúcidas, característica da espécie (Flora of Australia Online, 2018). Planta com ocorrência na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, em vegetação de floresta ciliar ou de galeria, de terra firme e floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila, geralmente encontrada em locais úmidos (paredões, telhados, rochas sombreadas) e frequentemente em jardins (Guimarães & Giordano, 2004). Além do registro realizado na região de estudo, também está assinalada para o município de Macapá, Amapá (M.R. Cordeiro 2784, HAMAB).

No Brasil, é conhecida como comida-de-jaboti, erva-de-jaboti, erva-de-vidro (Vieira, 1992) e coraçãozinho (Plantamed, 2019). Usada como substância diurética, emoliente, hipotensora, digestiva, no combate à hipertensão (Silva Teixeira *et al.*, 1991) e sob a forma de chá contra prurido, tosse, abscessos, furúnculos, conjuntivites, inchaços, má digestão, resfriados, constipação, inflamações do reto e enfermidades do coração (Plantamed, 2019; Roíg & Mesa, 1945). Em vários estados amazônicos, é utilizada sob a forma de chás ou infusões, preparados com as raízes e toda a planta, sendo também consumida na forma de salada no combate a tosse, dor de garganta, pruridos e diarreia (Van den Berg, 1993). O sumo é aplicado sobre mordeduras de cobras (Roíg & Mesa, 1945), sob a forma de infusão no tratamento de reumatismo (Peckolt & Peckolt, 1888), para tosse, resfriados e gripes, hipertensão, dor de garganta (Pereira *et al.*, 2007) e como anti-inflamatório e analgésico (Arrigoni-Blank *et al.*, 2004). CNCFlora (2019) visa alcançar padronização mundial entre as várias listas de espécies ameaçadas de extinção existentes e, de acordo com a avaliação feita para *P. pellucida*, está classificada na categoria *least concern* (LC – em português, menos preocupante), por se tratar de uma espécie com ampla e abundante distribuição em diferentes ambientes.

***Peperomia pilicaulis* C. DC., Candollea 1: 400. 1923**

Ervas epífitas, estoloníferas, ramos avermelhados e pilosos. Folhas alternas, não peltadas; pecíolo com 0,09 cm; lâminas com 0,3-1,5 x 0,27-0,8 cm, discolores, elípticas, obovais, orbiculares, membranáceas, fortemente hirtelas próxima às margens, base obtusa, ápice obtuso, margem levemente ondulada quando seca, nervação avermelhada na face abaxial e adaxial, camptódroma a eucamptódroma, conspícua. Inflorescência em espigas terminais, axilares ou oposta às folhas, raro em díades pedunculadas, de coloração verde, finas e longas, curvadas; pedúnculo com 0,03-0,3 cm, bráctea peduncular ausente; raque com 2-3 x 0,05-0,08 cm. Drupas globosas, ápice oblíquo, globoso.

Material examinado: rio Água Fria, comunidade Porto Alegre, 10.VI.2005, fl., L.A. Pereira 1203 (HAMAB, RB); 8.VI.2005, fr., L.A. Pereira 1190 (HAMAB, RB); Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Iratapuru, Igarapé Braço do Amapá, latitude: 0° 34' 46" N, longitude: 52° 19' 08" W, 28.VII.2005, L.A. Pereira 1234, fr. (HAMAB RB).

Distribuição geográfica: Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Nicarágua, Panamá e Peru (MOBOT, 2019). No Brasil, ocorre nos estados do Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Paraná, Rio de Janeiro, Roraima e Santa Catarina (JBRJ, 2019).

Comentários: do latim *pilus*, -i = pelo, cabelo, e *caulis*, e = caule, fazendo referência aos indumentos encontrados no caule (Flora of Australia Online, 2018). Existem variações no tamanho e na forma das folhas e suas espigas podem atingir até 5 cm de comprimento (Yuncker, 1974). Caracteriza-se por seu pequeno porte, assemelhando-se a *P. tenuipes* Trel., da qual se diferencia pela pilosidade nas folhas e nos ramos e pelo formato dos frutos. Pode ser comparada a *P. rotundifolia* (L.) Kunth, porém há diferenças pelo formato das folhas e pela pilosidade nos ramos desta espécie. Conforme Silva (2013), é geralmente encontrada em floresta aluvial, de várzea e montana (760-800 m). Sua ocorrência está assinalada também para os municípios de Oiapoque, Serra do Navio e Laranjal do Jari. O táxon ainda não foi avaliado quanto ao seu estado de ameaça.

***Peperomia rotundifolia* (L.) Kunth, Nov.**

gen. sp. 1: 65. 1816

Ervas epífitas, ramos prostrados glabros a esparsamente hirtos, sulcados quando secos. Folhas alternas, carnosas, não peltadas; pecíolos glabros com 1,0 x 3,0 cm, lâmina com 1,0-3,0 x 1,0-3,5 cm, pilosidade nas bordas da lâmina foliar, geralmente orbiculares, oblongas ou arredondadas (ovadas, obovadas a elípticas), membranácea em material seco, base arredondada, ápice arredondado, retuso ou emarginado, nervação acródroma a broquidódroma. Inflorescência em espigas de coloração verde, solitárias e terminais, pedúnculo com 0,4-0,7 cm, bracteado, raque com 1,2-1,7 x 0,01-0,2 cm, glabra. Drupas globosas, ovoides, glandulosas, ápice oblíquo.

Material examinado: Água Fria, comunidade Porto Alegre, 8.VI.2005, fr., L.A. Pereira 1178 (HAMAB).

Distribuição geográfica: Argentina, Belize, Bolívia, Caribe, China, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Estado Unidos, Guiana Francesa, Guatemala, Guiana, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela (MOBOT, 2019). No Brasil, está presente nos estados do Acre, Alagoas, Amazonas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Roraima, Santa Catarina e São Paulo (JBRJ, 2019). O presente artigo traz o primeiro registro desta espécie para o estado do Amapá.

Comentários: do latim, *rotundus*, *a, um* = redondo, esférico; do latim, *folium*, *i* = folha, com significado relacionado à forma arredondadas das folhas (Medeiros, 2006). Os tricomas vilosos e as folhas obovadas a arredondadas constituem bons caracteres para reconhecer a espécie (Monteiro & Guimarães, 2008). São ervas de folhas pequenas e ocorrentes em vegetações de florestas de igapó, várzea e pluvial. Conhecidas como salva-vidas, erva-de-vidro, erva-de-jaboti, jaboti-membeca ou carrapatinho, são usadas contra hipertensão, distúrbios estomacais e para facilitar a digestão (Haraguchi & Carvalho, 2010). São indicadas, ainda na medicina popular, para

diarreia (Lans, 2007) e, segundo Di Stasi & Hiruma-Lima (2002), são utilizadas na Mata Atlântica como sedativo e também contra gastrite e gripe. Geralmente cultivadas como plantas pendentes em vasos e canteiros, os ramos e folhas, quando esmagados ou mastigados, exalam odor semelhante ao da cânfora, dando sensação de frescor, própria desta substância (Projeto Flora SBS, 2019). O táxon ainda não foi avaliado quanto ao seu estado de ameaça.

***Peperomia serpens* (Sw.) Loudon,**

Hort. Brit. [London] 1: 13.1830

Ervas epífita, estoloníferas pilosas e cobertas por pontuações marrons, ramos prostrados e suculentos, levemente tomentosos. Folhas alternas, carnosas, não peltadas; pecíolo com 0,5-2,5 cm, cilíndrico, tomentoso principalmente próximo às folhas, glândulas castanhas, verdes, às vezes com pontos vináceos, lâminas com 1,0-3,5 x 1,8-4,0 cm, suculentas, ovado-cordadas, levemente tomentosas, discolores, face adaxial nítida, tricomas esparsos, glândulas castanhas presentes, face abaxial, tricomas esparsos a glabrescentes, base obtusa, raro cordada, ápice obtuso, margem plana, ciliada principalmente em direção ao ápice e próximo à base, acródromas, nervuras conspícuas, impressa na face adaxial. Inflorescência em espigas, eretas, axilares ou oposta às folhas, de coloração creme na floração e verde a castanho na frutificação, pedúnculo com 1,0-3,0 cm, tomentoso, glabra, tricomas nas margens e na nervura central adaxial; raque com 5,8-9,5 cm, glabra, coberta por glândulas, foveolada; fóvea inconspícua; bractéolas, orbiculares, peltadas, glabras. Drupas cilíndricas a oblongas, glabras, castanhas, densamente dispostas na raque, ápice rostrado, ereto, pericarpo coberto por glândulas claras principalmente próximo ao ápice.

Material examinado: Água Fria, 10.VI.2005, fr., L.A. Pereira 1201 (HAMAB, RB); *idem*, L.A.Pereira 1202 (HAMAB, RB); *idem*, RDS Iratapuru, Braço do Amapá, 0° 34' 46" N, 52° 19' 08" W, 1.VIII.2005, fr., L.A. Pereira 1281 (HAMAB, RB); Oyapoc, Cachoeira Gumá, 27.VII.1927, fl., Luetzeburg 21213 (R).



Material examinado complementar: Pará: Benevides, Reserva da Pirelli, rio Uriboca, 23.VII.1997, fl., fr., S.V. Costa Neto *et al.* 53 (MG).

Distribuição geográfica: Bolívia, Caribe, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guiana Francesa, Honduras, Nicarágua, Panamá, Peru, Suriname, Estados Unidos e Venezuela (MOBOT, 2019). No território brasileiro, está presente no Acre, Amazonas, Amapá, Bahia, Mato Grosso, Pará, Rio de Janeiro, Roraima e São Paulo (JBRJ, 2019).

Comentários: do latim *serpens*, *serpentis*, que significa rastejante, rasteira, comumente encontrada no tipo de vegetação de floresta ombrófila (Carvalho-Silva, 2008). Pode ser confundida com *P. urocarpa* Fish. & C.A. Mey, mas *P. serpens* é menor em estatura (Carvalho-Silva, 2008). Cresce de maneira selvagem e em diferentes árvores da floresta amazônica, conhecida por carrapatinho ou carapitinha (Da Silva *et al.*, 2006), sendo encontrada em campo associada a líquens. As folhas são aromáticas e o caule é utilizado topicamente para alívio de irritações (Schultes & Raffauf, 1990). Na medicina popular, são indicadas na forma de decoctos como antigripais, antiasmáticos, analgésicos e juntamente com o mel como antitussígeno, além de ser também indicadas, conforme Pereira *et al.* (2007), no combate ao diabetes, inflamações, dores, entre outras doenças. A seiva extraída das folhas pulverizadas é usada também para otalgia (Grenand *et al.*, 1987) e, de acordo com Kitamura *et al.* (2019), o extrato diluído em CH₂Cl₂ apresenta elevado potencial fungitóxico.

Esta planta tem ocorrência também nos municípios de Oiapoque e Pedra Branca do Amapari. Na categoria de risco de extinção, é definida como LC. No momento, não se qualifica como ameaçada, por ser espécie abundante e amplamente distribuída (CNCFlora, 2019). O táxon ainda não foi avaliado pela IUCN (2016), em sua lista vermelha.

CONCLUSÃO

A microbacia do rio Água Fria é uma região para a qual há poucas informações taxonômicas a respeito do grupo abordado no presente artigo. As espécies aqui registradas

possuem amplo padrão de distribuição no país, a exemplo de *P. pellucida*, que ocorre em todo o território brasileiro. *P. serpens* e *P. pilicaulis* são táxons que estão bem representados na região Norte do Brasil. *P. rotundifolia* é citada aqui pela primeira vez para o estado do Amapá.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Amapá (UEAP) e ao Laboratório de Botânica e Ecologia (LABOECO) da Universidade do Estado do Amapá, pelo apoio técnico. Aos curadores do Herbário Amapaense (HAMAB) do Instituto de Pesquisas Científica e Tecnológica do Estado do Amapá (IEPA), pela consulta aos materiais examinados neste artigo.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., J. L. STAPE, P. C. SENTELHAS, J. L. M. GONÇALVES & G. SPAROVEK, 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(6): 711-728.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG IV), 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181(1): 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- ARIAS, T., R. C. POSADA & A. BORNSTEIN, 2006. New combinations in *Manekia*, an earlier name for *Sarcorhachis* (Piperaceae). *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* 16(2): 205-208. DOI: [https://doi.org/10.3417/1055-3177\(2006\)16\[205:NC:IMAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3417/1055-3177(2006)16[205:NC:IMAE]2.0.CO;2)
- ARRIGONI-BLANK, M. D. F., E. G. DMITRIEVA, E. M. FRANZOTTI, A. R. ANTONIOLLI, M. R. ANDRADE & M. MARCHIORO, 2004. Anti-inflammatory and analgesic activity of *Peperomia pellucida* (L.) HBK (Piperaceae). *Journal of Ethnopharmacology* 91(2-3): 215-218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2003.12.030>
- CALLEJAS-POSADA, R., 2008. Piperaceae. In: D. C. DALY & M. SILVEIRA (Ed.): *Flora do Acre, Brasil*: 296-305. EDUFAC, Rio Branco.
- CARVALHO-SILVA, M., 2008. *Peperomia* Ruiz & Pav. no Brasil: morfologia e taxonomia do subgênero *Rhynchophorum* (Miq.) Dahlst. Tese (Doutorado em Botânica) – Jardim Botânico do Rio de Janeiro/ Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro.
- CARVALHO-SILVA, M., E. F. GUIMARÃES & E. V. S. MEDEIROS, 2013. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Piperaceae. *Boletim de Botânica* 31(1): 27-40. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v31i1p27-40>

- CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA (CNCFLORA), 2019. Instituto Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/>. Acesso em: 30 março 2019.
- DA SILVA, A. C. M., E. H. ANDRADE & L. M. M. CARREIRA, 2006. Essential oil composition of *Peperomia serpens* (Sw.) Loud. **Journal of Essential Oil Research** 18(3): 269-271. DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.9699084>
- DI STASI, L. C. & C. A. HIRUMA-LIMA, 2002. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**: 2. ed. Editora Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 1999. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: EMBRAPA Produção de Informação/EMBRAPA Solos, Brasília/Rio de Janeiro.
- FLORA OF AUSTRALIA ONLINE, 2018. **Nov. Gen. Sp. 1: 64 (1816)**. *Peperomia*. Disponível em: <https://www.environment.gov.au/science/abrs/online-resources/flora-of-australia-online/published>. Acesso em: 12 setembro 2018.
- FRENZKE, L., E. SCHEIRIS, G. PINO, L. SYMMANK, P. GOETGHEBEUR, C. NEINHUIS, S. WANKE & M. S. SAMAIN, 2015. A revised infrageneric classification of the genus *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae). **Taxon** 64(3): 424-444.
- GONÇALVES, E. D. & H. LORENZI, 2007. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.
- GONÇALVES, P. C. S., 2009. **Diagnóstico geoambiental do município de Pedra Branca do Amapari, Amapá**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá, Macapá.
- GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ (GEA), 2009. **Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento e Queimadas do Estado do Amapá (PPCDAP)**. Secretaria Especial de Desenvolvimento Econômico/Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Macapá.
- GRENAND, P., C. MORETTI & H. JACQUEMIN, 1987. **Pharmacopées traditionnelles em Guyane: Créoles, Palikur, Wayapi**. Editions de l'ORSTOM, Paris.
- GUIMARÃES, E. F. & L. S. C. GIORDANO, 2004. Piperaceae do Nordeste brasileiro I: estado do Ceará. **Rodriguésia** 55(84): 21-46.
- GUIMARÃES, E. F. & D. MONTEIRO, 2006. Piperaceae da Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 57(3): 567-587. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200657312>
- GUIMARÃES, E. F. & M. CARVALHO-SILVA, 2012. Piperaceae. In: M. G. L. WANDERLEY, S. E. MARTINS, R. P. ROMANINI, T. S. MELHEM, G. J. SHEPHERD, A. M. GIULIETTI, J. R. PIRANI, M. KIRIZAWA, M. M. R. F. MELO, I. CORDEIRO & L. S. KINOSHITA (Eds.): **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo**: v. 7: 263-320. Instituto de Botânica, São Paulo.
- GUIMARÃES, E. F., M. CARVALHO-SILVA, D. MONTEIRO & E. S. MEDEIROS, 2019. Piperaceae Giseke. In: R. C. FORZZA, M. CARVALHO-SILVA, D. MONTEIRO, E. S. MEDEIROS & G. A. QUEIROZ (Org.). **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB190>. Acesso em: 26 março 2019.
- HARAGUCHI, L. M. M. & O. B. CARVALHO, 2010. **Plantas medicinais: do curso de plantas medicinais**. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, São Paulo.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE), 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap.html>. Acesso em: 13 fevereiro 2019.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio), 2009. **Plano de Manejo do Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque**. MMA/ICMBio, Macapá. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/parna_montanhas-do-tumucumaque.pdf. Acesso em: 10 junho 2019.
- INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ (IEPA), 1998. **Zoneamento Ecológico Econômico**. Relatório Técnico. IEPA, Macapá.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN), 2016. **Red List of Threatened Species**. Version 2016.3. IUCN. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 8 março 2019.
- JARAMILLO, M. A., P. S. MANOS & E. A. ZIMMER, 2004. Phylogenetic relationships of the perianthless Piperales: reconstructing the evolution of floral development. **International Journal of Plant Sciences** 165(3): 403-416. DOI: <https://doi.org/10.1086/382803>
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (JBRJ), 2019. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do#CondicaoTaxnCP>. Acesso em: 25 março 2019.
- JESUS, E. S., P. H. L. GONÇALVES & M. C. F. A. OLIVEIRA, 2000. Variabilidade dos elementos meteorológicos associados ao fenômeno El Niño na cidade de Macapá-AP. **Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia** 10: 1009-1013.
- JUDD, W. S., C. S. CAMPBELL, E. A. KELLOGG, P. F. STEVENS & M. J. DONOGHUE, 2009. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. Artmed, Porto Alegre.

- KITAMURA, R. O. S., P. ROMOFT, M. C. M. YOUNG, M. J. KATO & J. H. G. LAGO, 2019. **Cremenos compotencial fungitóxico de *Peperomia serpens***. 28º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cdrom/29ra/resumos/T0963-2.pdf>. Acesso em: 15 fevereiro 2019.
- LANS, C., 2007. Comparison of plants used for skin and stomach problems in Trinidad and Tobago with Asian ethnomedicine. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine** 3(3): 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-3-3>
- LIMA, R. A., A. C. V. BARROS, K. P. C. ALMEIDA & T. M. A. PANTOJA, 2018. Prospecção fitoquímica do extrato vegetal de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) e seu potencial antimicrobiano. **C&D-Revista Eletrônica da FAINOR** 11(2): 316-334.
- LORENZI, H. & H. M. SOUZA, 2008. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras: 4. ed.: 1-1130. Editora Plantarum, Nova Odessa.
- MEDEIROS, E. S., 2006. **Flora do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil - Família Piperaceae**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro.
- MELO, A., E. F. GUIMARÃES & M. ALVES, 2016. Synopsis of the genus *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae) in Roraima State, Brazil. **Hoehnea** 43(1): 119-134. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-75/2015>
- MELO, A. & M. ALVES, 2019. Novos registros de espécies de *Piper* L. (Piperaceae) em estados da Amazônia brasileira. **Biota Amazônia** 9(1): 26-30.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN (MOBOT), (2019). **Tropicos.org**. Disponível em: <http://www.tropicos.org/>. Acesso em: 30 janeiro 2019.
- MONTEIRO, D. & E. F. GUIMARÃES, 2008. Flora do Parque Nacional do Itatiaia - Brasil: *Peperomia* (Piperaceae). **Rodriguésia** 59 (1): 161-195. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860200859111>
- MONTEIRO, D., 2018. Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Piperaceae. **Rodriguésia** 69(3): 1285-1309. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869329>
- NEE, M., 2004. Piperaceae. In: N. SMITH, S. A. MORI, A. HENDERSON, D. W. STEVENSON & S. HEALD (Ed.): **Flowering plants of the neotropic's**: 296-297. Princeton University Press, Princeton.
- PECKOLT, T. & G. PECKOLT, 1888. **História das plantas medicinais e úteis do Brasil**. Laemmert, Rio de Janeiro.
- PEREIRA, L. A., R. B. L. SILVA, E. F. GUIMARÃES, M. Z. ALMEIDA, E. D. C. Q. MONTEIRO & F. A. P. SOBRINHO, 2007. Plantas medicinais de uma comunidade quilombola na Amazônia Oriental: aspectos utilitários de espécies das famílias Piperaceae e Solanaceae. **Cadernos de Agroecologia** 2(2): 2236-7934.
- PINHEIRO, B. G., 2011. **Composição química e efeitos antinociceptivo e antiinflamatório em roedores do óleo essencial de *Peperomia serpens* (Sw) Loud**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Pará, Belém.
- PINHEIRO, B. G., A. S. B. SILVA, G. E. P. SOUZA, J. G. FIGUEIREDO, F. Q. CUNHA, S. LAHLOU, J. K. R. SILVA, J. G. S. MAIA & P. J. C. SOUSA, 2011. Chemical composition, antinociceptive and anti-inflammatory effects in rodents of the essential oil of *Peperomia serpens* (Sw.) Loud. **Journal of Ethnopharmacology** 138(2): 479-485. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jep.2011.09.037>
- PIO CORRÊA, M., 1984. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. MINAGRI/IBDF, Rio de Janeiro.
- PLANTAMED, 2019. ***Peperomia pellucida* (L.) Kunth - erva-de-jaboti**. Disponível em: http://www.plantamed.com.br/plantaservas/especies/Peperomia_pellucida.htm. Acesso em: 11 abril 2019.
- PROJETO FLORA SBS, 2019. **Flora de São Bento do Sul - SC**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/florasbs/>. Acesso em: 15 abril 2019.
- QUEIROZ, G. A., A. A. M. BARROS & E. F. GUIMARÃES, 2014. *Peperomia* Ruiz & Pav. (Piperaceae) na Serra da Tiririca, Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Biológica Catarinense** 1(2): 5-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.21726/abc.v1i2.90>
- REFLORA, 2019. **Herbário virtual**. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso em: 10 abril 2019.
- REVEAL, J. L., 2012. An outline of a classification scheme for extant flowering plants. **Phytoneuron** 37: 1-221.
- RIBEIRO, J. E. L. S., M. J. G. HOPKINS, A. VICENTINI, C. A. SOTHERS, M. A. S. COSTA, J. M. BRITO, M. A. D. SOUZA, L. H. P. MARTINS, L. G. LOHMANN, P. A. C. L. ASSUNÇÃO, E. C. PEREIRA, C. F. SILVA, M. R. MESQUITA & L. C. PROCÓPIO, 1999 (Ed.). **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA, Manaus.
- RIZZINI, C. T., 1978. **Latim para biólogos**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- ROÍG, Y. & J. T. MESA, 1945. **Plantas medicinais, aromáticas o venenosas de Cuba**. Ministério de Agricultura, Habana.
- SCHULTES, R. E. & R. F. RAFFAUF, 1990. **The healing forest: medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia**. Dioscorides Press, Wilshire.
- SILVA, A. V. M., 2013. **Estudos de Piperaceae em Roraima, Amazônia brasileira**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

- SILVA TEIXEIRA, Z., M. S. B. ALMEIDA, M. E. C. RASSY & E. T. ALVES, 1991. **Plantas medicinais mais conhecidas na comunidade previdenciária e a realidade quanto ao seu uso**. Medicinas tradicionais e medicina ocidental na Amazônia. Fundação Educacional do Estado do Pará, Belém.
- SOUZA, V. C., T. B. FLORES & H. LORENZI, 2013. **Introdução à Botânica: morfologia**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.
- SPECIESLINK, 2019. **INCT - Herbário virtual da flora e dos fungos**. Disponível em: <http://inct.splink.org.br>. Acesso em: 5 setembro 2019.
- TEBBS, M. C., 1993. Piperaceae. In: K. KUBITZKI, J. G. ROHWER & V. BITTRICH (Eds.): **The families and genera of vascular plants**. II. Flowering plants. Dicotyledons Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid families: 516-520. Springer-Verlag, Berlin.
- THIERS, B., 2012. [continuously updated]. **Index Herbariorum**: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>. Acesso em: 22 fevereiro 2019.
- VAN DEN BERG, M. E., 1993. Piperaceae. In: M. E. VAN DEN BERG: **Plantas medicinais na Amazônia - contribuição ao seu conhecimento sistemático**: 55-66. PR/MCT/CNPq, Belém.
- VIEIRA, L. S., 1992. **Fototerapia da Amazônia**: manual de plantas medicinais (a farmácia de Deus): 2. ed. Agronômica Ceres, São Paulo.
- WANKE, S., M. S. SAMAIN, L. VANDERSCHAEVA, G. MATHIEU, P. GOETGHEBEUR & C. NEINHUIS, 2006. Phylogeny of the genus *Peperomia* (Piperaceae) inferred from the trnk/matk region (cpDNA). **Plant Biology** 8(1): 93-102. DOI: <http://doi.org/10.1055/s-2005-873060>
- YUNCKER, T. G., 1972. The Piperaceae of Brazil I: *Piper*. Group I, II, III, IV. **Hoehnea** 2: 19-366.
- YUNCKER, T. G., 1973. The Piperaceae of Brazil, II. *Piper*. Grupo V. *Ottonia*, *Pothomorphe*, *Sarcorhachis*. **Hoehnea** 3: 29-284.
- YUNCKER, T. G., 1974. The Piperaceae of Brazil II. *Peperomia*, taxa of uncertain status. **Hoehnea** 4: 71-413.
- ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO (ZEE), 2006. **Macrodiagnóstico do estado do Amapá, Macapá**: primeira aproximação do Zoneamento Ecológico-Econômico. IEPA/ZEE, Macapá.

Philodendron Schott (Araceae Juss.) no distrito do Carvão, Mazagão, Amapá, Brasil *Philodendron* Schott (Araceae Juss.) in the district of Carvão, Mazagão, Amapá, Brazil

Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues^I  | Alessandra dos Santos Facundes^I  | Luciano Araujo Pereira^{II} 

^IInstituto Federal do Amapá. Macapá, Amapá, Brasil

^{II}Universidade do Estado do Amapá. Macapá, Amapá, Brasil

Resumo: O presente artigo objetivou caracterizar e identificar as espécies de *Philodendron* Schott (Araceae) ocorrentes no distrito do Carvão, Mazagão, Amapá. São apresentadas descrições das espécies coletadas, seu tratamento taxonômico, ilustrações, comentários, bem como foi elaborada uma chave para identificar as espécies ocorrentes na área e os dados sobre a distribuição geográfica. Foram registradas cinco espécies na região, sendo elas: *Philodendron brevispathum* Schott, *P. linnaei* Kunth, *P. pedatum* (Hook.) Kunth, *P. pulchellum* Engl. e *P. acutatum* Schott. Os táxons coletados apresentam grande variedade morfológica e marcante heteroblastia.

Palavras-chave: Florística. Taxonomia. Angiospermas. Amazônia.

Abstract: The present work aims to characterize and identify the species of the genus *Philodendron* Schott (Araceae) in the district of Carvão, Mazagão, Amapá, Brazil. Descriptions of the collected species, their taxonomic treatment, illustrations, comments, elaboration of a key to identify the species occurring in the area and data on the geographic distribution are presented. Five species were recorded in the region: *Philodendron brevispathum* Schott, *P. linnaei* Kunth, *P. pedatum* (Hook.) Kunth, *P. pulchellum* Engl., and *P. acutatum* Schott. The collected *taxa* present great morphological variety and marked heteroblasty.

Keywords: Floristics. Taxonomy. Angiosperms. Amazonia.

RODRIGUES, P. F. A., A. S. FACUNDES & L. A. PEREIRA, 2020. *Philodendron* Schott (Araceae Juss.) no distrito do Carvão, Mazagão, Amapá, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 421-431. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.125>.
Autora para correspondência: Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues. Av. Alexandre Ferreira da Silva, 3015 – Jardim I. Macapá, AP, Brasil. CEP 68909-045 (pluciargds12@gmail.com).

Recebido em 24/04/2019

Aprovado em 28/11/2019

Responsabilidade editorial: Fernando da Silva Carvalho Filho



INTRODUÇÃO

A família Araceae está representada por 125 gêneros e, aproximadamente, 3.525 espécies (Coelho *et al.*, 2018), distribuídas pelas Américas, África Tropical Continental e do Sul, Eurásia Temperada, Arquipélago Malaio, Madagascar e Seychelles (Coelho *et al.*, 2013, 2014). Apresenta ampla distribuição no território brasileiro, com 36 gêneros e 477 espécies, sendo que várias espécies se encontram na lista de espécies em risco de extinção, a exemplo de *Heteropsis flexuosa* (Kunth) G. S. Bunting, classificada como 'vulnerável' (Coelho *et al.*, 2013, 2014; JBRJ, 2019a).

O segundo maior gênero da família Araceae é *Philodendron* Schott, com cerca de 499 espécies registradas, possivelmente com centro de origem na bacia amazônica (Mayo *et al.*, 1997; Calazans *et al.*, 2014). Pertence à subfamília Philodendroideae, tribo Philodendrea (Boyce & Croat, 2011). Encontra-se dividido em três subgêneros: *Meconostigma* (21 spp.), *Pteromischum* (78 spp.) e *Philodendron* (400 spp.), sendo este último subdividido em dez seções (Sakuragui *et al.*, 2005; Köster & Croat, 2011).

No Brasil, ocorrem 168 espécies do subgênero *Philodendron* (BFG, 2015). Além disso, de acordo com Species Link (2019), existem 58 espécies registradas de *Philodendron* para o estado do Amapá, não havendo estudos sistemáticos significativos sobre plantas desse gênero para a região, o que evidencia a importância da realização de trabalhos taxonômicos para conhecer a flora local, o equilíbrio ecológico e para a conservação da biodiversidade.

Os táxons do gênero em estudo apresentam raízes adventícias, que fixam a planta no substrato, o qual geralmente é uma árvore (forófito), sendo estas raízes chamadas de epífitas (Gonçalves & Lorenzi, 2011). Madison (1977), Coelho (2000) e Temponi *et al.* (2005) acrescem que o hemiepifitismo é um hábito de grande ocorrência nesse gênero, em que também uma espécie vive sobre outra planta viva, mas sempre mantendo conexão com o solo, por meio de raízes alimentadoras, e o mesmo pode ser verificado em *P. vargealtense* Sakur. As folhas podem ser elípticas sagitadas, margem

inteira ou lobada, com nervação peniparalelinérvea. As inflorescências apresentam pedúnculo relativamente curto, espádice monoico, flores femininas na porção basal e masculinas férteis na porção superior, muitas espécies deste gênero apresentam uma zona de flores masculinas estéreis, podendo ocorrer uma segunda zona estéril apical (Valadares & Sakuragui, 2016).

Dessa maneira, o presente estudo objetivou caracterizar e identificar as espécies do gênero *Philodendron* Schott (Araceae) ocorrentes no distrito do Carvão, Mazagão, Amapá. Ressalta-se, ainda, que estudar a taxonomia do gênero é essencial para conhecer esse grupo de plantas, cuja variedade morfológica é muito ampla, havendo poucos trabalhos publicados na Amazônia a respeito deste assunto, em especial tomando como base o estado do Amapá.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada entre abril de 2018 e março de 2019, no distrito do Carvão, Mazagão, Amapá, localizado entre as coordenadas geográficas 0° 06' 58", de latitude sul, e 51° 17' 10", de longitude oeste, com área de 13.294,778 km² (IBGE, 2016) (Figura 1).

A região apresenta clima equatorial úmido do tipo Am, alternando-se entre os períodos de chuva e de seca (Köppen & Geiger, 1928), e a média anual da temperatura é de cerca de 27,3 °C (INCRA & IEPA, 2008). O solo é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, desenvolvido em relevo plano a forte ondulado. Nas áreas de transição da floresta de terra firme, encontra-se argissolos associados a relevo ondulado a forte ondulado de topo aplanado (INCRA & IEPA, 2008).

Nesta área, há grande quantidade de terra firme associada a áreas alagadiças, com presença de diversos rios e igarapés (e.g. rios Preto, Vila Nova e Mazagão, igarapés Ajudante, Poção, Grande, André, Samauma, entre outros). No período de seca, o sistema se reduz à exposição direta

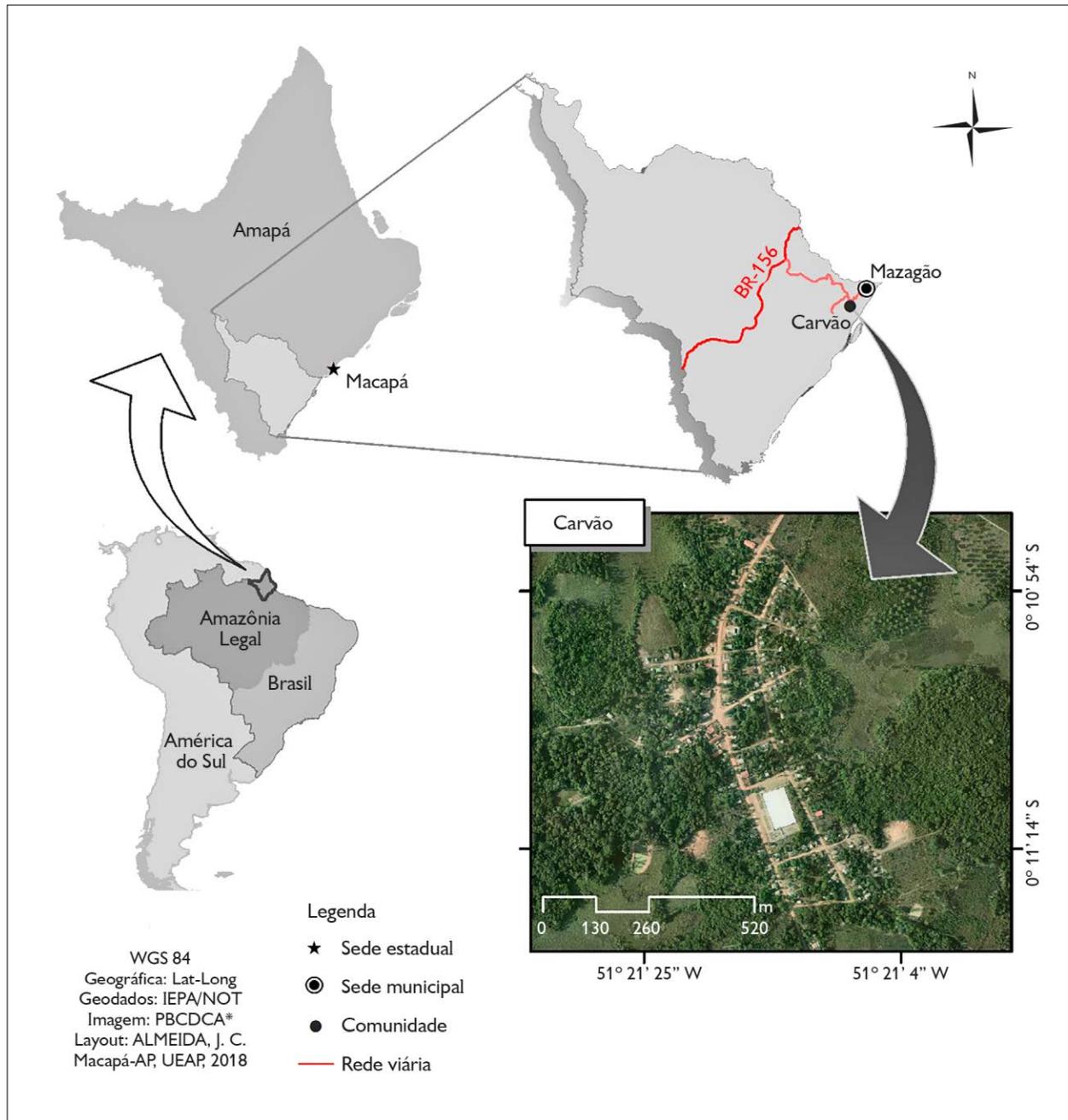


Figura 1. Localização do distrito do Carvão, Mazagão, Amapá. Mapa: J. C. Almeida (2018).

do solo em sua maior extensão; a água livre circulante fica restrita aos lagos permanentes e a pequenos canais que continuam sendo alimentados pelos lençóis freáticos superficiais (Rabelo, 2015). Registra-se também presença

de uma cobertura vegetal constituída por formas florestadas e não florestadas ou campestres, que incluem as savanas e os campos inundáveis ou de várzeas nas áreas deprimidas da planície aluvial (IEPA, 2008).

COLETA DE DADOS

A coleta do material botânico foi realizada ao longo de trilhas e durante caminhadas ao acaso (Filgueiras *et al.*, 1994). Foram realizados 15 minutos de varredura em cada entrada de coleta na mata. Após o término do tempo estipulado, os coletores retornavam para trilha principal, onde o processo se repetia. Representantes férteis foram coletados seguindo as técnicas habituais utilizadas por Fidalgo & Bononni (1984), os quais foram depositados no Herbário Amapaense (HAMAB), do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA), e no Herbário Didático do Laboratório de Botânica e Ecologia (LABOECO), da Universidade do Estado do Amapá (UEAP).

ANÁLISES DE DADOS

A descrição e a identificação dos *taxa* de *Philodendron* foram baseadas nos trabalhos de Mayo (1989), Croat (1997), Grayum (1997), Temponi *et al.* (2005), nas exsicatas tombadas no HAMAB, no material disponível nos herbários virtuais The Plant List (2018), MOBOT (2018) e JBRJ (2019a, 2019b), e nas plataformas dos herbários da Embrapa Amazônia Oriental (IAN), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG), do Museu Nacional/ Universidade Federal do Rio de Janeiro (R), do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), entre outros (siglas conforme Thiers, 2012).

A nomenclatura foi conferida em JBRJ (2019a) e The Plant List (2018). A padronização dos termos morfológicos utilizados na construção da chave de identificação seguiu as literaturas de Ribeiro *et al.* (1999),

Gonçalves & Lorenzi (2011), Souza *et al.* (2013), entre outras. A distribuição geográfica foi efetuada por meio de consulta às bases de dados dos herbários *online* MOBOT (2018) e JBRJ (2019a, 2019b).

A escolha do material complementar a ser examinado seguiu os seguintes critérios: material coletado em regiões próximas ao estado do Amapá, plantas férteis, bem como a qualidade da imagem das exsicatas disponíveis nos herbários virtuais. Utilizou-se o sinal de asterisco (*) para identificar o material complementar examinado visto nos herbários digitais. As abreviações usadas nas citações do material foram: s.d = sem data, fr. = material examinado com fruto e fl. = material examinado com flor.

Para conferir se os táxons estudados se encontram em ameaça de extinção, verificou-se a lista de Martinelli *et al.* (2018), a qual segue o quadro de categorias estabelecidas pelas normas da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) em vulnerável, extinta, ameaçadas, entre outras, bem como o banco de dados do Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados cinco táxons na região estudada, a saber: *Philodendron acutatum* Schott, *P. brevispathum* Schott, *P. linnaei* Kunth, *P. pedatum* (Hook.) Kunth. e *P. pulchellum* Engl. (Figura 2). Com base nas características taxonômicas, foi montada uma chave de identificação das espécies ocorrentes no distrito do Carvão, Mazagão, Amapá.

Chave para identificação das espécies de *Philodendron* ocorrentes na área de estudo

1. Caule com tricomas ramificados e presença de glândulas *P. brevispathum*
- 1'. Caule sem tricomas e ausência de glândulas..... 2
2. Folha trífida a trissecta, com as divisões pinatilobadas *P. pedatum*
- 2'. Folha inteira 3



3. Lâmina foliar sagitada, margem sinuada; espádice séssil.....*P. acutatum*
3'. Lâmina foliar hastada e oblanceolada, margem inteira; espádice estipitado 4
4. Folha com nervuras laterais primárias 3-4 pares; inflorescência 1-3 por axila foliar*P. pulchellum*
4'. Folha sem diferenciação de nervuras laterais primárias; inflorescência solitária *P. linnaei*

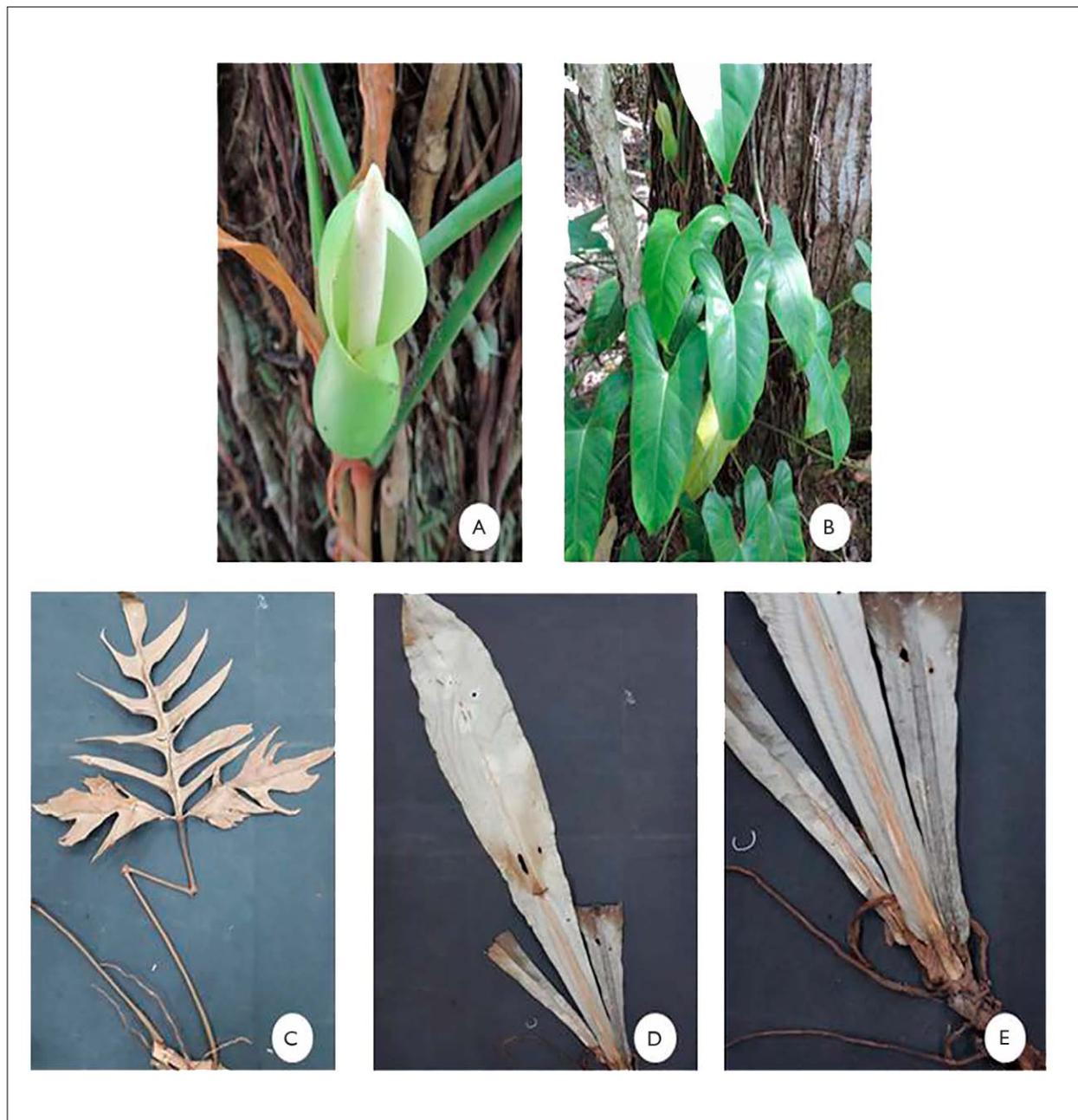


Figura 2. A-B) *P. brevispathum* Schott – detalhe da inflorescência (A); detalhe das folhas (B); C) folha de *P. pedatum* (Hock.) Kunth; D-E) *P. linnaei* Kunth – lâmina (D), filotaxia e vista de nervuras estriadas e delgadas (E). Fotos: acervo pessoal dos autores (2018).

Philodendron SCHOTT, WIENER Z.

KUNST 3: 780. 1829

Arosma Raf. Flora Telluriana 3: 66. 1836[1837].

Burseia T. Post & Kuntze. Lexicon Generum Phanerogamarum 62. 1903.

Elopium Schott. Oesterreichische Botanische Zeitschrift 15: 34. 1865.

Telipodus Raf. Flora Telluriana 3: 66. 1836[1837]

Thaumatophyllum Schott. Bonplandia 7: 31. 1859.

Erva terrestre, epífita ou hemiepífita; caule ereto, reptante, rizomatoso, escandente ou plantas rosuladas acaulescentes. Folha simples ou composta; pecíolo levemente sulcado, algumas vezes canaliculado ou alado; lâmina inteira, sectada, pinada ou raramente pedada; nervação fina peniparalelinérvea. Inflorescência 1-11 por simpódio floral; espata persistente, usualmente constricta, envolvendo a espádice após antese; espádice sésstil ou curto estipitado, parcialmente adnato a espata, heterogêneo. Flores unissexuais, aclamídeas; flor masculina com estames 2-6 livres; flor feminina com ovário (2-) 4-8 (-47)-lócular, óvulos 1-50 ou mais por lóculo, placentação axial, axial-basal, basal ou sub-basal. Fruto isolado, subcilíndrico a ovoide.

Philodendron acutatum SCHOTT

(SYN. AROID.) I 94, 1856

Philodendron cyclops A. D. Hawkes Bulletin of the Torrey Botanical Club 75: 637. 1948.

Philodendron wulfschlaegeli Schott Synopsis Aroidearum: complectens enumerationem systematicam generum et specierum hujus ordinis. I 94. 1856.

Hemiepífitas, cerca de 4,0 m de altura. Caule escandente, marrom-esverdeado, entrenó com 9,5-12 cm, glabro. Folha alterna, coloração verde; pecíolo com 19-36 cm de comprimento; lâmina com 19,5-43,7 x 8-22 cm, sagitada, ápice atenuado, base cordada, margem sinuada; venação cladódroma; lobo anterior com 3-5 nervuras

acrossópicas de cada lado; lobo inferior com 2 nervuras basioscópicas. Inflorescência 1-3 por simpódio floral; espata levemente constricta, verde-clara; espádice com ca. 10,4-11 x 1,2 cm, sésstil; zona estaminada ca. 6,5 x 1,1 cm; zona estaminodial ca. 0,7 x 1,2 cm; zona pistilada ca. 3,4 x 1,2 cm. Fruto em bagas obovoides.

Comentários: esta planta é nomeada popularmente como imbé e pode ser reconhecida facilmente pelas folhas sagitadas, sem heteroblastia foliar, com 3-5 pares de nervuras laterais primárias. As plantas de hábitos epífitos tiveram maior ocorrência em *habitats* úmidos e sombreados, o que é normal para essas espécies, por outro lado, *P. acutatum*, espécie com hábitos hemiepífitos, apresentou ocorrência tanto em áreas sombreadas quanto em áreas ensolaradas. Coletada sem flor em dezembro, no interior de mata úmida do tipo ombrófila densa, esta espécie, segundo Sakuragui (2001), apresenta fácil adaptação a áreas modificadas por ação antrópica. Estudos realizados por Maia (2006) relatam presença de pequenos besouros das famílias Staphylinidae e Nitidulidae (Coleoptera) em espécies de *P. acutatum*, onde os visitantes florais mantiveram-se abrigados nas câmaras florais mesmo após a antese, porém mostravam-se inadequados para carregar a mistura viscosa do pólen. O táxon ainda não foi avaliado para a lista vermelha da IUCN (2019) e do CNCFlora (2019).

Material examinado: Brasil, Amapá: Mazagão, Carvão, Vila do Carvão, latitude 00° 11' 35,702" S, longitude 51° 20' 45,275" W, 01.XII.2018, P.F.A. Rodrigues *et al.* 070 (HAMAB).

Material complementar examinado: Brasil, Pará: Belém, Estação Rádio da Marinha em Belém, solo argiloso, mata secundária de terra firme, luminosidade média, frequência comum. Latitude 1° 14' 5" S, longitude 48° 15' 35" W, 12.VII.2001, fl., E. S. C. Gurgel SG-11-03100155 (IAN). Tocantins, Natividade, serra da Natividade, cerca de 1,5 km abaixo da antena (topo da serra) em direção à cidade. Coordenadas 11° 40' 48,0" S, 47° 42' 05,0" W, 17.XII.2000, fl., V. C. Souza 24105 (RB).

Distribuição geográfica: Brasil (Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rondônia, Roraima, Sergipe e Tocantins), Guiana, Guiana Francesa, Suriname e Venezuela.

Philodendron brevispathum SCHOTT (BONPLANDIA (HANNOVER) 7: 29. 1859)

Philodendron arcuatum K. Krause Das Pflanzenreich IV (Fam. 23 DB): 72. 1913.

Philodendron brevispathum subsp. *holmquistii* (G.S.Bunting) G.S.Bunting Phytologia 64(6): 466-467. 1988.

Philodendron holmquistii G.S.Bunting Acta Botanica Venezuelica 10: 297. 1975.

Epífita, caule ferrugíneo, tricomas ramificados, glândulas, entrenós alongados, 8,3-13,5 cm. Folhas opostas; pecíolo glabro, com fissuras, 30,5-38 cm de comprimento; lâmina com 22-23,7 x 11-12,5 cm, sagitada, ápice agudo, base hastada, glabra, coloração verde, margem inteira, venação eucamptódroma, nervuras secundárias 6-8 por lado, acroscópicas 2-3, basioscópicas 4-5 por lado. Inflorescência 1 por axila, ereta; pedúnculo com 4,5 cm de comprimento; espata, ovada com constrição mediana, com 8,1 cm; espádice com cor verde-clara, coloração alva, com 7-10 cm de comprimento, porção pistilada com 2-3 cm de comprimento; porção estaminada com 5-7 cm de comprimento; porção estéril com 5-10 mm de comprimento.

Comentários: ocorre geralmente em floresta ciliar ou galeria, floresta de igapó, floresta de várzea. Foi coletada no interior da mata, em áreas sombreadas e úmidas. Sem flores no período de setembro e com flores em novembro. No interior das câmaras florais, foram encontrados pequenos coleópteros nos estágios adulto e pupa. Estudos indicam que as grandes câmaras florais basais são adaptações morfológicas típicas de sistemas de polinização envolvendo algumas espécies de besouros

(Gibernau *et al.*, 1999, 2000, 2003; Bernhardt, 2000; García-Robledo *et al.*, 2004). O táxon ainda não foi avaliado para a lista vermelha da IUCN (2019) e do CNCFlores (2019).

Material examinado: Brasil, Amapá: Mazagão, comunidade Carvão, Escola Família Agroextrativista do Carvão, latitude 00° 11' 48,9" S, longitude 51° 21' 58,7 W, 20.IX.2018, P. F. A. Rodrigues *et al.* 063 (HAMAB). Latitude 00° 11' 48,9" S, longitude 51° 22' 02,6 W, 10.XI.2018, fl., P. F. A. Rodrigues *et al.* 074 (HAMAB).

Material complementar examinado: Brasil, Amazonas: ao longo do rio Negro, entre Manaus e São Gabriel, Igarapé Foibará na primeira cachoeira, latitude 00° 16' 12" S, longitude 66° 34' 48" W, 22.VII.1979, J. M. Poole 2122 (NY).

Distribuição geográfica: Bolívia, Brasil (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Tocantins), Colômbia, Costa Rica, Equador, Guiana Francesa, Nicarágua, Paraná, Suriname e Venezuela.

Philodendron linnaei KUNTH ENUM. PL.

3: 47, 1841

Philodendron decurrens K. Krause Das Pflanzenreich IV (Fam. 23 DB): 23, f. 7. 1913.

Philodendron nobile W. Bull. William Bull. London 15. 1885.

Philodendron notabile hort. ex W. Bull. The Gardeners' Chronicle & Agricultural Gazette 1: 414. 1893.

Epífita; caule flageliforme, ereto; pecíolo com 1,5-1,8 cm, com estrias, glabro, verde-claro. Folha verde-claro, bainha persistente; pecíolo com 1,5-1,8 cm, com estrias, glabro, verde, bainha persistente; lâmina com 62 x 10,5 cm, oblanceolada, base atenuada, ápice cuspidado, margem inteira; quando viva, apresenta nervuras inconspícuas; quando seca, fica evidente um grande número de nervuras estriadas e delgadas, sem diferenciação de nervuras laterais primárias. Inflorescência solitária; pedúnculo com 6-16 cm de comprimento; espata persistente, constricta na zona mediana, com 1,3 x 3,5 cm, coloração roxa próximo à base e verde-creme no ápice; espádice com 7 cm.



Comentários: a espécie é encontrada em campinarana, floresta de igapó, floresta de terra firme, floresta de várzea. A planta foi coletada sem fruto em setembro e dezembro; no interior da mata, a espécie é muito frequente na área, porém não foi encontrada com fruto no local de coleta. O táxon ainda não foi avaliado para a lista vermelha da IUCN (2019) e do CNCFlora (2019).

Material examinado: Brasil, Amapá: Mazagão, Carvão, latitude 00° 11' 38,7 S, longitude 51° 21' 56,3 W, 20.IX.2018, P. F. A. Rodrigues *et al.* 068 (HAMAB); serra do Navio, rio Amapari, latitude 00° 53' 52" S, longitude 52° 00' 52" W, s.d, fl., fr., G. S. Bunting 38053 (NY); Porto Grande: latitude 0° 32' N, longitude 51° 47' W, 21.XI.2000, fl., L. A. Pereira 73 (HAMAB).

Material complementar: Brasil, Pará, km 35 da estrada do Palhão, ramal para o igarapé do Pilão, latitude 00° 57' 19" S, longitude 46° 59' 40" W, 14.VIII.1969, fl., M. B. Silva 2258 (NY).

Distribuição geográfica: Bolívia, Brasil (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima), Equador, Guiana, Guiana Francesa, Suriname e Venezuela.

Philodendron pedatum (HOOK.) KUNTH,
ENUM. PL. 3: 49, 1841

Caladium pedatum Hook. Exotic Flora 3: t. 206. 1827.

Dracontium laciniatum Vell. Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro 5(1-4): 389. 1881.

Philodendron duisbergii Epling ex G.S. Bunting Bailey 14: 69, f. 21-24. 1966.

Philodendron laciniatum (Vell.) Engl. Flora Brasiliensis 3(2): 164. 1878.

Philodendron weddellianum Engl. Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 1: 485. 1881.

Epífita, caule glabro, levemente sulcado, entrenó com 5,4 cm. Folha de coloração verde, glabra, alterna;

pecíolo com coloração avermelhada próximo ao ápice, sulcado, escandente, com substância alva ao cortar, 38-41 cm de comprimento; lâmina glabra, coriácea, base lobada-sagitada, trífida, trisecta. Lóbulos partidos com divisões pinatilobadas; divisão anterior com 31 x 22,3 cm, pinatipartido, 4-5 lobos por lado, cada lobo com 2-3 nervuras secundárias; divisões posteriores lobadas, com 10,5 x 11 cm, 1 nervura secundária por lobo, 5-8 nervuras terciárias por lado. Inflorescência 1-4 por simpódio floral; pedúnculo com 13 cm de comprimento; espata persistente com 10,5 x 3,5 cm; espádice com 9 x 1,6 cm; zona estaminada com 7 x 1,6 cm; zona pistilada com 2 x 1,5 cm.

Comentários: ocorre em vegetação do tipo campinarana, floresta ciliar ou galeria, floresta de terra firme, floresta de várzea, floresta ombrófila e restinga. Foi coletada na beira da estrada em floresta de terra firme, sem fruto em dezembro, mês que marca o início do inverno amazônico. O táxon ainda não foi avaliado para a lista vermelha da IUCN (2019) e do CNCFlora (2019).

Material examinado: Brasil, Amapá: Mazagão, Carvão, vila do Carvão, latitude 00° 11' 25,700" S, longitude 51° 20' 53,380" W, 01.XII.2018, P.F.A. Rodrigues *et al.* 069 (HAMAB); Porto Grande, Capuxi, ramal do Vila Nova, fazenda Boa Esperança, 00° 32' 21" S, 51° 47' 08" W, VIII.2000, fl., E.G. Gonçalves 531 (UB); Calçoene, estrada para o garimpo do Lourenço, fazenda Alto Bonito, latitude 02° 19' 49" N, longitude 51° 36' 13" W, 22.VIII.2000, fl., E.G. Gonçalves 485 (UB); Pedra Branca do Amapari, latitude 00° 49' N, longitude 51° 59' W, 25.IV.2001, fl., L. A. Pereira 138 (HAMAB).

Material complementar examinado: Brasil, Bahia: Itacaré, litoral Sul, latitude 14° 06' 19" S, longitude 39° 25' 22" W, 28.X.2008, fl., C. H. A. Ramos 565 (ALCB).

Distribuição geográfica: Bolívia, Brasil (Amazonas, Acre, Alagoas, Amapá, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e Roraima), Equador, Guiana Francesa, Suriname e Venezuela.



Philodendron pulchellum ENGL. BOT. JAHRB.

SYST. 37: 132. 1905

Epífita; caule verde a marrom, brilhante, glabro, entrenó com 2,5 cm de comprimento. Folha com disposição alterna; pecíolo com 8-19,5 cm de comprimento, bainha conspícua quando jovem, glabra; lâmina com 12-22 x 4-5,5 cm, coloração verde, oblonga com base cordada quando nova e hastada com ápice acuminado quando adulta; grande número de nervuras estriadas e delgadas em ambos os lados, com distinção de nervuras secundárias, 3-4 nervuras acrocópicas por lado, 2-3 nervuras basioscópicas por lado. Inflorescência 1-3 por axila foliar; espata persistente, vermelha e branca, com 6-8 cm de comprimento, levemente constricta, oblonga, tubo; espádice estipitada, coloração branco-gelo.

Comentários: espécie nativa, com registro de ocorrência somente na região Norte do Brasil, encontrada em floresta densa de terra firme, igapó e várzea, sendo frequentemente liana/volúvel/trepadeira, apresentando baixo número de coleta. O táxon foi coletado em área de várzea, sem flor em dezembro, época de chuva na região em estudo, período indicado por outras coletas como época de floração. Os principais conflitos de identificação foram para a espécie *P. pulchellum*, pois apresenta forte heteroblastia, tendo folhas na fase adulta completamente diferentes em relação à fase jovem. O táxon ainda não foi avaliado para a lista vermelha da IUCN (2019) e do CNCFlora (2019).

Material examinado: Brasil, Amapá: Mazagão, comunidade Carvão, Escola Família Agroextrativista do Carvão, latitude 00° 11' 47,4" S, longitude 51° 21' 58,7" W, 14.XII.2018, P. F. A. Rodrigues *et al.* 079 (HAMAB). Ferreira Gomes, Floresta Nacional, 1° 6' 20" N, 51° 5' 27" W, 04.III.2005, fl., L. A. Pereira 930 (RB).

Material complementar examinado: Brasil, Amazonas: rio Juru, Juru Miri, VIII.1901, fl., E. Ule 5728 (MG); Amazonas: bairro Ponta Negra. Condomínio T. Loureiro, igarapé do Tarumã-Açu, latitude 03° 2' 39" S, longitude 60° 6' 20" W, 25.XI.1999, fl., A. A. Oliveira 3506 (UNIP).

Distribuição geográfica: Brasil (Amapá, Amazonas e Pará).

CONCLUSÃO

A espécie *Philodendron pulchellum* apresentou as maiores dificuldades para identificação, em razão de registrar forte heteroblastia, com folhas na fase adulta completamente diferentes quando comparadas à sua fase jovem. As plantas de hábitos epífitos tiveram maior ocorrência em *habitats* úmidos e sombreados, o que é comum para essas espécies; por outro lado, *Philodendron acutatum*, espécie com hábitos hemiepífitos, apresentou ocorrência tanto em áreas sombreadas quanto em espaços ensolarados. Salienta-se, ainda, que plantas epífitas, por viverem sobre outras árvores, absorvem partículas livres do ar, o que as torna ótimas bioindicadoras de condição ambiental, podendo ser uma importante ferramenta para o desenvolvimento de estudos sobre integridade ecológica. As espécies aqui encetadas apresentam importante relação ecológica com espécies de coleópteras, que, por sua vez, utilizam a inflorescência das plantas como abrigo e alimento. Por fim, devido aos táxons aqui estudados não terem sido avaliados pela IUCN e pelo CNCFlora, não foi possível determinar seu grau de risco na natureza.

REFERÊNCIAS

- BERNHARDT, P., 2000. Convergent evolution and adaptive radiation of beetle-pollinated angiosperms. **Plant Systematics and Evolution** 222: 293-320. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00984108>
- BOYCE, P. C. & T. B. CROAT, 2011. **The überlist of Araceae, totals for published and estimated number of species in Aroid genera.** Disponível em: www.aroid.org/genera/130307uberlist.pdf. Acesso em: 12 março 2019.
- CALAZANS, L. S. B., C. M. SAKURAGUI & S. J. MAYO, 2014. From open areastoforests? The evolutionary history of *Philodendron* subgenus *Meconostigma* (Araceae) using morphological data. **Flora** 209(2): 117-121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.12.004>
- CENTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA FLORA (CNCFlora), 2019. Disponível em: <http://www.cncflora.jbrj.gov.br/portal>. Acesso em: 12 março 2019.

- COELHO, M. A. N., 2000. *Philodendron* Schott (Araceae): morfologia e taxonomia das espécies da Reserva Ecológica de Macaé de Cima - Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 51(78-79): 21-68. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200051787902>
- COELHO, M. A. N., D. MAURENZA, T. S. A. PENEDO & M. F. FREITAS, 2013. Araceae. In: G. MARTINELLI & M. A. MORAES (Ed.): **Livro vermelho da flora do Brasil**: 177-181. Andrea Jakobsson/ Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- COELHO, M. A. N., S. MAYO, M. L. SOARES, L. G. TEMPONI, L. S. B. CALAZANS, E. G. GONÇALVES, I. M. ANDRADE, T. A. PONTES & C. M. SAKURAGUI, 2014. Araceae. In: INSTITUTO DE PESQUISA JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (Org.): **Lista de espécies da flora do Brasil**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB51>. Acesso em: 7 março 2019.
- COELHO, M. A. N., L. MORAES, F. WIMMER, V. MENEZES, T. AMORIM & L. NOVAES, 2018. Araceae In: G. MARTINELLI, E. MARTINS, M. MORAES, R. LOYOLA & R. AMARO (Org.): **Livro vermelho da flora endêmica do estado do Rio de Janeiro**: 137. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Andrea Jakobsson, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/livro-vermelho-endemicas-rj.pdf>. Acesso em: 07 março 2019.
- CROAT, T. B., 1997. A revision of *Philodendron* subgenus *Philodendron* (Araceae) for Mexico and Central America. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 84(3): 311-704. DOI: <https://doi.org/10.2307/2992022>
- FIDALGO, O. & V. L. R. BONONNI, 1984. **Técnica de coleta, preservação e herboração de material botânico**: v. 62. Instituto de Botânica, São Paulo.
- FILGUEIRAS, T. S., P. E. NOGUEIRA, A. L. BROCHADO & G. F. GUALA, 1994. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências** (12): 39-43.
- GARCÍA-ROBLEDO, C., G. KATTAN, C. MURCIA & P. QUINTERO-MARÍN, 2004. Beetle pollination and fruit predation of *Xanthosoma daguense* (Araceae) in an Andean cloud forest in Colombia. **Journal of Tropical Ecology** 20(2): 459-469. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467404001610>
- GIBERNAU, M., D. BARABÉ, P. CERDAN & A. DEJEAN, 1999. Beetle pollination of *Philodendron solimoesense* (Araceae) in French Guiana. **International Journal of Plant Science** 160(6): 1135-1143. DOI: <https://doi.org/10.1086/314195>
- GIBERNAU, M., D. BARABÉ & D. LABAT, 2000. Flowering and pollination of *Philodendron melinonii* (Araceae) in French Guiana. **Plant Biology** 2(3): 330-333. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-2000-3712>
- GIBERNAU, M., D. BARABÉ, D. LABAT, P. CERDAN & A. DEJEAN, 2003. Reproductive biology of *Montrichardia arborescens* (Araceae) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** 19(1): 103-107. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467403003134>
- GONÇALVES, E. D. & H. LORENZI, 2011. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.
- GRAYUM, M. H., 1997. Nomenclatural and taxonomic notes on Costa Rican Araceae. **Phytologia** 82(1): 30-57. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.part.22802>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2016. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/mazagao/panorama>. Acesso em: 12 março 2019.
- INSTITUTO DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA) & INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ (IEPA), 2008. **Projeto de recuperação do projeto de assentamento agroextrativista Maracá**. IEPA, Macapá.
- INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ (IEPA), 2008. **Macrodiagnóstico do estado do Amapá**: primeira aproximação do zoneamento ecológico econômico - ZEE. IEPA, Macapá. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/arquivopdf/macrodiagnostico.pdf>. Acesso em: 12 março 2019.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES (IUCN), 2019. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 5 fevereiro 2019.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (JBRJ), 2019a. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do>. Acesso em: 17 fevereiro 2019.
- JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO (JBRJ), 2019b. **Reflora - Herbário Virtual**. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso em: 12 março 2019.
- KÖPPEN, W. & R. GEIGER, 1928. **Klimate der Erde**. Verlag Justus Perthes, Gotha.
- KÖSTER, N. & T. B. CROAT, 2011. A new section and a new species of *Philodendron* (Araceae) from Ecuador. **Willdenowia** 41(1): 119-124. DOI: <https://doi.org/10.3372/wi.41.41115>
- MADISON, M. T., 1977. Araceae. In: F. COPE & D. PHILCOX (Ed.): **Flora of Trinidad & Tobago**: v. 3: 291-367. Ministry of Agriculture, Lands and Food Production, Trinidad.
- MAIA, D. C., 2006. **Coleópteros associados a flores e inflorescências de Annonaceae e Araceae na região da floresta Atlântica em Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- MARTINELLI, G., E. MARTINS, M. MORAES, R. LOYOLA & R. AMARO (Org.), 2018. **Livro vermelho da flora endêmica do estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Andrea Jakobsson, Rio de Janeiro.

- MAYO, S. J., 1989. Observations of gynoecial structure in *Philodendron* (Araceae). **Botanical Journal of the Linnean Society** 100(2): 139-172. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1989.tb01714.x>
- MAYO, S. J., J. BOGNER & P. C. BOYCE, 1997. **The genera of Araceae**. Royal Botanic Garden (Kew Bulletin, v. 53), Kew.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN (MOBOT), (2018). **Tropicos.org**. Disponível em: <http://www.tropicos.org/>. Acesso em: 17 janeiro 2019.
- RABELO, B. V. (Coord.), 2005. **Mazagão**: realidades que devem ser conhecidas. IEPA, Macapá.
- RIBEIRO, J. E. L. S., M. J. G. HOPKINS, A. VICENTINI, C. A. SOTHERS, M. A. S. COSTA, J. M. BRITO, M. A. D. SOUZA, L. H. P. MARTINS, L. G. LOHMANN, P. A. C. L. ASSUNÇÃO, E. C. PEREIRA, C. F. SILVA, M. R. MESQUITA & L. C. PROCÓPIO, 1999. **Flora da Reserva Ducke**: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. INPA, Manaus.
- SAKURAGUI, C. M., 2001. Biogeografia de *Philodendron* seção *Calostigma* (Schott) Pfeiffer (Araceae) no Brasil. **Acta Scientiarum** 23(2): 561-569.
- SAKURAGUI, C. M., S. J. MAYO & D. C. ZAPPI, 2005. Taxonomic revision of Brazilian species of *Philodendron* section *Macrobelyium*. **Kew Bulletin** 60(4): 465-513.
- SOUZA, V. C., T. B. FLORES & H. LORENZI, 2013. **Introdução à Botânica**: morfologia. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.
- SPECIES LINK, 2019. Disponível em: <http://www.splink.org.br/index?lang=pt>. Acesso em: 15 março 2019.
- TEMPONI, L. G., L. C. P. GARCIA, C. M. SAKURAGUI & R. M. CARVALHO-OKANO, 2005. Diversidade morfológica e formas de vida das Araceae no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais. **Rodriguésia** 56(88): 3-13. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-78602005568801>
- THE BRAZIL FLORA GROUP (BFG), 2015. Growing knowledge: an over view of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia** 66(4): 1085-1113. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>
- THE PLANT LIST, 2018. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso em: 16 fevereiro 2019.
- THIERS, B., 2012. [continuously updated]. **Index Herbariorum**: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>. Acesso em: 16 janeiro 2019.
- VALADARES, R. T. & C. M. SAKURAGUI, 2016. A família Araceae Juss. nas restingas do estado do Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)** 38(3): 187-255. Disponível em: http://boletim.sambio.org.br/pdf/38_3_02.pdf. Acesso em: 16 fevereiro 2019.

Síntese verde de nanopartículas de prata intermediada por fungo anamórfico e eficácia antibacteriana e antifúngica

Green synthesis of silver nanoparticles mediated by anamorphic fungi and antibacterial and antifungal efficacy

Dib Mady Diniz Gomes¹  | Nelson Durán^{II}  | Amedea Barozzi Seabra^{II}  | Larissa de Paiva Silva^I |
Fabiano Brito Prado^I  | Taciana de Amorim Silva^I  | Maria Francisca Simas Teixeira^I 

^IUniversidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil

^{II}Universidade Federal do ABC. Santo André, São Paulo, Brasil

Resumo: O objetivo deste estudo foi investigar o efeito do pH, da temperatura e da concentração de nitrato de prata (AgNO_3) na síntese de nanopartículas de prata (AgNPs) por *Aspergillus flavo-furcatis* e avaliar o respectivo potencial antimicrobiano. Um experimento fatorial 2^3 foi realizado para avaliar o efeito das condições físico-químicas na síntese de AgNPs. A caracterização das AgNPs foi realizada em espectroscopia UV-Vis e ICP-MS. A atividade antimicrobiana foi avaliada por difusão em ágar por poço e microdiluição em caldo. O pH e a concentração de AgNO_3 tiveram efeitos significativos na síntese de AgNPs nas condições experimentais. As AgNPs sintetizadas em pH 9,0 e concentração de AgNO_3 de 1,5 mM apresentaram maior eficácia contra *Staphylococcus aureus* (3,17 $\mu\text{g}/\text{mL}$), *Escherichia coli* (6,35 $\mu\text{g}/\text{mL}$) e *Candida albicans* (0,79 $\mu\text{g}/\text{mL}$). Os dados mostraram que a síntese de AgNPs por *A. flavo-furcatis* é influenciada pelo pH e pela concentração de AgNO_3 , indicando que as AgNPs sintetizadas possuem atividade antimicrobiana contra *S. aureus*, *E. coli* e *C. albicans*.

Palavras-chave: Amazônia. *Aspergillus*. Atividade antimicrobiana. Micossíntese.

Abstract: The aim of the present study was to investigate the effect of pH, temperature and silver nitrate (AgNO_3) concentration on the synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) by *Aspergillus flavo-furcatis* and to evaluate its antimicrobial activity. A full factorial experiment 2^3 was carried out in order to assess the effect of physicochemical conditions on AgNP synthesis. The characterization of AgNPs was done through UV-Vis and ICP-MS spectroscopy. The antimicrobial activity was assessed by agar well diffusion and broth microdilution. pH and AgNO_3 concentration had significant effects on the AgNP synthesis under experimental conditions. AgNPs synthesized at pH 9,0 and 1,5 mM AgNO_3 showed increased efficacy against *Staphylococcus aureus* (3,17 $\mu\text{g}/\text{mL}$), *Escherichia coli* (6,35 $\mu\text{g}/\text{mL}$) and *Candida albicans* (0,79 $\mu\text{g}/\text{mL}$). These data support that AgNP synthesis by *A. flavo-furcatis* is influenced by pH and by AgNO_3 concentration, suggesting that AgNPs have antimicrobial activity against *S. aureus*, *E. coli* e *C. albicans*.

Keywords: Amazon. *Aspergillus*. Antimicrobial activity. Mycosynthesis.

GOMES, D. M. D., N. DURÁN, A. B. SEABRA, L. P. SILVA, F. B. PRADO, T. A. SILVA & M. F. S. TEIXEIRA, 2020. Síntese verde de nanopartículas de prata intermediada por fungo anamórfico e eficácia antibacteriana e antifúngica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 433-443. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.332>.

Autor para correspondência: Dib Mady Diniz Gomes. Universidade Federal do Amazonas. Instituto de Ciências Biológicas. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200 – Coroado I. Manaus, AM, Brasil. CEP 69080-900 (dibmady@gmail.com).

Recebido em 29/02/2019

Aprovado em 19/06/2019

Responsabilidade editorial: Fernando da Silva Carvalho-Filho



INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a síntese ou a nanotecnologia verde, que associa procedimentos biológicos com físicos e químicos, tem sido explorada para obtenção de novos materiais antimicrobianos, como as nanopartículas de prata (AgNPs). Entre as rotas empregadas para síntese verde de AgNPs estão o uso de biomoléculas oriundas de plantas e microrganismos (Roy *et al.*, 2013; Syafiuddin *et al.*, 2017). Essa nanotecnologia de segunda geração está voltada para o desenvolvimento de processos limpos que utilizam produtos não tóxicos e ambientalmente benignos, condições que reduzem os possíveis riscos ao meio ambiente e à saúde humana (Malmann *et al.*, 2015; Abdelghany *et al.*, 2018).

Dados da literatura têm revelado a forte atividade de AgNPs contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, incluindo cepas multirresistentes. Além disso, também são consideradas como potenciais agentes antifúngicos biocompatíveis e econômicos. O efeito antimicrobiano de AgNPs e seus nanomateriais está em evidência, essencialmente devido à crescente resistência microbiana aos antibióticos, além da eficácia na profilaxia da colonização bacteriana de próteses e cateteres (Panáček *et al.*, 2009; Roy *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2017; Silva-Vinhote *et al.*, 2017).

Entre os microrganismos e outros recursos biológicos disponíveis, os fungos são mais adequados para síntese de AgNPs, visto que apresentam fácil manuseio e sintetizam grande quantidade de biocompostos, como proteínas que contribuem para alta produtividade e estabilidade das nanopartículas. Além disso, se comparados às plantas e a outros microrganismos, a biomassa resiste a ambientes severos. Conseqüentemente, são alternativas eficazes à síntese química, ganhando considerável popularidade para a síntese verde de AgNPs (Keat *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2017).

Diferentes fungos são citados na síntese de nanopartículas, como *Aspergillus niger* Tiegh 1867 (Chengzheng *et al.*, 2018), *Cladosporium sphaerospermum* Penzig 1882 (Abdel-Hafez *et al.*, 2016), *Fusarium oxysporum* Schlechtendal 1824 (Husseiny *et al.*, 2015), *Penicillium*

nalvogiense Laxa 1932 (Maliszewska *et al.*, 2014) e *Trichoderma harzianum* Rifai 1969 (Ahluwalia *et al.*, 2014).

Com base na ação das AgNPs e na eficiência dos fungos, esta pesquisa teve como objetivo investigar a influência de fatores físico-químicos na síntese de nanopartículas de prata, utilizando *Aspergillus flavo-furcatis* Batista & H. Maia 1955, uma linhagem do ecossistema amazônico, e a respectiva atividade antimicrobiana desses nanomateriais.

MATERIAL E MÉTODOS

MICRORGANISMO

Neste estudo, a espécie selecionada foi *Aspergillus flavo-furcatis* DPUA 1540, cedida pela Coleção de Culturas do Departamento de Parasitologia (DPUA), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Para obtenção de subcultivo da cultura preservada em óleo mineral, foram retirados fragmentos da colônia, os quais foram transferidos para caldo glicosado 2% (p/v), em tubos de ensaio. Os cultivos foram mantidos a 25 °C. Após sete dias desses cultivos, foram transferidos fragmentos para ágar Czapek-Dox + extrato de levedura 0,5% (p/v) (CYA) em tubos de ensaio.

AUTENTICAÇÃO DA ESPÉCIE COM BASE NAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Para autenticação, com base nas características morfológicas, *A. flavo-furcatis* foi cultivado em ágar Czapek-Dox (CZ), ágar Extrato de Malte (MEA) e ágar CYA (Raper & Fennel, 1977; Klich & Pitt, 1988), sendo mantido a 25 °C por sete dias.

PRODUÇÃO DA BIOMASSA

Cinco discos miceliais de um cultivo de *A. flavo-furcatis* mantido em CYA a 28 °C por sete dias foram inoculados para 250 mL de meio MGYP [extrato de malte 0,3 % (p/v), glicose 1% (p/v), extrato de levedura 0,3% (p/v) e peptona 0,5 % (p/v)], pH 7,0, em frascos de Erlenmeyer de 500 mL. A fermentação foi conduzida a 28 °C, a 180 rpm, por 96 horas. A biomassa recuperada foi lavada três vezes com água ultrapura, esterilizada (Milli-Q®) e pesada.

Aproximadamente 25 g da biomassa foram adicionados em frascos Erlenmeyer de 500 mL, contendo 250 mL de água deionizada ultrapura esterilizada, mantido a 25 °C, 180 rpm, por 72 h. O extrato aquoso foi recuperado por filtração em papel de filtro Whatman n° 01 e membrana nitrocelulósica com 0,22 µm (Silva *et al.*, 2017).

OTIMIZAÇÃO DA BIOSÍNTESE DE AGNPS

Um delineamento experimental do tipo fatorial completo 2³ com três pontos centrais foi elaborado no *software* estatístico Minitab®, versão 17.0, para avaliar o efeito do pH, da temperatura e da concentração de nitrato de prata (AgNO₃) na síntese de nanopartículas de prata por *A. flavo-furcatis* (Tabela 1). Para a síntese de AgNPs, foram transferidos 50 mL do extrato aquoso para frascos Erlenmeyer de 125 mL. Em seguida, foi adicionada solução de AgNO₃ 1 M, até atingir as concentrações de 0,5, 1,0 e 1,5 mM. O pH foi aferido para 5,0, 7,0 e 9,0 com NaOH ou HCl 1 M. Os ensaios foram mantidos a 180 rpm, por 96 horas, em ausência de luz, em diferentes temperaturas (Tabela 1) (Durán *et al.*, 2007; Manimozhi & Anitha, 2014).

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS NANOPARTÍCULAS DE PRATA

ESPECTROSCOPIA UV-VIS

Alíquotas de 1 mL dos ensaios foram diluídas em água deionizada (proporção 1:5, v/v) e analisadas em espectrofotômetro de duplo feixe (*Agilent Technologies*® *Cary 60*) na faixa de 200 a 800 nm, com resolução de 1 nm. Os ensaios que apresentaram picos de absorvância entre 400 a 530 nm foram considerados positivos para síntese de AgNPs (Abbasi *et al.*, 2016).

QUANTIFICAÇÃO DE PRATA TOTAL POR ICP-MS

A prata total foi quantificada em espectrofotômetro de massa por plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) (*Agilent Technologies*® 7900, Hachioji, Japan), utilizando 1 mL das amostras positivas para AgNPs, previamente digeridas a

Tabela 1. Níveis das variáveis utilizadas no experimento fatorial completo 2³ para avaliar a influência do pH, da temperatura e da concentração de AgNO₃ na síntese de nanopartículas por *Aspergillus flavo-furcatis* DPUA 1540.

Nível	pH	Temperatura (°C)	Concentração de AgNO ₃ (mM)
-1	5,0	25	0,5
0	7,0	30	1,0
+1	9,0	35	1,5

90 °C por quatro horas, em ácido nítrico 98 % (v/v) (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, USA) (Rolim *et al.*, 2019).

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

DIFUSÃO EM ÁGAR POR POÇO

A atividade antimicrobiana das nanopartículas de prata sintetizadas foi determinada pelo método de difusão em ágar por poço contra *Candida albicans* DPUA 1706, *Escherichia coli* CBAM 001 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Inóculos de culturas bacterianas (10⁸ UFC/mL) e de levedura (10⁶ UFC/mL) foram adicionados na superfície de ágar Mueller-Hinton (MHA) e Sabouraud (SAB), respectivamente. Em cada placa, foram transferidos 100 µL da solução de AgNPs sintetizadas para poços de 8 mm, feitos na superfície do ágar. Como controle positivo, foram utilizadas soluções de estreptomicina e itraconazol (50 µg/mL) para bactérias e leveduras, respectivamente. Os experimentos foram realizados em triplicata e mantidos a 37 °C por 24 h, sendo, então, verificada a formação de halos de inibição, expressos em milímetros (Silva *et al.*, 2017).

MICRODILUIÇÃO EM CALDO

As AgNPs com atividade antimicrobiana significativa em meio sólido foram selecionadas para a determinação da concentração inibitória mínima (CIM), pelo método de microdiluição em caldo. Em microplacas de 96 poços, as bactérias (5 x 10⁵ UFC/mL) e a levedura (2 x 10³ UFC/mL) foram expostas às nanopartículas diluídas [(1:2 até 1:1024, v/v)]. Como controle positivo, foram utilizadas

soluções de itraconazol e estreptomicina ($200 \mu\text{g/mL}$). Para o crescimento das bactérias e da levedura, as placas foram mantidas a 37°C , durante 24 h e 36 h, respectivamente. Após esse período, foram adicionados $10 \mu\text{L}$ de resazurina ($200 \mu\text{g/mL}$) em cada poço, mantidos a 37°C por duas horas para evidenciar o crescimento dos microrganismos. A alteração de cor do revelador para rosa ou azul indica o crescimento e a inibição do microrganismo, respectivamente. A CIM foi definida como a menor concentração em $\mu\text{g/mL}$ do agente onde foi observada a inibição do microrganismo. Os ensaios foram realizados em triplicata (Prado *et al.*, 2017).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram analisados através da análise de variância (ANOVA) ao nível de 95% de significância. A análise estatística e os gráficos foram realizados utilizando-se os programas computacionais Minitab, versão 17.0, e Origin, versão 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

AUTENTICAÇÃO DA ESPÉCIE COM BASE NAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Aspergillus flavo-furcatis DPUA 1540 apresentou as características morfológicas típicas do gênero e da espécie (Figura 1) sem alterações fisiológicas após preservação por dez anos em óleo mineral, característica que sugere se tratar de uma linhagem viável para ensaios biotecnológicos (Raper & Fennel, 1977).

OTIMIZAÇÃO DA SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA

A biossíntese de AgNPs por *A. flavo-furcatis* foi indicada pela mudança de coloração do extrato aquoso de incolor para tons de marrom e cinza (Figura 2), após adição de AgNO_3 . A Tabela 2 mostra os resultados dos 11 ensaios, entre os quais somente três foram positivos para mudança de coloração, característica que revela a redução total dos

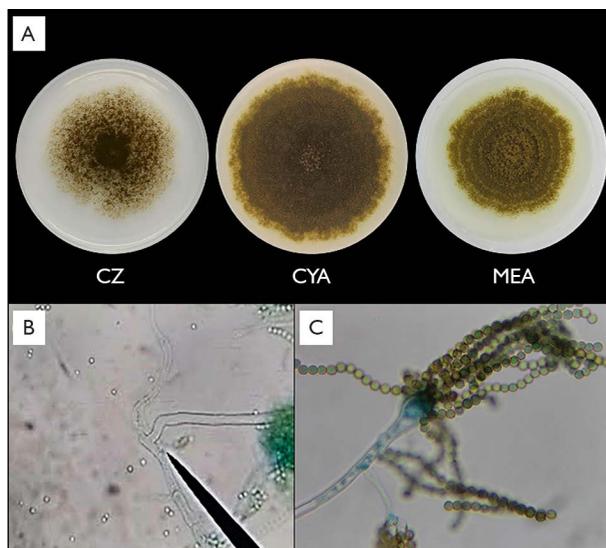


Figura 1. Autenticação das características morfológicas de *Aspergillus flavo-furcatis* DPUA 1540: A) características macroscópicas de cultivos ágar CZ, MEA e CYA mantidos a 28°C após sete dias; B) célula-pé; C) estrutura de reprodução assexuada (conidióforo com vesícula globosa e conídios). Créditos da imagem: D. M. D. Gomes (2019).

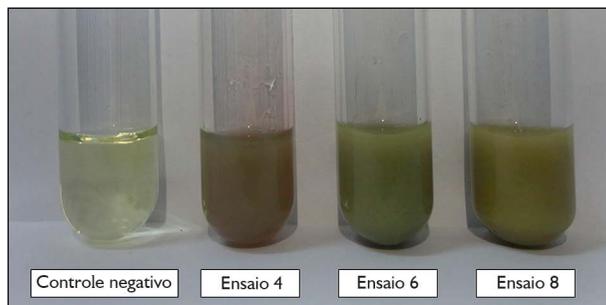


Figura 2. Mudança de coloração observada nos ensaios positivos para síntese biogênica de nanopartículas de prata por *Aspergillus flavo-furcatis* DPUA 1540. Créditos da imagem: D. M. D. Gomes (2019).

íons de prata a nanopartículas e a consequente formação de uma banda de ressonância de plasmon de superfície (RPS), resultante da interação dos elétrons da superfície da nanopartícula com a luz incidente (Wei *et al.*, 2015; Biswas & Mulaba-Bafubandi, 2016). Registros na literatura também demonstraram que a solução de AgNPs obtidas por intermédio de *Aspergillus* apresentam coloração variando de marrom-escuro a cinza (Phanjom & Ahmed, 2015; Wilson *et al.*, 2016).

Tabela 2. Influência do pH, da temperatura e da concentração de AgNO_3 na síntese de AgNPs intermediada por *A. flavo-furcatis*. Legendas: + = positivo; - = negativo.

Ensaio	pH	Temperatura (°C)	Concentração de AgNO_3 (mM)	Mudança de coloração
1	5,0	25	0,5	-
2	9,0	25	0,5	-
3	5,0	35	0,5	-
4	9,0	35	0,5	+
5	5,0	25	1,5	-
6	9,0	25	1,5	+
7	5,0	35	1,5	-
8	9,0	35	1,5	+
Ponto central	7,0	30	1,0	-
Ponto central	7,0	30	1,0	-
Ponto central	7,0	30	1,0	-

Na análise por espectroscopia UV-Vis, foram observados picos de absorvância referentes à banda de RPS das AgNPs, na faixa típica para nanopartículas de prata (400 a 530 nm) (Abbasi *et al.*, 2016). Estes dados confirmam a síntese de AgNPs nos mesmos ensaios onde foi observada a mudança de coloração (ensaios 4, 6 e 8), cujos picos de absorvância foram

de 455, 505 e 520 nm (Figura 3). Resultados semelhantes foram citados por Biswas & Mulaba-Bafubiandi (2016), em estudo realizado com *Aspergillus wentii* Wehmer 1896 que produziu AgNPs com picos máximos de absorvância a 455 nm. Contudo, registros na literatura mostram que a síntese de AgNPs intermediada por espécies de *Aspergillus*

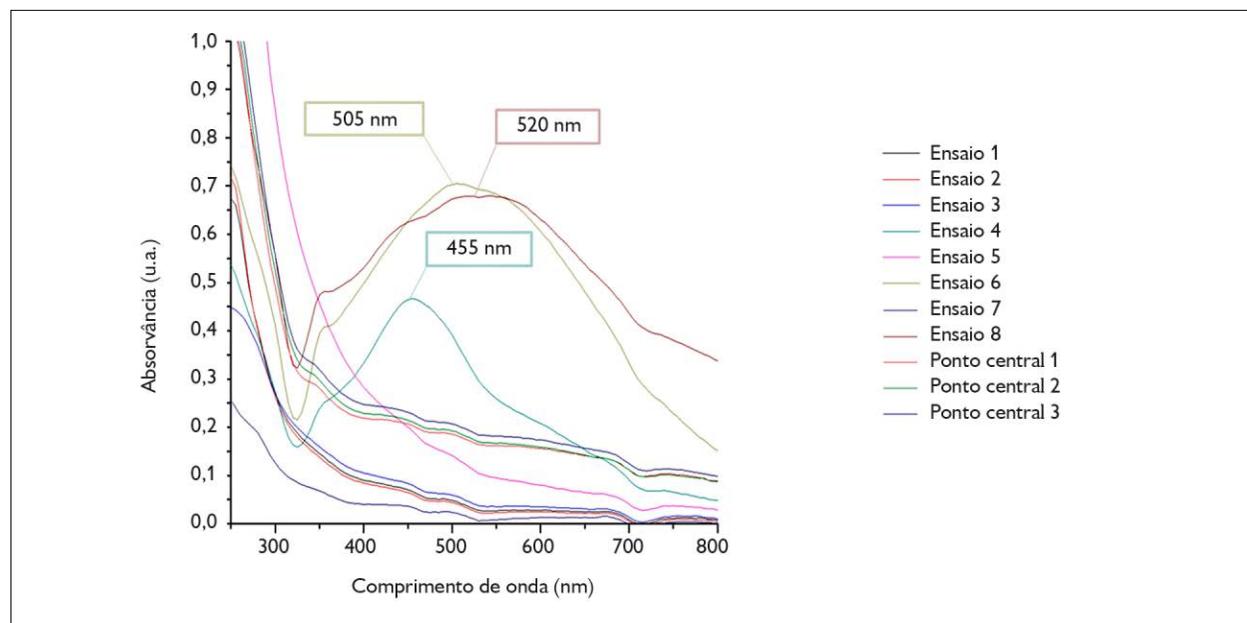


Figura 3. Absorção UV-Vis dos ensaios realizados para verificar o efeito do pH, da temperatura e da concentração de AgNO_3 na síntese de nanopartículas de prata intermediada por *Aspergillus flavo-furcatis* DPUA 1540. Créditos da imagem: D. M. D. Gomes (2019).

comumente apresentam absorvância máxima entre 410 a 446 nm (Wilson *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2017; Solanki *et al.*, 2017; Nanda *et al.*, 2018). Na investigação de Mlalila *et al.* (2016), foi observado que AgNPs de maior tamanho apresentam um deslocamento da banda de RPS para comprimentos de onda acima de 500 nm, indicando que as AgNPs sintetizadas por *A. flavo-furcatis* apresentam maior tamanho quando comparadas a outras espécies de *Aspergillus*.

O gráfico de Pareto (Figura 4A) mostra as variáveis avaliadas e as respectivas interações que influenciaram na síntese de AgNPs intermediada por *A. flavo-furcatis*. Somente o pH e a concentração de AgNO_3 apresentaram efeitos significativos, assim como as interações destas variáveis com a temperatura ($p < 0,05$). O gráfico de contorno mostra as condições ótimas para síntese de nanopartículas de prata por *A. flavo-furcatis* (Figura 4B).

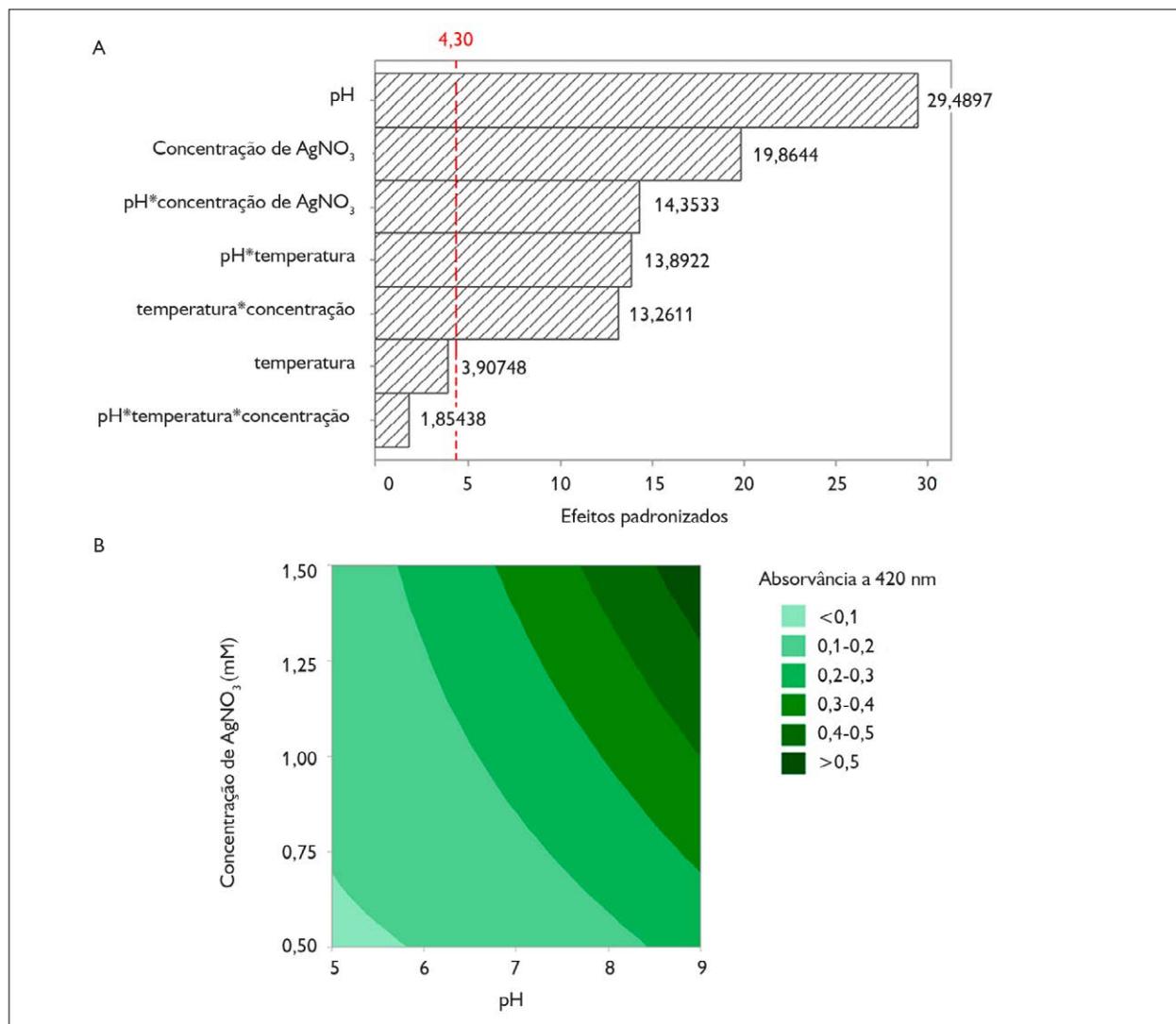


Figura 4. Análise de variância (ANOVA) do efeito do pH, da temperatura e da concentração de AgNO_3 sobre a síntese de nanopartículas de prata por *Aspergillus flavo-furcatis* DPUA 1540: A) gráfico de Pareto identificando os fatores e as interações significativos na síntese de AgNPs; B) gráfico de contorno mostrando as melhores condições de pH e a concentração de AgNO_3 ($p < 0,05$). Créditos da imagem: D. M. D. Gomes (2019).

Nas condições experimentais, a síntese máxima de AgNPs foi verificada em pH 9,0. Esses dados corroboram citações da literatura que mostram que o pH ótimo de síntese de AgNPs por outras espécies de *Aspergillus* está entre 9,0 e 10,0 (Manimozhi & Anitha, 2014; Roy & Das, 2014; Salem & Abdelkhalek, 2015; Al-Hamadani & Kareem, 2017). Em pH alcalino, há maior concentração de íons hidroxila (OH⁻) que agem como doadores de elétrons para enzima responsável pela síntese, agilizando o processo de redução de Ag⁺ a Ag⁰ (Phanjom & Ahmed, 2017). Entretanto, em faixas de pH acima de 10,0, ocorre a desnaturação das proteínas envolvidas no processo de redução da prata e consequente perda de atividade, resultando na formação de agregados e na sedimentação da prata (Edison & Sethuraman, 2012).

Além do pH, outra variável de influência significativa foi a concentração de AgNO₃, cuja condição ótima foi de 1,5 mM. Esses dados estão condizentes com registros na literatura para *Aspergillus*, onde a síntese de AgNPs é proporcional à concentração de AgNO₃, com faixa ótima entre 1,5 a 2,0 mM (El-Sayed & Ali, 2018; Omran *et al.*, 2018). Contudo,

em altas concentrações (acima de 2 mM), ocorre o esgotamento de sítios ativos das enzimas envolvidas, promovendo redução na taxa e na eficiência da síntese de AgNPs (Balakumaran *et al.*, 2016; Khan *et al.*, 2016).

A Tabela 3 mostra a quantidade total de prata (Ag⁰) nos ensaios positivos para síntese de AgNPs, quando examinados por ICP-MS. Todas as amostras apresentaram prata na sua composição, confirmando a redução da prata iônica (Ag⁺), oriundas do nitrato de prata, em AgNPs (Ag⁰) pelos biocompostos de *A. flavo-furcatis*. Os dados referentes à quantidade total de prata foram essenciais na determinação da concentração inibitória mínima (CIM).

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

As nanopartículas de prata obtidas por intermédio de *Aspergillus flavo-furcatis* apresentaram atividade antimicrobiana pelo método de difusão em ágar por poço contra *Candida albicans*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, com halos de inibição variando de 12,0 a 19,8 mm (Tabela 4). Esses resultados estão em concordância com registros na literatura. No estudo

Tabela 3. Concentração total de prata nas soluções coloidais de AgNPs obtidas em diferentes condições de síntese intermediada por *A. flavo-furcatis*.

Amostra	pH	Temperatura (°C)	Concentração de AgNO ₃ (mM)	Concentração total de prata (g.mL ⁻¹)
Ensaio 4	9,0	35	0,5	55,1051 ± 0,004
Ensaio 6	9,0	25	1,5	118,8430 ± 0,003
Ensaio 8	9,0	35	1,5	101,5378 ± 0,002

Tabela 4. Diâmetro médio (mm) dos halos de inibição microbiana por ação das nanopartículas de prata obtidas por intermédio de *A. flavo-furcatis* DPUA 1540. Ensaio 4: pH 9,0, [AgNO₃] de 0,5 mM, 35 °C; ensaio 6: pH 9,0, [AgNO₃] de 1,5 mM, 25 °C; ensaio 8: pH 9,0, [AgNO₃] de 1,5 mM, 35 °C.

Microrganismo	Diâmetro do halo de inibição (mm) Média ± desvio-padrão		
	Ensaio 4	Ensaio 6	Ensaio 8
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	19,8 ± 0,37	18,8 ± 0,69	18,5 ± 0,76
<i>Escherichia coli</i> CBAM 001	13,0 ± 0,58	12,7 ± 0,74	12,0 ± 0,81
<i>Candida albicans</i> DPUA 1706	19,0 ± 0,82	18,0 ± 1,15	18,5 ± 1,25



de Hassan *et al.* (2015), foi demonstrado que as AgNPs sintetizadas por *Aspergillus flavus* Link 1809 inibiram o crescimento de *C. albicans*, *E. coli* e *S. aureus*. Além disso, a investigação de Rani *et al.* (2017) também evidenciou que as AgNPs de *Aspergillus terreus* Thom 1918 inibiram *E. coli* e *S. aureus*.

A concentração inibitória mínima (CIM) é definida como a menor concentração do agente antimicrobiano que inibe o crescimento do microrganismo em condições padronizadas (Prado *et al.*, 2017). Os dados referentes à CIM das soluções coloidais de AgNPs se encontram na Tabela 5. A solução coloidal de AgNPs obtida nas condições do ensaio 8 (pH 9,0, concentração de AgNO₃ de 1,5 mM e 35 °C) apresentou a menor CIM para *C. albicans*, *E. coli* e *S. aureus*, com valores de 0,79, 6,35 e 3,17 µg/mL, respectivamente.

Os resultados da atividade antimicrobiana das AgNPs de *A. flavo-furcatis* estão em concordância com os dados de Balakumaran *et al.* (2016). Estes autores observaram que as AgNPs de *A. terreus* foram mais eficientes no controle de *S. aureus* e *C. albicans* (CIM de 3,125 µg/mL) do que para *E. coli* (CIM de 12,5 µg/mL). A atividade antimicrobiana de AgNPs é amplamente relatada e atribuída à interação desses nanomateriais com compostos da membrana de microrganismos, culminando em mudanças na permeabilidade e consequente lise celular (Radzig *et al.*, 2013; Agnihotri *et al.*, 2014; Rai *et al.*, 2014; Durán *et al.*, 2016). Contudo, esse mecanismo de ação é influenciado pela composição da membrana celular dos microrganismos (Panáček *et al.*,

2009; Ottoni *et al.*, 2017), propriedade que esclarece a ação diferenciada das AgNPs avaliadas neste estudo.

Em outra investigação feita por Phanjom & Ahmed (2017) avaliando também AgNPs de *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn 1884 sintetizadas em diferentes condições físico-químicas, foram observados efeitos antimicrobianos distintos, dados similares aos obtidos neste estudo com *A. flavo-furcatis*. As condições de síntese afetam diretamente a morfologia das nanopartículas e, conseqüentemente, a atividade antimicrobiana foi outro relato citado por esses autores.

CONCLUSÕES

Aspergillus flavo-furcatis DPUA 1540 é um viável e eficiente intermediador na síntese verde extracelular de nanopartículas de prata, processo que foi significativamente influenciado pelo pH do extrato micelial e pela concentração de nitrato de prata, assim como pela interação destes parâmetros com a temperatura. Além disso, foi evidenciada a ação antimicrobiana das nanopartículas de prata frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Candida albicans*, com CMI obtidas nas condições ótimas de síntese em escala laboratorial.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (PPGBiotec) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pelo apoio técnico, científico e financeiro.

Tabela 5. Valores de concentração inibitória mínima das AgNPs sintetizadas por extrato micelial aquoso de *A. flavo-furcatis* DPUA 1540 sobre diferentes microrganismos-teste.

Microrganismo	Concentração mínima inibitória (µg.mL ⁻¹)		
	Ensaio 4	Ensaio 6	Ensaio 8
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	6,89	3,71	3,17
<i>Escherichia coli</i> CBAM 001	13,78	7,43	6,35
<i>Candida albicans</i> DPUA 1706	1,72	0,93	0,79

REFERÊNCIAS

- ABBASI, E., M. MILANI, S. F. AVAL, M. KOUHI, A. AKBARZADEH, H. T. NASRABADI, P. NIKASA, S. W. JOO, Y. HANIFEHPOUR, K. NEJATI-KOSHKI & M. SAMIEL, 2016. Silver nanoparticles: synthesis methods, bio-applications and properties. **Critical Reviews in Microbiology** 42(2): 173-180. DOI: <https://doi.org/10.3109/1040841X.2014.912200>
- ABDELGHANY, T. M., A. M. H. AL-RAHJI, M. A. AL-ABBOUD, M. M. ALAWLAQI, A. G. MAGDAH, E. A. M. HELMY & A. S. MABROUK, 2018. Recent advances in green synthesis of silver nanoparticles and their applications: about future directions, a review. **BioNanoScience** 8(1): 5-16. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12668-017-0413-3>
- ABDEL-HAFEZ, S. I. I., N. A. NAFADY, I. R. ABDEL-RAHIM, A. M. SHALTOUT & M. A. MOHAMED, 2016. Biogenesis and optimization of silver nanoparticles by the endophytic fungus *Cladosporium sphaerospermum*. **International Journal of Nanomaterials and Chemistry** 2(1): 11-19. DOI: <http://doi.org/10.18576/ijnc/020103>
- AGNIHOTRI, S., S. MUKHERJI & S. MUKHERJI, 2014. Size-controlled silver nanoparticles synthesized over the range 5–100 nm using the same protocol and their antibacterial efficacy. **Royal Society of Chemistry Advances** 4(1): 3974-3983. DOI: <https://doi.org/10.1039/c3ra44507k>
- AHLUWALIA, V., J. KUMAR, R. SISODIA, N. A. SHAKIL & S. WALIA, 2014. Green synthesis of silver nanoparticles by *Trichoderma harzianum* and their bio-efficacy evaluation against *Staphylococcus aureus* and *Klebsiella pneumoniae*. **Industrial Crops and Products** 55(1): 202-206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.01.026>
- AL-HAMADANI, A. H. U. & A. A. KAREEM, 2017. Optimization of silver nanoparticle biosynthesis process using cell-free filtrate of *Aspergillus niger*. **Al-Qadisiyah Medical Journal** 13(23): 132. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1158-6>
- BALAKUMARAN, M. D., R. RAMACHADRAN, P. BALASHANMUGAM, D. J. MUKESHKUMAR & P. T. KALACHELVAN, 2016. Mycosynthesis of silver and gold nanoparticles: optimization, characterization and antimicrobial activity against human pathogens. **Microbiological Research** 182(1): 8-20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2015.09.009>
- BISWAS, S. & A. F. MULABA-BAFUBIANDI, 2016. Optimization of process variables for the biosynthesis of silver nanoparticles by *Aspergillus wentii* using statistical experimental design. **Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology** 7(4): 045005. DOI: <https://doi.org/10.1088/2043-6262/7/4/045005>
- CHENGZHENG, W., W. JIAZHI, C. SHUANGJIANG, M. K. SWAMY, U. R. SINNIAH, S. MOHD & A. UMAR, 2018. Biogenic synthesis, and characterization and evaluation of silver nanoparticles from *Aspergillus niger* JX556221 against human colon cancer cell line HT-29. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology** 18(5): 3673-3681. DOI: <https://doi.org/10.1166/jnn.2018.15364>
- DURÁN, N., P. D. MARCATO, G. I. H. DE SOUZA, O. L. ALVES & E. ESPOLITO, 2007. Antibacterial effect of silver nanoparticles produced by fungal process on textile fabrics and their effluent treatment. **Journal of Biomedical Nanotechnology** 3(2): 203-208. DOI: <https://doi.org/10.1166/jbn.2007.022>
- DURÁN, N., M. DURÁN, M. B. JESUS, A. B. SEABRA, W. J. FÁVARO & G. NAKAZATO, 2016. Silver nanoparticles: a new view on mechanistic aspects on antimicrobial activity. **Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine** 12(3): 789-799. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nano.2015.11.016>
- EDISON, T. J. I. & M. G. SETHURAMAN, 2012. Instant green synthesis of silver nanoparticles using *Terminalia chebula* fruit extract and evaluation of their catalytic activity on reduction of methylene blue. **Process Biochemistry** 47(9): 1351-1357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2012.04.025>
- EL-SAYED, A. S. A. & D. ALI, 2018. Biosynthesis and comparative bactericidal activity of silver nanoparticles synthesized by *Aspergillus flavus* and *Penicillium crustosum* against the multidrug-resistant bacteria. **Journal of Microbiology and Biotechnology** 28(1).
- HASSAN, M. H. A., A. M. MOHARRAM, M. A. ISMAIL & A. M. SHOREIT, 2015. Biogenic silver nanoparticles of resistant *Aspergillus flavus* AUMC 9834 against some pathogenic microorganisms and its synergistic effect with the antifungal fluconazole. **Journal of Basic and Applied Mycology** 6(1): 1-7.
- HUSSEINY, S. M., T. A. SALAH & H. A. ANTER, 2015. Biosynthesis of size controlled silver nanoparticles by *Fusarium oxysporum*, their antibacterial and antitumor activities. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences** 4(3): 225-231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2015.07.004>
- KEAT, C. L., A. AZIZ, A. M. EID & N. A. ELMARZUGI, 2015. Biosynthesis of nanoparticles and silver nanoparticles. **Bioresources and Bioprocessing** 2(1): 47-58. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40643-015-0076-2>
- KHAN, N. T., N. JAMEEL & S. U. A. REHMAN, 2016. Optimizing physioculture conditions for the synthesis of silver nanoparticles from *Aspergillus niger*. **Journal of Nanomedicine and Nanotechnology** 7(5): 1000402. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7439.1000402>
- KLICH, M. A. & J. I. PITT, 1988. **A laboratory guide to the common Aspergillus species and their teleomorphs**: 1-115. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Food Processing, Australia.
- MALISZEWSKA, I., A. JURASZEK & K. BIELSKA, 2014. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using Ascomycota fungi *Penicillium nalgiovense* AJ12. **Journal of Cluster Science** 25(4): 989-1004. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10876-013-0683-z>



- MALMANN, E. J. J., F. A. CUNHA, B. N. M. F. CASTRO, A. M. MACIEL, E. A. MENEZES & P. B. A. FECHINE, 2015. Antifungal activity of silver nanoparticles obtained by green synthesis. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo** 57(2): 165-167. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0036-46652015000200011>
- MANIMOZHI, R. & R. ANITHA, 2014. Mycosynthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of *Aspergillus flavus* mycelium and its characterization. **International Journal of Pharmaceutics and Drug Analysis** 2(9): 734-739.
- MLALILA, N. G., H. S. SWAI, A. HILONGA & D. M. KADAM, 2016. Antimicrobial dependence of silver nanoparticles on surface plasmon resonance bands against *Escherichia coli*. **Nanotechnology Science and Application** 10: 1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.2147/NSA.S123681>
- NANDA, A., B. K. NAYAK & M. KRISHNAMOORTHY, 2018. Antimicrobial properties of biogenic silver nanoparticles synthesized from phyloplane fungus, *Aspergillus tamarii*. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology** 16(1): 225-228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbab.2018.08.002>
- OMRAN, B. A., H. N. NASSAR, N. A. FATTHALLAH, A. HAMDY, E. H. EL-SHATOURY & N. S. EL-GHENDY, 2018. Characterization and antimicrobial activity of silver nanoparticles mycosynthesized by *Aspergillus brasiliensis*. **Journal of Applied Microbiology** 125(2): 370-382. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.13776>
- OTTONI, C. A., M. F. SIMÕES, S. FERNANDES, J. G. SANTOS, E. S. SILVA, R. F. B. SOUZA & A. E. MAIORANO, 2017. Screening of filamentous fungi for antimicrobial silver nanoparticles synthesis. **AMB Express** 7(1): 31. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0332-2>
- PANÁČEK, A., M. KOLÁR, R. VEČEROVA, R. PRUCEK, J. SOUKUPOVÁ, V. KRYŠTOF, P. HAMAL, R. ZBORIL & L. KVÍTEK, 2009. Antifungal activity of silver nanoparticles against *Candida* spp. **Biomaterials** 30(31): 6333-6340.
- PHANJOM, P. & G. AHMED, 2015. Biosynthesis of silver nanoparticles by *Aspergillus oryzae* (MTCC No. 1846) and its characterizations. **Nanoscience and Nanotechnology** 5(1): 14-21.
- PHANJOM, P. & G. AHMED, 2017. Effect of different physicochemical conditions on the synthesis of silver nanoparticles using fungal cell filtrate of *Aspergillus oryzae* (MTCC No. 1846) and their antibacterial effect. **Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology** 8(1): 045016. DOI: <https://doi.org/10.1088/2043-6254/aa92bc>
- PRADO, F. B., W. C. ROCHA, S. R. MARTIM, M. M. ALECRIM, L. P. SILVA, L. S. C. SILVA, T. A. SILVA & M. F. S. TEIXEIRA, 2017. Produção de compostos bioativos por *Aspergillus* mantidos sob duas condições de preservação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 12(1): 37-47.
- RADZIG, M. A., V. A. NADTOCHENKO, O. A. KOKSHAROVA, J. KIVI, V. A. LIPASOVA & I. A. KHMEL, 2013. Antibacterial effects of silver nanoparticles on Gram-negative bacteria: influence on the growth and biofilms formation, mechanisms of action. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces** 102(1): 300-306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2012.07.039>
- RAI, M., K. KON, A. INGLE, N. DURÁN, S. GALDIERO & M. GALDIERO, 2014. Broad-spectrum bioactivities of silver nanoparticles: the emerging trends and future prospects. **Applied Microbiology and Biotechnology** 98(5): 1951-1961. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5473-x>
- RANI, R., D. SHARMA, M. CHATURVEDI & J. P. YADAV, 2017. Green synthesis, characterization and antibacterial activity of silver nanoparticles of endophytic fungi *Aspergillus terreus*. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology** 8(4): 1000457. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7439.1000457>
- RAPER, K. B. & D. I. FENNEL, 1977. **The genus *Aspergillus***: 1-686. Robert E. Krieger Co., Huntington.
- ROLIM, W. R., M. T. PELEGRINO, B. A. LIMA, L. S. FERRAZ, F. N. COSTA, J. S. BERNARDES, T. RODRIGUES, M. BROCCCHI & A. B. SEABRA, 2019. Green tea extract mediated biogenic synthesis of silver nanoparticles: characterization, cytotoxicity evaluation and antibacterial activity. **Applied Surface Science** 463(1): 66-74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.08.203>
- ROY, S., T. MUKHERJEE, S. CHAKRABORTY & T. K. DAS, 2013. Biosynthesis, characterisation & antifungal activity of silver nanoparticles synthesized by the fungus *Aspergillus foetidus* MTCC8876. **Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures** 8(1): 197-205.
- ROY, S. & K. T. DAS, 2014. Biosynthesis of silver nanoparticles by *Aspergillus foetidus*: optimization of physicochemical parameters. **Nanoscience and Nanotechnology Letters** 6(3): 181-189. DOI: <https://doi.org/10.1166/nnl.2014.1749>
- SALEM, M. & E. ABDELKHALEK, 2015. A comparative nano biotechnological study: pH dependent biosynthesized silver nanoparticles by *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Streptomyces fradiae*. **International Journal of Science and Research** 5(12): 2112-2119.
- SILVA, T. A., P. F. ANDRADE, K. SEGALA, L. S. C. SILVA, L. P. SILVA, S. V. G. NISTA, L. H. I. MEI, N. DURÁN & M. F. S. TEIXEIRA, 2017. Silver nanoparticles biosynthesis and impregnation in cellulose acetate membrane for anti-yeast therapy. **African Journal of Biotechnology** 16(27): 1490-1500. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2017.16024>
- SILVA-VINHOTE, N. M., N. DURÁN, T. A. SILVA, P. V. QUELEMES, A. R. ARAÚJO, A. C. M. MORAES, A. L. S. CÂMARA, J. P. F. LONGO, R. B. AZEVEDO, D. A. SILVA, J. R. S. A. LEITE & M. F. S. TEIXEIRA, 2017. Extracellular biogenic synthesis of silver nanoparticles by actinomycetes from amazonic biome and its antimicrobial efficiency. **African Journal of Biotechnology** 16(43): 2072-2082. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2017.16148>

SOLANKI, B. D., S. M. DODIA, H. R. RAMANI & D. V. PARMAR, 2017. Anti-bacterial and biogenic silver nanoparticles synthesized using fungus *Aspergillus niger*. **Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences** 6(6): 14-22.

SYAFI UDDIN, A., M. R. SALIM, A. B. H. KUEH, T. HADIBARATA & H. NUR, 2017. A review of silver nanoparticles: research trends, global consumption, synthesis, properties, and future challenges. **Journal of the Chinese Chemical Society** 64(7): 732-756. DOI: <https://doi.org/10.1002/jccs.201700067>

WEI, L., J. LU, A. PATEL, Z. S. CHEN & G. CHEN, 2015. Silver nanoparticles: synthesis, properties, and therapeutic applications. **Drug Discovery Today** 20(5): 595-601. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.drudis.2014.11.014>

WILSON, A., S. PRABUKUMAR, G. SATHISHKUMAR & S. SIVARAMAKRISHNAN, 2016. *Aspergillus flavus* mediated silver nanoparticles synthesis and evaluation of its antimicrobial activity against different human pathogens. **International Journal of Applied Pharmaceutics** 8(4): 43-46.

ZHAO, X., L. ZHOU, M. S. R. RAJOKA, L. YAN, C. JIANG, D. SHAO, J. ZHU, J. SHI, Q. HUANG, H. YANG & M. JIN, 2017. Fungal silver nanoparticles: synthesis, application and challenges. **Critical Reviews on Biotechnology** 38(6): 817-835. DOI: <https://doi.org/10.1080/07388551.2017.1414141>

Susceptibilidade das áreas protegidas da Amazônia Legal ao desflorestamento Susceptibility to deforestation of protected areas in Brazil's Legal Amazon

Jorge Luis Gavina Pereira^{1,II}  | Leandro Valle Ferreira¹ 

¹Museu Paraense Emílio Goeldi/MCTIC. Belém, Pará, Brasil

^{II}Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (Bionorte). São Luis, Maranhão, Brasil

Resumo: O estabelecimento de uma rede de áreas protegidas é fundamental para a conservação das áreas naturais da Amazônia. Buscou-se avaliar quais tipos de áreas protegidas estão sendo mais susceptíveis ao desflorestamento, utilizando análise fatorial aplicada a uma série de variáveis espaciais. O grupo de Unidades de Conservação de Uso Sustentável (UCUS) que incluía categorias de domínio público e/ou privado (UC-US2) foi o que apresentou o menor valor médio de síntese fatorial interpolada, indicando que UCUS pertencentes a este grupo sejam mais susceptíveis ao desflorestamento. Os valores mais baixos de síntese fatorial interpolada foram observados preferencialmente nas áreas de maior ocupação. A categoria 'alta susceptibilidade ao desflorestamento' foi predominante apenas no grupo UC-US2, representando mais de dois terços das áreas (69,6%). Na região de maior pressão por ocupação, foi observado maior percentual de categorias de UCUS que possuem as menores restrições de uso (APA, Arie e RPPN), possivelmente com a intenção de explorar ao máximo essas áreas.

Palavras-chave: Unidades de Conservação. Análise fatorial. Geoprocessamento.

Abstract: The establishment of a network of protected areas is fundamental for the conservation of the natural areas of the Amazon. We sought to evaluate which types of protected areas are most susceptible to deforestation using factor analysis applied to a range of spatial variables. The group of Sustainable Use Conservation Units (UCUSs) that included public and/or private domain categories (UC-US2), presented the lowest mean value of interpolated factorial synthesis, and it is expected that UCUSs belonging to this group are more susceptible to deforestation. The lowest values of interpolated factorial synthesis were observed predominantly in the areas of greater occupation. The category 'high susceptibility to deforestation' was predominant only in the UC-US2 group, representing more than two thirds of the areas (69.6%). In the region with the highest pressure per occupation, a higher percentage of categories of UCUS were observed that have the lowest number of use restrictions (APA, Arie and RPPN), possibly with the intention of exploiting these areas to the fullest extent.

Keywords: Conservation Units. Factor analysis. Geoprocessing.

PEREIRA, J. L. G. & L. V. FERREIRA, 2020. Susceptibilidade das áreas protegidas da Amazônia Legal ao desflorestamento. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 445-463. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.200>.

Autor para correspondência: Jorge Luis Gavina Pereira. Museu Paraense Emílio Goeldi/MCTIC. Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia. Av. Perimetral, 1901 - Terra Firme. Belém, PA, Brasil. CEP 66077-530 (jorgegavina@museu-goeldi.br).

Recebido em 16/10/2019

Aprovado em 27/02/2020

Responsabilidade editorial: Débora Rodrigues Souza-Campana



INTRODUÇÃO

Na bacia amazônica estão localizados, aproximadamente, 60% da floresta tropical remanescente do mundo, estando 40% delas no território brasileiro (Laurance *et al.*, 2001, 2002), o que representa a maior área contínua deste tipo de floresta do planeta (Skole & Tucker, 1993; Foley *et al.*, 2007). A floresta amazônica desempenha papéis globais vitais na manutenção da biodiversidade (Giam, 2017; Symes *et al.*, 2018), da hidrologia e de climas regionais (Fearnside, 2005; Nobre *et al.*, 2016), bem como no armazenamento de carbono terrestre (Fearnside, 1996; Foley *et al.*, 2007; Nogueira *et al.*, 2015).

Na década de 1970, intensificou-se a ocupação da Amazônia brasileira, sobretudo ao longo das rodovias abertas pelo governo federal nas décadas de 1960 e 1970 (Belém-Brasília, Cuiabá-Porto Velho-Rio Branco, Cuiabá-Santarém e Transamazônica) (Andersen & Reis, 1997; Alves, 2002; Becker, 2005; Prates & Bacha, 2011). A concentração do desflorestamento nas margens leste, sudeste, sul e sudoeste da Amazônia, seguindo principalmente os eixos de ocupação (estradas), originou a expressão 'arco do desmatamento', região que concentra a maior parte do desflorestamento da Amazônia Legal (Skole & Tucker, 1993; Andersen & Reis, 1997; Alves, 2002; Margulis, 2004; Fearnside, 2005; Ferreira *et al.*, 2005).

Alguns estudos sobre o desflorestamento da Amazônia procuram identificar relações deste evento com informações analisadas em nível de municípios (Andersen & Reis, 1997; Pfaff, 1999; Arraes *et al.*, 2012; Faria *et al.*, 2019) ou são realizados por meio de uma malha espacial regular (Laurance *et al.*, 2002). Como estes estudos analisaram um grande número de variáveis, eles utilizaram estatística multivariada como suporte de análise (Hair Jr. *et al.*, 2014), destacando-se os seguintes métodos: regressão linear múltipla, que inclui os modelos econométricos (Andersen & Reis, 1997; Pfaff, 1999; Laurance *et al.*, 2002; Arraes *et al.*, 2012), e as técnicas de condensação de informações, como escalonamento multidimensional não métrico (Laurance *et al.*, 2002) e análise fatorial (Faria *et al.*, 2019).

Andersen & Reis (1997) concluíram que a quantidade de terras desflorestadas na Amazônia era determinada principalmente pela demanda por novas terras agrícolas e pelo aumento do rebanho bovino. Pfaff (1999) demonstrou que maior densidade de estradas, maior quantidade de projetos subsidiados, menor distância dos mercados e melhor qualidade dos solos levavam a maior desflorestamento. Laurance *et al.* (2002) demonstram que as rodovias e a densidade populacional foram os fatores determinantes do desflorestamento, a escassez de chuvas e as estradas não pavimentadas apresentaram influência secundária; indicaram, ainda, que a distância dos rios não foi um preditor importante do desflorestamento. Arraes *et al.* (2012) observaram que valores elevados do produto interno bruto (PIB) agropecuário e maiores densidades populacionais estão associados a um maior desflorestamento. Por outro lado, demonstraram que indicadores de desenvolvimento humano municipal (IDH-M) mais elevados e a presença de um órgão público fiscalizador (secretaria de meio ambiente) contribuíram para a redução do mesmo. Faria *et al.* (2019) concluíram que a combinação que mais favoreceu o desflorestamento foi o alto desenvolvimento econômico, a pouca agricultura familiar e a relevante abertura ao comércio.

Com o intuito de monitorar a floresta amazônica, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) criou o Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), que, desde 1988, produz taxas anuais de desflorestamento da Amazônia Legal (INPE, 2019). No período 1987-2017, o valor médio anual dessa taxa foi de $14.511 \text{ km}^2 \pm 6.737$, sendo o valor máximo de 29.059 km^2 , registrado em 1995, e o valor mínimo de 4.571 km^2 , ocorrido em 2012 (INPE, 2019). Pressionado pela repercussão da elevação da taxa de desflorestamento, o governo brasileiro criou, em 2004, o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), o qual teve um papel fundamental na queda dessa taxa do patamar de 20.000 km^2 (período 1996-2005) para o valor de 6.400 km^2 , considerando-se a média do período 2014-2016 (MMA, 2018a).

Diversos estudos já demonstraram a importância das áreas protegidas na conservação dos ambientes naturais, uma vez que se tem observado alteração ambiental superior fora das áreas protegidas, quando comparada ao interior delas (Bruner *et al.*, 2001; Ferreira *et al.*, 2005; Nagendra, 2008; Nolte *et al.*, 2013; França *et al.*, 2015). No entanto, essa proteção variou de acordo com o tipo de área protegida. França *et al.* (2015) constataram que as unidades de conservação de uso sustentável foram ineficazes no combate ao desflorestamento, e isso pode estar relacionado com sua localização, pois, de maneira geral, elas estão localizadas em áreas com maior pressão de ocupação (Nolte *et al.*, 2013).

No Brasil, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecido em 2000, definiu critérios para a criação das Unidades de Conservação (UC), que podem pertencer às seguintes categorias: Proteção Integral (UC-PI), cujo objetivo é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais; e Uso Sustentável (UC-US), cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de uma parcela dos recursos naturais (MMA, 2011).

Acreditando na eficácia das áreas protegidas para a manutenção da diversidade biológica e sociocultural, o governo brasileiro implementou o Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), que, além das UC, também incluiu as Terras Indígenas (TI), assegurando os direitos territoriais dos povos indígenas como instrumento para conservação da biodiversidade (MMA, 2011).

A análise fatorial tem sido usada nas mais diversas áreas do conhecimento, como Agronomia, Biologia, Floresta, Ciências Sociais, por meio da qual o pesquisador realiza o levantamento de diversas variáveis para as unidades de análise (Souza, 2003). O objetivo da análise fatorial é encontrar uma maneira de condensar as informações contidas em muitas variáveis originais em um conjunto menor de fatores, com perda mínima de informações (Rosado *et al.*, 2009; Hair Jr. *et al.*, 2014). O número de

variáveis deve ser de quatro a cinco vezes maior do que o número de fatores extraídos (Menezes *et al.*, 1978), devendo ser extraído o menor número de fatores possível, desde que expliquem 70% ou mais da variância dos dados originais (Soares *et al.*, 1999; Souza, 2003).

Estudos que utilizaram análise fatorial com variáveis predominantemente socioeconômicas muitas vezes tiveram como objetivo hierarquizar e posteriormente agrupar os municípios, com base nos escores fatoriais de forma individual (Rosado *et al.*, 2009) ou com a criação de índices baseados na média ponderada dos escores fatoriais (Soares *et al.*, 1999; Monteiro & Pinheiro, 2004; Melo & Parré, 2007; Rezende *et al.*, 2007; Stege & Parré, 2013). Com a utilização dos valores de escore fatorial, alguns trabalhos definiram, ainda, classes com base em intervalos de desvio padrão (Melo & Parré, 2007; Rezende *et al.*, 2007) ou agregaram as unidades de análise, apoiados em alguma técnica estatística de agrupamento (Soares *et al.*, 1999; Rosado *et al.*, 2009).

Como áreas de floresta da Amazônia são importantes para a conservação da biodiversidade e da sociodiversidade, o armazenamento de carbono e a regulação do regime hidrológico, o estabelecimento de uma ampla rede de áreas protegidas torna-se primordial. Uma das formas de avaliar se áreas protegidas estão sendo eficazes é a verificação da alteração da cobertura florestal, buscando formas de identificar quais áreas protegidas estão mais sujeitas ao desflorestamento.

Assim, este artigo objetivou avaliar a suscetibilidade das áreas protegidas da Amazônia Legal em relação ao desflorestamento, utilizando análise fatorial aplicada a uma série de informações espaciais: variáveis relacionadas às próprias áreas protegidas (forma e área nuclear), variáveis ambientais (elevação, declividade, precipitação, fertilidade do solo e queimadas), variáveis derivadas de outras informações (distâncias de queimadas, estradas, cidades e rios) ou, ainda, analisadas para o entorno das áreas protegidas (áreas protegidas, desflorestamento e queimadas).

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Este estudo focou apenas nas áreas protegidas da Amazônia Legal, que, com 5.016.136 km², representa 59% do território brasileiro (Figura 1). Ela abrange totalmente os estados do Amazonas (AM), Pará (PA), Mato Grosso (MT), Rondônia (RO), Acre (AC), Amapá (AP), Roraima (RR) e parcialmente os estados do Tocantins (TO, 98%), Maranhão (MA, 79% - oeste do meridiano de 44°) e Goiás (apenas 0,8%) (IBGE, 2011).

ORGANIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES GEOESPACIAIS

Os dados geoespaciais foram manipulados utilizando-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS, versão 10.0 (Crosier *et al.*, 2005). Para a realização de cálculos de áreas, adotou-se a Projeção de Albers, com os parâmetros definidos pelo IBGE para a Amazônia Legal (Santos & Oliveira, 2003).

ÁREAS PROTEGIDAS

Inicialmente, procedeu-se a organização das áreas protegidas da Amazônia Legal: Unidades de Conservação (UC) (MMA, 2018b) e Terras Indígenas (TI) (FUNAI, 2018). Caso a área protegida se estendesse além do limite da Amazônia Legal, apenas a área pertencente à Amazônia Legal seria considerada.

As sobreposições entre as áreas protegidas foram removidas utilizando-se a seguinte ordem de prioridade: 1 - Terras Indígenas (TI); 2 - Unidades de Conservação de Proteção Integral (UC-PI)¹; 3 - Unidades de Conservação de Uso Sustentável – somente terras públicas (UC-US1)²; 4 - Unidades de Conservação de Uso Sustentável – terras públicas e/ou privadas (UC-US2)³ (Figura 2). Para

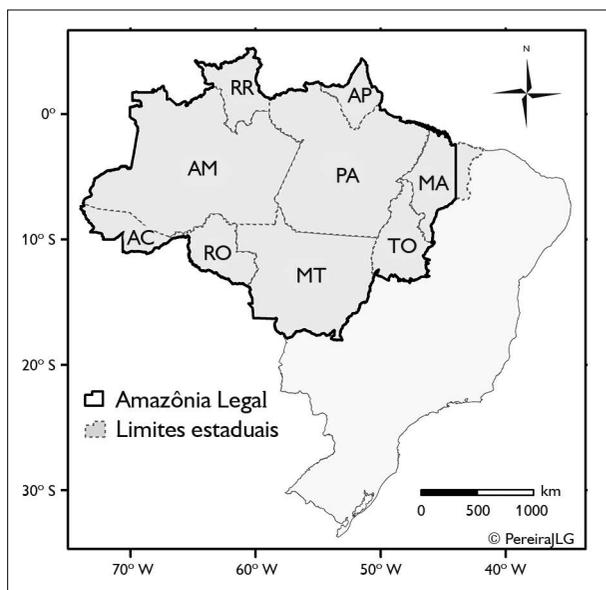


Figura 1. Amazônia Legal. Mapa: Jorge L. G. Pereira (2019).

a remoção de todas as sobreposições, foi necessária a conversão do formato do arquivo de vetor (formato original) para matriz (*raster*). Utilizou-se como resolução padrão a célula (pixel) de 30 por 30 metros, a mesma do dado de desflorestamento do PRODES para o ano de 2017. Todos os dados matriciais gerados subsequentemente adotaram a resolução de 30 metros.

Após a remoção das sobreposições entre as áreas protegidas, constatou-se que as TI representam mais da metade das áreas protegidas da Amazônia Legal, e que as UC-US (1 e 2) representam praticamente o dobro da área das UC-PI (Tabela 1).

Com o intuito de avaliar quais tipos de áreas protegidas estão mais susceptíveis ao desflorestamento, as análises foram realizadas considerando quatro grupos: 1 - TI; 2 - UC-PI (todas as categorias); 3 - UC-US1 (domínio público – RESEX, RDS e Floresta); 4 - UC-US2 (domínio público e/ou privado – APA, ARIE e RPPN).

¹ Estação Ecológica (ESEC), Reserva Biológica (REBIO), Parques (federal, estadual ou municipal), Monumento Natural (MONA) e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS).

² Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Florestas (nacional, estadual ou municipal) e Reserva de Fauna (REFAU).

³ Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

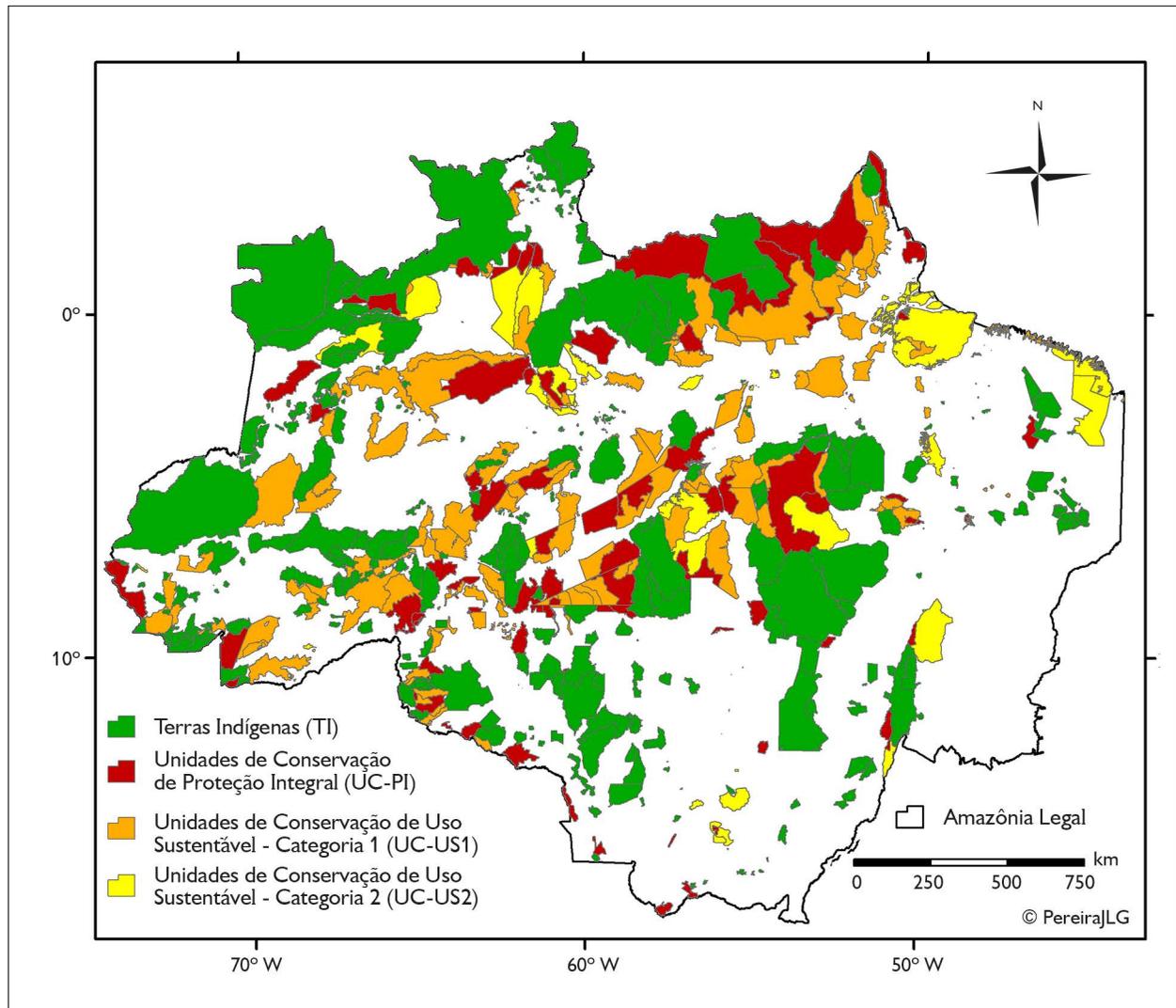


Figura 2. Grupos de áreas protegidas da Amazônia Legal. Mapa: Jorge L. G. Pereira (2019).

Tabela 1. Valores finais das classes de áreas protegidas da Amazônia Legal.

Classes	Número de áreas	Área (km ²)	Percentual
Terras Indígenas (TI)	364	1.138.316	51,0
Unidades de Conservação de Proteção Integral (UC-PI)	93	371.069	16,6
Unidades de Conservação de Uso Sustentável - somente domínio público (UC-US1)	156	515.101	23,1
Unidades de Conservação de Uso Sustentável - domínio público e/ou privado (UC-US2)	56	209.230	9,4
Total	669	2.233.716	100,0

DESFLORESTAMENTO

Neste estudo, foi utilizado o dado de desflorestamento do PRODES para o ano de 2017 (INPE, 2018a). Como o interesse era pelo desflorestamento total acumulado até o ano de 2017, todas as classes de desflorestamento, incluindo o resíduo, foram agregadas, bem como as classes de não floresta, resultando em cinco classes: desflorestamento, floresta, nuvem, não floresta e hidrografia (Figura 3 e Tabela 2).

Para o cálculo do desflorestamento percentual total, foram sobrepostas as informações do PRODES com

Tabela 2. Valores das classes agregadas para 2017 oriundos do Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira (PRODES), com classes agregadas para a Amazônia Legal.

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Floresta	2.977.411	59,4
Não floresta	959.936	19,1
Hidrografia	112.319	2,2
Nuvem	177.521	3,5
Desflorestamento	788.030	15,7
Total	5.015.217	100,0

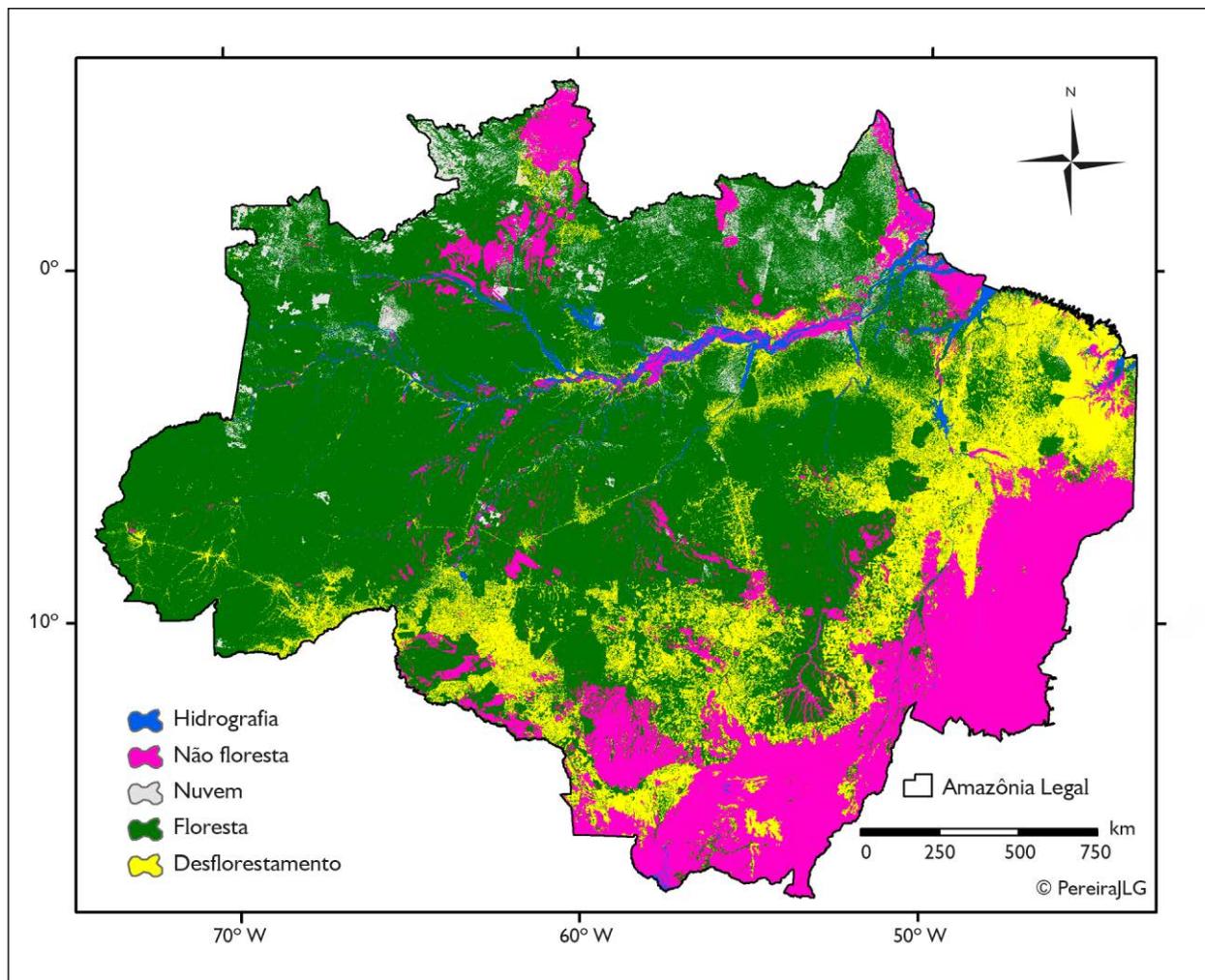


Figura 3. Dados de 2017 oriundos do Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira (PRODES), com classes agregadas para a Amazônia Legal. Mapa: Jorge L. G. Pereira (2019).

as áreas protegidas, obtendo-se a área de cada classe PRODES dentro de cada área protegida. No cálculo do desflorestamento percentual da área protegida, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$(1) \text{ Desflorestamento (\%)} = \frac{(\text{Área desflorestada})}{(\text{Área de floresta} + \text{Área desflorestada})} \times 100$$

Onde:

Área de floresta = soma das áreas das classes floresta e nuvem.

Área desflorestada = desflorestamento total acumulado até 2017.

No cálculo do percentual da área desflorestada, as classes que não podem ser desflorestadas (não floresta e hidrografia) foram ignoradas, e as áreas de nuvens foram computadas com áreas de floresta, uma vez que elas só ocorrem sobre florestas, sendo que o desflorestamento percentual do período 2016-2017 não foi muito elevado (0,2%). Considerando-se apenas as áreas que podem ser efetivamente desflorestadas, ou seja, desconsiderando-se não floresta e hidrografia (1), verificou-se que 20% da cobertura florestal original da Amazônia Legal já tinham sido derrubados em 2017.

VARIÁVEIS ESPACIAIS

Após a obtenção do desflorestamento por área protegida (hectares e percentual), passou-se ao processamento das informações espaciais a serem relacionadas com o desflorestamento. Foram levantadas as seguintes informações para cada área protegida:

1. Quantidade de área nuclear (em hectares). Área com distância igual ou inferior a 900 metros da borda (Skole & Tucker, 1993);
2. Percentual de área nuclear. Área nuclear (%) = área nuclear/área total*100;
3. Índice de forma. Perímetro (em metros) dividido pela raiz quadrada da área (em hectares), calculado utilizando a extensão *Patch Analyst 5* (Elkie *et al.*, 1999);
4. Elevação média (m). Utilizou-se a elevação resultante da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) (Farr *et al.*, 2007);
5. Declividade média (em percentagem). $D = dh/dH*100$, onde D é a declividade percentual, dh é o deslocamento na vertical (subida) e dH, a distância percorrida projetada na horizontal. A camada declividade percentual foi elaborada a partir dos dados de elevação SRTM;
6. Precipitação média do mês mais seco do ano (agosto). Utilizou-se os dados de precipitação (mm) da base *WorldClim 2* (Fick & Hijmans, 2017). Foi calculada a precipitação média dos 12 meses do ano para a Amazônia Legal, verificando-se ser agosto o mês mais seco;
7. Capacidade de troca catiônica. Solos com capacidade de troca de cátions (CTC) mais elevada, em geral, possuem maior fertilidade (Camargo *et al.*, 1982). A informação sobre CTC (5-15 cm) foi obtida da base *SoilGrids* (Hengl *et al.*, 2017);
8. Densidade média de queimadas. Foram utilizados 3.040.693 registros de queimadas dos satélites de referência, cobrindo o período de 1 de junho de 1998 a 31 de dezembro de 2017 (INPE, 2018b). A partir dos registros, foi utilizada a função de densidade de Kernel para a geração de uma superfície de densidade de queimada (Câmara & Carvalho, 2004);
9. Distância média das queimadas. A partir dos registros, foi elaborada também uma superfície de distâncias em metros para as queimadas;
10. Distância média das cidades. Utilizando-se a informação de cidades e distritos (MMA, 2018c), foi elaborada uma superfície de distâncias em metros para as cidades;
11. Distância média das estradas. Utilizando-se a informação de estradas (MMA, 2018d), foi elaborada uma superfície de distâncias em metros para as estradas;

12. Distância média dos rios principais. Utilizando-se a informação dos rios principais – linhas e polígonos (MMA, 2018e) –, foi elaborada uma superfície de distâncias em metros para os rios principais;
13. Áreas protegidas (em hectares e percentagem) no entorno das áreas protegidas. Para avaliar a quantidade de áreas protegidas (UC e TI) no entorno de uma área protegida, foi definida uma zona de 9 km a partir do limite da área protegida (Françoso *et al.*, 2015). As áreas de massas d'água e as áreas militares⁴ foram somadas às áreas protegidas na zona de 9 km;
14. Desflorestamento (em hectares e percentagem) no entorno das áreas protegidas. Quantificou-se o desflorestamento na zona de 9 km ao redor dessas áreas;
15. Densidade média de queimadas no entorno das áreas protegidas. A partir da superfície de densidade de queimadas, foi calculada a densidade média de queimada para a zona de entorno de 9 km.

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

TRANSFORMAÇÃO E PADRONIZAÇÃO DOS DADOS: DESFLORESTAMENTO E VARIÁVEIS ESPACIAIS

Com o intuito de melhorar a distribuição dos valores (normalidade) e de minimizar diferenças elevadas de variância (heterocedasticidade), optou-se por realizar uma transformação das variáveis (Laurance *et al.*, 2001). Procedeu-se a transformação arco seno da raiz quadrada para as informações expressas em percentagem; para as demais informações, optou-se pela transformação logarítmica (Laurance *et al.*, 2001, 2002; Hair Jr. *et al.*, 2014; Françoso *et al.*, 2015). Como as variáveis utilizadas encontravam-se em escalas bem distintas (percentuais, densidades e distâncias), após a

transformação, procedeu-se a padronização das mesmas (média zero e desvio padrão um), pois algumas análises estatísticas, como a análise fatorial, são sensíveis a diferenças entre as variâncias (Souza, 2003; Monteiro & Pinheiro, 2004; Hair Jr. *et al.*, 2014).

ANÁLISES DE CORRELAÇÃO E SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para avaliar o grau de relacionamento entre as variáveis levantadas e o desflorestamento, utilizou-se o coeficiente de correlação. Valores de correlação entre 0 e 0,3, positivo ou negativo, indicam uma correlação desprezível (Mukaka, 2012). O cálculo do coeficiente de correlação, bem como a maior parte das análises estatísticas, foi realizado no pacote estatístico Minitab, versão 15 (Minitab, 2017).

A variável que apresentou a maior correlação com o desflorestamento (%) no interior das áreas protegidas foi o desflorestamento (%) no entorno (9 km) das áreas protegidas ($r = 0,742$) (Tabela 3). As variáveis índice de forma, elevação, declividade, precipitação, fertilidade do solo (CTC) e distância dos rios apresentaram fraca correlação com o desflorestamento ($r < 0,3$), logo, foram descartadas das etapas seguintes do estudo. As variáveis correlacionadas ao desflorestamento em hectares, quantidade de área nuclear e percentual de área nuclear, ainda que tenham tido um coeficiente de correlação acima de 0,3, também não foram utilizadas, pois são redundantes com as variáveis correlacionadas ao desflorestamento em percentual, que apresentaram um coeficiente de correlação mais elevado (Tabela 3). Ainda que a correlação entre o desflorestamento percentual e as áreas protegidas no entorno em hectares tenha sido ligeiramente superior ($r = -0,442$), optou-se por utilizar as áreas protegidas no entorno em percentual ($r = -0,400$). Assim sendo, todas as áreas foram

⁴ As áreas militares foram obtidas na base de dados georreferenciados elaborada pelo Instituto Socioambiental (ISA) no ano de 1999 para o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO).

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre o desflorestamento, em percentual (%) e em hectares (ha), e as variáveis levantadas para as áreas protegidas da Amazônia Legal.

Variáveis	Desflorestamento (%)	Desflorestamento (ha)
Quantidade de área nuclear (ha)	-0,540	0,516
Percentual de área nuclear	-0,548	0,472
Índice de forma	-0,067	0,249
Elevação	-0,113	0,103
Declividade	0,024	0,167
Precipitação (agosto)	-0,184	-0,103
Fertilidade do solo (CTC)	-0,078	-0,035
Densidade de queimadas	0,494	0,075
Distância das queimadas	-0,651	0,055
Distância das cidades	-0,639	0,188
Distância das estradas	-0,574	0,105
Distância dos rios	-0,188	0,240
Áreas protegidas no entorno (ha)	-0,442	0,214
Áreas protegidas no entorno (%)	-0,400	0,037
Desflorestamento no entorno (ha)	0,384	0,565
Desflorestamento no entorno (%)	0,742	0,131
Densidade de queimadas no entorno	0,457	0,104

expressas em percentual, pois foi constatado ser esta a melhor forma de analisar as variáveis.

Ao final, foram selecionadas oito variáveis para as sequências das análises: percentual de área nuclear (AreaNuclear); densidade de queimadas (DensQueima); distância das queimadas (DistQueima); distância das cidades (DistCidade); distância das estradas (DistEstrada); desflorestamento no entorno (%) (Desflor9km); densidade de queimadas no entorno (DenQueim9km); e áreas protegidas no entorno (%) (AreaProt9km). Para todas as variáveis selecionadas, o coeficiente de correlação foi significativo em nível de significância de 95% (Tabela 3).

AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS SELECIONADAS

A adequabilidade do conjunto de variáveis selecionadas à realização da análise fatorial foi avaliada através dos

seguintes procedimentos: matriz de correlação, pois a análise fatorial exige que as variáveis possuam certo grau de correlação (Monteiro & Pinheiro, 2004); método de Kayser-Meyer-Olkin (KMO), que compara coeficientes de correlação observados com os coeficientes de correlação parcial (Monteiro & Pinheiro, 2004); e teste de esfericidade de Bartlett (*Bartlett's Test of Sphericity* - BTS), que verifica se matriz de correlação é uma matriz de identidade, ou seja, se não existe correlação entre as variáveis (Melo & Parré, 2007). Os métodos KMO e BTS foram realizados no pacote estatístico SPSS, versão 15 (Landau & Everitt, 2004). As variáveis apresentaram um bom grau de correlação ($r > 0,3$), sendo adequadas à análise fatorial (Tabela 4). O valor KMO alto (0,844), considerado excelente (Melo & Parré, 2007), e o resultado significativo do BTS ($p < 0,001$) ratificaram a adequabilidade das variáveis selecionadas para a realização da análise fatorial.

Tabela 4. Matriz de correlação das variáveis selecionadas para as áreas protegidas da Amazônia Legal.

	Percentual de área nuclear	Densidade de queimadas	Distância das queimadas	Distância das cidades	Distância das estradas	Desflorestamento no entorno (%)	Densidade de queimadas no entorno
Densidade de queimadas	-0,434						
Distância das queimadas	0,596	-0,820					
Distância das cidades	0,704	-0,533	0,608				
Distância das estradas	0,555	-0,597	0,644	0,603			
Desflorestamento no entorno (%)	-0,514	0,736	-0,738	-0,659	-0,697		
Densidade de queimadas no entorno	-0,377	0,975	-0,757	-0,485	-0,584	0,724	
Áreas protegidas no entorno (%)	0,376	-0,537	0,571	0,446	0,434	-0,572	-0,507

ANÁLISE FATORIAL

Com base no número de variáveis utilizadas (oito), optou-se pela extração de dois fatores (Menezes *et al.*, 1978), que foi realizada por meio dos componentes principais (Johnson & Wichern, 2007), posteriormente rotacionados pelo método VARIMAX (Hair Jr. *et al.*, 2014), procedimentos utilizados em diversos trabalhos (Soares *et al.*, 1999; Monteiro & Pinheiro, 2004; Melo & Parré, 2007; Rezende *et al.*, 2007; Rosado *et al.*, 2009; Stege & Parré, 2013). A extração dos fatores, com a consequente determinação das cargas fatoriais das variáveis e dos escores fatoriais das observações, foi realizada por meio do Minitab.

Os escores fatoriais possuem distribuição normal, com média zero e variância um, indicando a posição relativa de cada observação em relação ao conceito expresso pelo fator (Monteiro & Pinheiro, 2004). A partir dos valores dos escores dos fatores, foi elaborada uma síntese através da média ponderada pela variância. Logo, o fator com a maior variância teve um maior peso na determinação da síntese dos fatores. A síntese fatorial (SF) para cada observação (áreas protegidas) foi obtida através da seguinte equação:

$$(2) \quad SF_i = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i EF_i}{\sum_{i=1}^n \sigma_i}$$

Onde:

EF_i = valor original dos escores fatoriais,

σ_i = variância dos fatores,

i = fatores extraídos.

Soares *et al.* (1999) descreveram uma equação para a interpolação de valores para o intervalo de zero a 100, adaptada para a síntese dos fatores ($SF_{i(0-100)}$):

$$(3) \quad SF_{i(0-100)} = \frac{SF_i - SF_{i(mín)}}{SF_{i(máx)} - SF_{i(mín)}} \times 100$$

Onde:

SF_i = valor original da síntese fatorial,

$SF_{i(mín)}$ = menor valor da síntese fatorial,

$SF_{i(máx)}$ = maior valor da síntese fatorial.

TESTES ESTATÍSTICOS E AGRUPAMENTO DE VALORES

Como nem todos os grupos analisados apresentaram valores de síntese fatorial interpolada com distribuição normal



(teste de Kolmogorov-Smirnov), nem homogeneidade de variâncias (teste de Levene), condições indispensáveis para a realização de uma análise de variância (ANOVA), os valores de síntese fatorial interpolada foram comparados por meio do teste de Kruskal-Wallis (não paramétrico), com a comparação aos pares realizada através do teste de Dunn (Zar, 2010). Para a realização dos testes de Kolmogorov-Smirnov e de Levene, bem como para o cálculo das demais estatísticas dos valores de síntese fatorial interpolada, foi utilizado o pacote estatístico Minitab, enquanto que os testes de Kruskal-Wallis e de Dunn (com correção para comparações múltiplas) foram aplicados através do programa estatístico Past, versão 3 (Hammer, 2019). Todos os testes estatísticos foram realizados utilizando-se o nível de confiança de 95%.

As áreas protegidas foram, por fim, agregadas em três categorias, em função do valor da síntese fatorial interpolada: alta, média e baixa. No agrupamento das áreas protegidas, foi utilizado o método denominado de 'quebras naturais' ('*jenks*'). A função quebras naturais identifica pontos de quebra com base na variância, escolhendo as quebras de classe que melhor agrupam valores próximos (menor variância), maximizando as diferenças entre as classes (maior variância) (ESRI, 2007; QGIS Project, 2017).

RESULTADOS

Analisando o desflorestamento por grupo de área protegida, verificou-se que UC-US2 apresentou o maior percentual (Figura 4A). Com relação às demais variáveis selecionadas, o grupo UC-US2 apresentou: menor percentual de área nuclear (Figura 4B); maior densidade de queimada (Figura 4C), ainda que bem próxima de UC-US1; menores distâncias em relação a queimadas (Figura 4D), cidades (Figura 4E) e estradas (Figura 4F); maior percentual de desflorestamento no entorno (Figura 4G); e menor percentual de área protegida no entorno (Figura 4I). A única das oito variáveis selecionadas que, em teoria, estão mais relacionadas ao desflorestamento na qual UC-US2 não se destacou foi a

densidade de queimada no entorno (Figura 4H), ficando em segundo lugar, um pouco menor do que UC-US1.

ANÁLISE FATORIAL

As cargas fatoriais por variáveis, assim como os valores de variância acumulada são apresentados na Tabela 5. Na coluna 'comum', estão os valores de comunalidades, que são proporções das variâncias de cada variável explicada pelos fatores comuns (Hair Jr. *et al.*, 2014). O resultado da extração dos fatores foi considerado muito bom, pois 77,4% da variância de oito variáveis foi concentrada em apenas dois fatores, com todas as comunalidades com valores praticamente acima de 0,5 (Faria *et al.*, 2019) (Tabela 5).

Avaliando os fatores um (1) e dois (2), verifica-se que o fator 1 tem mais variáveis associadas com uso da terra (agropecuária), enquanto que o fator 2 tem mais variáveis relacionadas com acesso às áreas (acessibilidade) (Tabela 5). Observando-se a Tabela 5, percebe-se claramente que as variáveis mais diretamente relacionadas ao desflorestamento (desflorestamento no entorno e queimadas dentro e no entorno) têm cargas negativas nos dois fatores, enquanto que as variáveis inversamente relacionadas ao desflorestamento (área protegida no entorno, área nuclear e distâncias de queimadas, estradas e cidades) têm cargas positivas nos dois fatores (Figura 5). Logo, pensando nos dois fatores combinados, quanto menor for o escore fatorial da área protegida, maior será a suscetibilidade ao desflorestamento. Valores de escore fatorial altos estão relacionados a uma menor suscetibilidade ao desflorestamento.

Para cada área protegida, procedeu-se a média dos escores dos fatores 1 e 2, ponderada pela variância de cada fator, o que foi denominado de síntese fatorial (SF). Como a variância do fator 1 (agropecuária) é maior (Tabela 5), ele teve maior peso na definição da síntese fatorial. Posteriormente, a síntese fatorial foi interpolada, fazendo com que os seus valores variassem de zero (mínimo) a 100 (máximo). As estatísticas da síntese fatorial interpolada por classe de área protegida são apresentadas na Tabela 6.

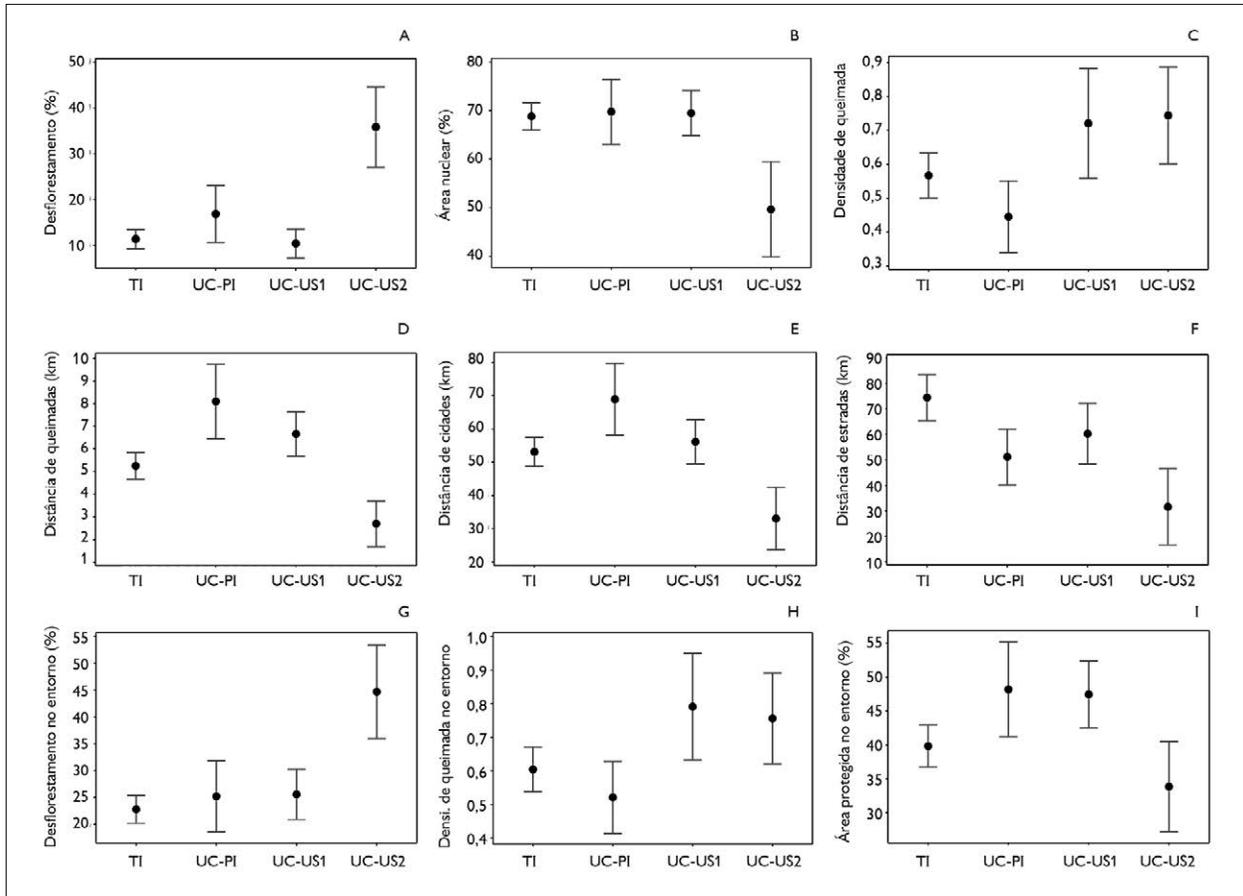


Figura 4. Grupos de áreas protegidas na Amazônia Legal - TI, UC-PI, UC-US1 e UC-US2: A) desflorestamento percentual; B) percentual de área nuclear; C) densidade de queimada; D) distância de queimadas; E) distância de cidades; F) distância de estradas; G) percentual de desflorestamento no entorno; H) densidade de queimada no entorno; I) percentual de área protegida no entorno.

Tabela 5. Resultado da extração fatorial das variáveis selecionadas para as áreas protegidas da Amazônia Legal.

Variável	Fator 1 (agropecuária)	Fator 2 (acessibilidade)	Comum
Densidade de queimadas no entorno	-0,940	-0,179	0,915
Densidade de queimadas	-0,934	-0,241	0,931
Desflorestamento no entorno (%)	-0,721	-0,506	0,776
Distância de queimadas	0,759	0,482	0,808
Áreas protegidas no entorno (%)	0,607	0,321	0,472
Percentual de área nuclear	0,179	0,895	0,834
Distância de cidades	0,330	0,834	0,805
Distância de estradas	0,521	0,620	0,656
Autovalores	3,632	2,563	6,195
Variância (%)	0,454	0,320	0,774

O grupo com a menor média da síntese fatorial interpolada foi UC-US2 (Tabela 6 e Figura 6). Desta forma, é esperado que UC pertencentes a este grupo sejam mais susceptíveis ao desflorestamento. Neste grupo de UCUS, estão incluídas as seguintes

categorias de domínio público e/ou privado: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

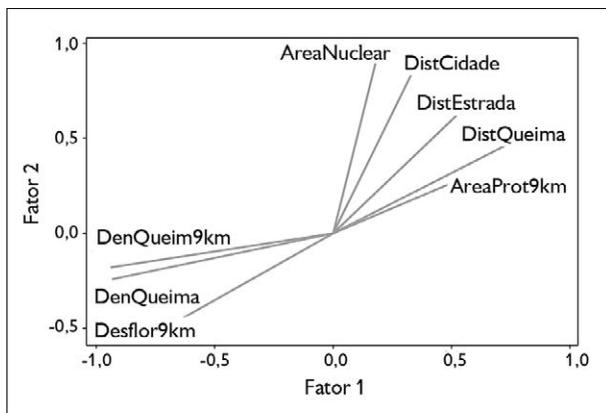


Figura 5. Cargas fatoriais das variáveis fator 1 x fator 2 para as áreas protegidas da Amazônia Legal.

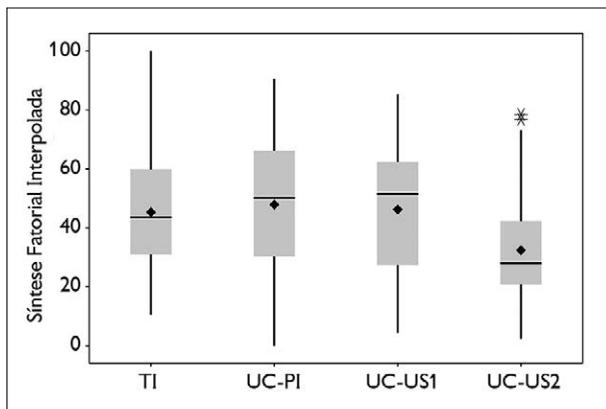


Figura 6. Valores da síntese fatorial interpolada para as áreas protegidas da Amazônia Legal.

TESTES ESTATÍSTICOS E AGRUPAMENTO DE VALORES

Com exceção do grupo UC-PI, os valores de síntese fatorial interpolada não apresentavam distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov - KS, $p < 0,01$) (Tabela 6), além de não apresentarem homogeneidade de variâncias (teste de Levene, $p = 0,004$), sendo, portanto, comparados por meio do teste de Kruskal-Wallis. Com base no resultado do teste ($p < 0,001$), rejeitou-se a hipótese de todos os valores de síntese fatorial interpolada serem iguais.

Utilizou-se, então, o teste de Dunn para comparação aos pares. A partir do resultado do teste, verificou-se que o valor da síntese fatorial interpolada do grupo UC-US2 era diferente estatisticamente dos demais grupos de áreas protegidas ($p < 0,001$); e, ainda, que não havia diferença significativa entre a síntese fatorial interpolada dos demais grupos ($p = 1,000$) (Tabela 7 e Figura 6). Estes resultados ratificaram maior suscetibilidade ao desflorestamento do grupo UC-US2, em relação aos demais grupos de áreas protegidas.

Os valores de síntese fatorial interpolada foram, então, agrupados em três categorias: alta, média e baixa. A distribuição espacial das classes de síntese fatorial interpolada para as áreas protegidas da Amazônia Legal pode ser observada na Figura 7. Pôde-se observar que os

Tabela 6. Estatísticas para a síntese fatorial interpolada para grupos de áreas protegidas da Amazônia Legal.

Classe	Número de áreas	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	Estatística KS	KS Valor-P
TI	364	45,24	18,06	43,46	10,59	100,00	0,082	< 0,01
UC-PI	93	47,82	22,38	50,12	0,00	90,39	0,072	> 0,15
UC-US1	156	46,16	21,04	51,51	4,42	85,16	0,107	< 0,01
UC-US2	56	32,32	17,46	27,91	2,47	78,42	0,156	< 0,01

valores mais baixos estão localizados preferencialmente na área de maior ocupação, denominada de 'arco do desmatamento', nitidamente associados a maior intensidade das atividades agropecuárias (fator 1 - agropecuária). Na Tabela 8, são apresentados os intervalos de valores de síntese fatorial interpolada para cada uma das três categorias, bem como a categoria de suscetibilidade ao desflorestamento a elas associadas.

O número de áreas protegidas por grupo e por categoria de suscetibilidade ao desflorestamento é apresentado na Tabela 9. No conjunto total das áreas protegidas, de uma forma geral, observou-se distribuição relativamente equilibrada entre as categorias de suscetibilidade, sendo a baixa suscetibilidade um pouco menor (Tabela 9, total em %).

Tabela 7. Teste de Dunn: valor-p (corrigido) para os pares de comparação de valores de síntese fatorial interpolada para grupos de áreas protegidas da Amazônia Legal.

	TI	UC-PI	UC-US1
UC-PI	1,000		
UC-US1	1,000	1,000	
UC-US2	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabela 8. Relação entre síntese dos fatores interpolada e suscetibilidade ao desflorestamento para grupos de áreas protegidas da Amazônia Legal.

Síntese dos fatores interpolada	Intervalos de valores	Suscetibilidade ao desflorestamento
Alta	57,36-100,00	Baixa
Média	34,49-57,35	Média
Baixa	0,00-34,48	Alta

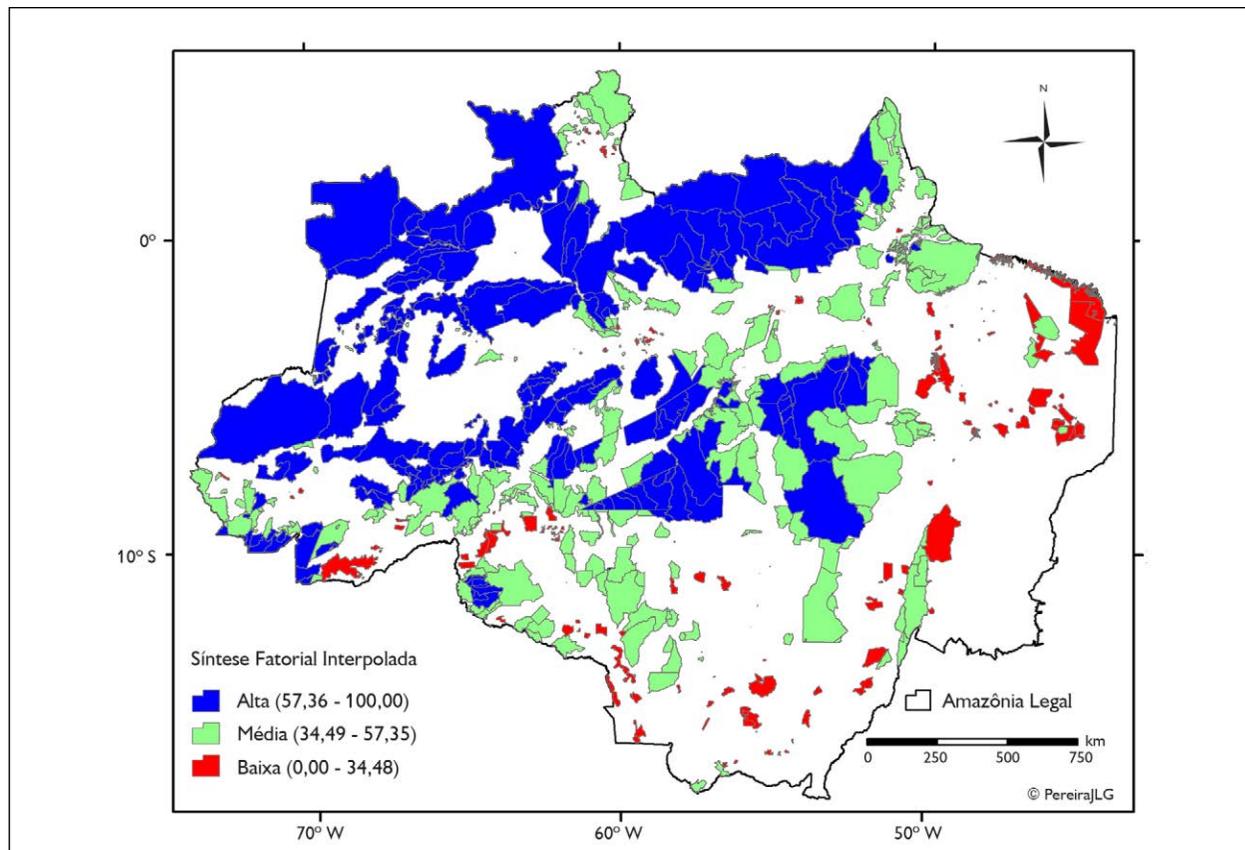


Figura 7. Distribuição espacial das classes de síntese fatorial interpolada, para as áreas protegidas da Amazônia Legal. Mapa: Jorge L. G. Pereira (2019).

Tabela 9. Categorias de suscetibilidade ao desflorestamento por grupos de áreas protegidas na Amazônia Legal.

Suscetibilidade ao desflorestamento	TI	UC-PI	UC-US1	UC-US2	Número total	Total (%)
Baixa	104	34	54	6	198	29,6
Média	138	34	51	11	234	35,0
Alta	122	25	51	39	237	35,4
Total	364	93	156	56	669	100

Entre os grupos de áreas protegidas, a categoria 'alta suscetibilidade ao desflorestamento' é predominante apenas no grupo UC-US2, representando mais de dois terços das áreas (69,6%). Para os grupos TI e UC-US1, a categoria 'alta suscetibilidade ao desflorestamento' representa aproximadamente um terço das áreas (33,5% e 32,7%, respectivamente). O grupo que possui proporcionalmente menos áreas com 'alta suscetibilidade ao desflorestamento' é UC-PI (26,9%) (Figura 8).

DISCUSSÃO

Tudo leva a crer que a maior susceptibilidade do grupo UC-US2 ao desflorestamento (Figura 8) tem ocasionado maiores percentuais de desflorestamento deste grupo de UC-US (APA, ARIE e RPPN), quando comparado aos demais grupos de áreas protegidas (Figura 4A).

Em geral, os melhores preditores de desflorestamento estão relacionados com: população, como tamanho e/ou densidade rural e/ou urbana (Laurance *et al.*, 2002; Arraes *et al.*, 2012); acessibilidade, como quantidade de estradas e/ou distância das cidades (Pfaff, 1999; Laurance *et al.*, 2002); e, por fim, com a produção agropecuária, como rebanho bovino, projetos subsidiados e PIB agropecuário (Andersen & Reis, 1997; Pfaff, 1999; Arraes *et al.*, 2012). Neste estudo, as variáveis que melhor explicaram o desflorestamento das áreas protegidas estavam mais relacionadas com agropecuária (fator 1 - densidade de queimadas, densidade de queimadas no entorno, desflorestamento no entorno e distância das queimadas) e um pouco menos com acessibilidade (fator 2 - distância das cidades e distância das

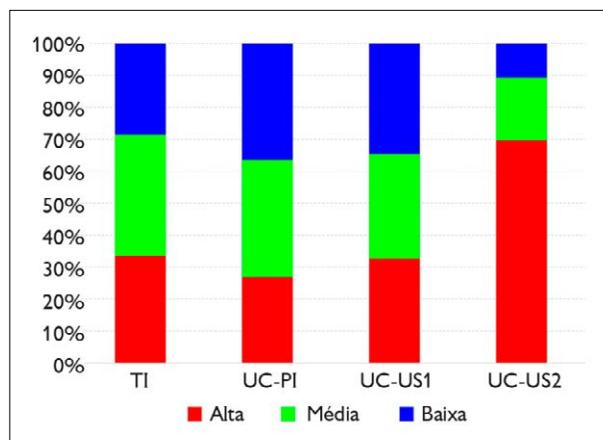


Figura 8. Percentual de categorias de suscetibilidade por grupos de áreas protegidas na Amazônia Legal.

estradas). O desflorestamento no entorno como variável de maior relação com o desflorestamento das áreas protegidas é uma clara característica da inércia espacial do desflorestamento (Alves, 2002; Margulis, 2004).

As variáveis índice de forma, elevação, declividade, precipitação, fertilidade do solo e distância dos rios foram descartadas por não terem sido boas preditoras do desflorestamento das áreas protegidas (correlação < 0,3). A variável distância dos rios já tinha sido reportada por Laurance *et al.* (2002) como de pouca importância para a explicação do desflorestamento. Pfaff (1999) relacionou uma melhor qualidade do solo com o aumento do desflorestamento. No entanto, no trabalho de Laurance *et al.* (2002) e no presente artigo, a qualidade do solo teve pouca importância para a explicação do desflorestamento. Em Laurance *et al.* (2002), a intensidade da estação seca foi o terceiro fator mais importante para explicar o

desflorestamento. No presente artigo, a precipitação no mês de agosto, mês mais seco da Amazônia, apresentou baixa correlação com o desflorestamento.

De acordo com Nolte *et al.* (2013), as UC-US possuem percentuais maiores de desflorestamento do que as UC-PI, em parte devido às UC-US estarem em locais de maior pressão de ocupação. Nolte *et al.* (2013) não incluíram as APA nas UC-US, com a justificativa de que as APA são constituídas de terras privadas sem restrições significativas ao uso. Ou seja, a categoria UC-US de Nolte *et al.* (2013) equivaleria ao grupo UC-US1 deste estudo. Diferente do que foi observado por esses autores, o resultado do corrente estudo não verificou diferença de susceptibilidade ao desflorestamento entre os grupos UC-PI e UC-US1. A diferença entre o resultado de Nolte *et al.* (2013) e o deste estudo pode estar relacionada aos períodos estudados, pois eles analisaram o desflorestamento no período 2000-2005, enquanto que neste estudo foi analisado todo o desflorestamento acumulado até o ano de 2017.

Diferentemente de Nolte *et al.* (2013), que simplesmente excluíram as APA das UC-US, ou de França *et al.* (2015), que juntaram todas as categorias de UC-US em uma única classe, no corrente estudo as APA foram mantidas, mas houve o cuidado de se criar dois grupos de UC-US: UC-US1, constituído por áreas de domínio somente público (RESEX, RDS e Floresta), e UC-US2, constituído por áreas de domínio público e/ou privado (APA, ARIE e RPPN). Com essa separação, ficou bem claro que o grupo UC-US2 tem o maior percentual de áreas com alta susceptibilidade ao desflorestamento, quando comparado aos demais grupos (Figura 8). Caso não tivessem sido criados dois grupos de UC-US (UC-US1 e UC-US2), possivelmente o grupo UC-US teria a maior susceptibilidade ao desflorestamento, levando à incorreta conclusão de que as todas as categorias de UC-US são mais susceptíveis ao desflorestamento do que as UC-PI, quando na verdade apenas as UC-US de domínio público e/ou privado (APA, ARIE e RPPN) são mais susceptíveis ao desflorestamento.

CONCLUSÃO

A informação espacial levantada que apresentou a maior correlação com o desflorestamento dentro das áreas protegidas foi o desflorestamento no entorno das áreas protegidas, o que reforça o papel do desflorestamento como impulsionador de outros fenômenos desta natureza, ou seja, a sua grande dependência espacial.

As áreas protegidas com valores mais elevados de susceptibilidade ao desflorestamento (baixos valores de síntese fatorial) ocorreram principalmente na região de mais intensa ocupação agropecuária (arco do desmatamento). O grupo UC-US2, que inclui a categoria APA, apresentou o maior percentual de áreas com alta susceptibilidade ao desflorestamento. Na região de maior pressão por ocupação (maior susceptibilidade ao desflorestamento), foi observado percentual maior de categorias de UC-US, que possuem as menores restrições de uso (APA, ARIE e RPPN), possivelmente com a intenção de explorar ao máximo essas áreas.

A APA é uma categoria de UC-US integrante do SNUC que está presente na base de dados de UC do Brasil, por isso ela deve ser mantida nos estudos de eficácia das UC na conservação das áreas naturais, tendo-se o cuidado de separar as categorias UC-US de domínio público (RESEX, RDS, Floresta e REFAU) das categorias de domínio público/privado (APA, ARIE e RPPN). Caso as APA tivessem sido removidas sumariamente deste estudo, o resultado, possivelmente, seria que não haveria diferença entre os valores de pressão de desflorestamento para os grupos de áreas protegidas, e não se teria verificado que as APA (grupo UC-US2 deste estudo) estão sendo criadas preferencialmente nas áreas de maior pressão de desflorestamento.

AGRADECIMENTOS

Aos avaliadores anônimos deste artigo, que, com as correções e sugestões, contribuíram para melhorar o documento inicialmente elaborado.



REFERÊNCIAS

- ALVES, D. S., 2002. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazônia. **International Journal of Remote Sensing** 23(14): 2903-2908. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431160110096791>.
- ANDERSEN, L. E. & E. R. REIS, 1997. **Deforestation development and government policy in the Brazilian Amazon**: an econometric analysis: 1-28. IPEA (Textos para Discussão, 513), Rio de Janeiro.
- ARRAES, R. A., F. Z. MARIANO & A. G. SIMONASSI, 2012. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural** 50(1): 119-140. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032012000100007>.
- BECKER, B. K., 2005. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados** 19(53): 71-86. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100005>.
- BRUNER, A. G., R. E. GULLISON, E. RAYMOND, E. R. RICHARD & G. A. B. FONSECA, 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. **Science** 291(5501): 125-128. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.291.5501.125>.
- CÂMARA, G. & M. S. CARVALHO, 2004. Análise espacial de eventos. In: S. DRUCK, M. S. CARVALHO, G. CÂMARA & A. V. M. MONTEIRO (Ed.): **Análise espacial de dados geográficos**: 55-75. EMBRAPA, Planaltina.
- CAMARGO, O. A., B. RAJ & J. M. A. S. VALADARES, 1982. Avaliação da capacidade de troca de cátions em solos utilizando o método do tampão SMP **Bragantia** 41(1): 119-123. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051982000100012>.
- CROSIER, S., B. BOOTH, K. DALTON, A. MITCHELL & K. CLARK, 2005. **ArcGIS 9: getting started with ArcGIS**: 1-265. Esri, Redlands.
- ELKIE, P. C., R. S. REMPEL & A. CARR, 1999. **Patch analyst user's manual**: a tool for quantifying landscape structure: 1-22. Northwest Science & Technology (NWS Technical Manual TM-002), Thunder Bay. Disponível em: <https://www.yumpu.com/en/document/view/29088001/patch-analyst-users-manual>. Acesso em: 14 abril 2019.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI), 2007. **ArcGIS 9.2 Desktop Help**: natural breaks (Jenks). Disponível em: http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?topicname=natural_breaks_%28jenks%29. Acesso em: 28 março 2019.
- FARIA, W. R., A. A. BETARELLI JÚNIOR & R. L. G. MONTENEGRO, 2019. Multidimensional characteristics and deforestation: an analysis for the Brazilian Legal Amazon. **Quality & Quantity** 53(4): 1959-1979. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11135-019-00850-4>.
- FARR, T. G., P. A. ROSEN, E. CARO, R. CRIPPEN, R. DUREN, S. HENSLEY, M. KOBRICK, M. PALLER, E. RODRIGUEZ, L. ROTH, D. SEAL, S. SHAFFER, J. SHIMADA, J. UMLAND, M. WERNER, M. OSKIN, D. BURBANK & D. ALSDORF, 2007. The Shuttle Radar Topography Mission. **Reviews of Geophysics** 45(2): RG2004. DOI: <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>.
- FEARNSIDE, P. M., 1996. Amazonian deforestation and global warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest. **Forest Ecology and Management** 80(1-3): 21-34. DOI: [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03647-4](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03647-4).
- FEARNSIDE, P. M., 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conservation Biology** 19(3): 680-688. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>.
- FERREIRA, L. V., E. VENTICINQUE & S. ALMEIDA, 2005. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados** 19(53): 157-166. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100010>.
- FICK, S. E. & R. J. HIJLMANS, 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** 37(12): 4302-4315. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5086>.
- FOLEY, J. A., G. P. ASNER, M. H. COSTA, M. T. COE, R. DEFRIES, H. K. GIBBS, E. A. HOWARD, S. OLSON, J. PATZ, N. RAMANKUTTY & P. SNYDER, 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. **Frontiers in Ecology and the Environment** 5(1): 25-32. DOI: [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[25:ARFDAL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[25:ARFDAL]2.0.CO;2).
- FRANÇOSO, R. D., R. BRANDÃO, C. C. NOGUEIRA, Y. B. SALMÔNA, R. B. MACHADO & G. R. COLLI, 2015. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Natureza & Conservação** 13(1): 35-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.04.001>.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI), 2018. **GeoProcessamento**: Shape - Terra Indígena (regularizada, homologada, declarada, delimitada e área em estudo). Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/shape>. Acesso em: 4 novembro 2018.
- GIAM, X., 2017. Global biodiversity loss from tropical deforestation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 114(23): 5775-5777. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1706264114>.
- HAIR JR., J. F., W. C. BLACK, B. J. BABIN & R. E. ANDERSON, 2014. **Multivariate data analysis**: 7. ed.: 1-734. Pearson, Edinburgh.
- HAMMER, Ø., 2019. **PAST - PAleontological STatistics - Reference manual (Version 3.23)**: 1-271. University of Oslo/Natural History Museum, Oslo.
- HENGL, T., J. M. JESUS, G. B. M. HEUVELINK, M. R. GONZALEZ, M. KILIBARDA, A. BLAGOTIĆ, W. SHANGGUAN, M. N. WRIGHT, X. GENG, B. BAUER-MARSCHALLINGER, M. A. GUEVARA, R. VARGAS, R. A. MACMILLAN, N. H. BATJES, J. G. B. LEENAARS, E. RIBEIRO, I. WHEELER, S. MANTEL & B. KEMPEN, 2017. SoilGrids250m: global gridded soil information based on machine learning. **PLoS ONE** 12(2): e0169748. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169748>.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2011. **Geoestatísticas de recursos naturais da Amazônia Legal - 2003**: 1-249. IBGE/CREN (Estudos & Pesquisas - Informação Geográfica, 8), Rio de Janeiro.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2018a. **Prodes Digital**: mosaicos de 2017 - Amazônia Legal (PDigital2000_2017_AMZ_gtif.zip). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/dadosn/mosaicos/2017>. Acesso em: 14 abril 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2018b. **Programa Queimadas**: banco de dados de queimadas. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>. Acesso em: 17 janeiro 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2019. **PRODES - Amazônia**: monitoramento do desmatamento da floresta amazônica brasileira por satélite. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 26 julho 2019.
- JOHNSON, R. A. & D. W. WICHERN, 2007. **Applied multivariate statistical analysis**: 6. ed.: 1-773. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.
- LANDAU, S. & B. S. EVERITT, 2004. **A handbook of statistical analyses using SPSS**: 1-335. Chapman & Hall/CRC Press LLC, Boca Raton.
- LAURANCE, W. F., A. K. M. ALBERNAZ & C. D. COSTA, 2001. Is deforestation accelerating in the Brazilian Amazon? **Environmental Conservation** 28(4): 305-311. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0376892901000339>.
- LAURANCE, W. F., A. K. M. ALBERNAZ, G. SCHROTH, P. M. FEARNSIDE, S. BERGEN, E. M. VENTICINQUE & C. COSTA, 2002. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Biogeography** 29(5-6): 737-748. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2002.00721.x>.
- MARGULIS, S., 2004. **Causes of deforestation of the Brazilian Amazon**: 1-77. World Bank (World Bank Working Paper, n. 22), Washington.
- MELO, C. O. & J. L. PARRÉ, 2007. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização. **Revista de Economia e Sociologia Rural** 45(2): 329-365. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032007000200005>.
- MENEZES, A. C. F., S. FAISSOL & M. L. FERREIRA, 1978. Análise da matriz geográfica: estruturas e inter-relações. In: S. FAISSOL (Org.): **Tendências atuais na geografia urbano/regional**: teorização e quantificação: 67-109. IBGE, Rio de Janeiro.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2011. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006) - Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006)**: 1-76. MMA/SBF, Brasília.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2018a. **Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado) e Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) - Fase 2016-2020**: 1-92. MMA/SMCF, Brasília.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2018b. **Download de dados geográficos**: áreas especiais - Unidades de Conservação. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 10 outubro 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2018c. **Download de dados geográficos**: limites políticos e localidades - limites administrativos - localidades. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 10 outubro 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2018d. **Download de dados geográficos**: base cartográfica - transporte - rodovias - PNLT. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 10 outubro 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2018e. **Áreas prioritárias**: principais rios (arcos); principais rios (polígonos). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/component/k2/item/7635.html?Itemid=935>. Acesso em: 27 novembro 2018.
- MINITAB, 2017. **Introdução ao Minitab 18**: 1-74. Minitab Inc., State College.
- MONTEIRO, V. P. & J. C. V. PINHEIRO, 2004. Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal. **Revista de Economia e Sociologia Rural** 42(2): 365-387. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032004000200009>.
- MUKAKA, M. M., 2012. A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal** 24(3): 69-71.
- NAGENDRA, H., 2008. Do parks work? Impact of protected areas on land cover clearing. **AMBIO: A Journal of the Human Environment** 37(5): 330-337. DOI: <https://doi.org/10.1579/06-R-184.1>.
- NOBRE, C. A., G. SAMPAIO, L. S. BORMA, J. C. CASTILLA-RUBIO, J. S. SILVA & M. CARDOSO, 2016. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **Proceedings National Academy of Sciences of the United States of America** 113(39): 10759-10768. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113>.
- NOGUEIRA, E. M., A. M. YANAI, F. O. R. FONSECA & P. M. FEARNSIDE, 2015. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. **Global Change Biology** 21(3): 1271-1292. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.12798>.
- NOLTE, C., A. AGRAWAL, K. M. SILVIUS & B. S. SOARES FILHO, 2013. Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 110(13): 4956-4961. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1214786110>.

- PFAFF, A. S. P., 1999. What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data. **Journal of Environmental Economics and Management** 37(1): 26-43. DOI: <https://doi.org/10.1006/jeeem.1998.1056>.
- PRATES, R. C. & C. J. C. BACHA, 2011. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. **Economia e Sociedade** 20(3): 601-636. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0104-06182011000300006>.
- QGIS PROJECT, 2017. **QGIS user guide**: versão 2.14: 1-418. QGIS Development Team, Gossau.
- REZENDE, M. L., L. P. S. FERNANDES & A. M. RODRIGUES E SILVA, 2007. Utilização da análise fatorial para determinar o potencial de crescimento econômico em uma região do Sudeste do Brasil. **Revista Economia e Desenvolvimento** 19: 92-109.
- ROSADO, P. L., M. V. ROSSATO & J. E. LIMA, 2009. Análise do desenvolvimento socioeconômico das microrregiões de Minas Gerais. **Revista Econômica do Nordeste** 40(2): 297-310.
- SANTOS, P. R. A. & L. M. T. OLIVEIRA, 2003. Processamento digital de imagens realizado no IBGE. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** 11: 2123-2128.
- SKOLE, D. & C. TUCKER, 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science** 260(5116): 1905-1910. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.260.5116.1905>.
- SOARES, A. C. L. G., A. M. P. M. GOSSON, M. A. L. H. MADEIRA & V. D. S. TEIXEIRA, 1999. Índice de Desenvolvimento Municipal: hierarquização dos municípios do Ceará no ano de 1997. **Revista Paranaense de Desenvolvimento** 97: 71-89.
- SOUZA, A. L., 2003. **Análise fatorial**: uma introdução: 1-43. UFV/DEF, Viçosa.
- STEGE, A. L. & J. L. PARRÉ, 2013. Fatores que determinam o desenvolvimento rural nas microrregiões do Brasil. **Confins** 19. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.8640>.
- SYMES, W. S., D. P. EDWARDS, J. MIETTINEN, F. E. RHEINDT & L. R. CARRASCO, 2018. Combined impacts of deforestation and wildlife trade on tropical biodiversity are severely underestimated. **Nature Communications** 9: 4052. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06579-2>.
- ZAR, J. H., 2010. **Biostatistical analysis**: 5. ed.: 1-944. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River.



NOTAS DE PESQUISAS

Aves silvestres criadas em cativeiro na cidade de Eirunepé, médio rio Juruá, sudoeste da Amazônia brasileira

Wild birds bred in captivity in the city of Eirunepé, middle Juruá river, southwestern Brazilian Amazonia

Miberly Cavalcante de Oliveira^I  | Diego Pedroza^{II} 

^IUniversidade do Estado do Amazonas. Núcleo de Ensino Superior de Eirunepé. Eirunepé, Amazonas, Brasil

^{II}Universidade Federal do Acre. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais. Rio Branco, Acre, Brasil

Resumo: Neste estudo, realizamos um levantamento de aves silvestres em cativeiro e o modo de manutenção (criação) desses animais na cidade de Eirunepé, Amazonas, Brasil. Coletamos os dados de duas formas: sorteio de ruas a serem amostradas e indicação de criadores por informantes. Registramos 142 aves, pertencentes a 15 espécies de Psittacidae, Rallidae e Thraupidae. As três espécies com os maiores percentuais de registro foram *Sporophila angolensis* (34,5%, n = 49), *S. lineola* (33,8%, n = 48) e *Amazona festiva* (9,2%, n = 13). Os modos de criação registrados foram: gaiolas (84,51%, n = 120), soltas nas imediações da residência (9,15%, n = 13) e amarradas pelo tarso (6,34%, n = 9). Das espécies registradas, apenas *S. cf. maximiliani* está criticamente ameaçada de extinção. Concluímos que a manutenção de aves cativas em Eirunepé está, em grande parte, concentrada em passeriformes e que as finalidades da criação podem ser para estimação, uso em disputas de canto e rinhas ou reabilitação e, além disso, a manutenção das aves pode variar de acordo com o tamanho dos indivíduos. É fundamental que os criadores tenham conhecimento sobre as maneiras adequadas de criação e de como obter aves silvestres de maneira legal no Brasil.

Palavras-chave: Criadores de aves. Criação de animais. Animais de estimação. Estado do Amazonas.

Abstract: In this study, we conducted a survey of captive wild birds and the way to raise and keep these animals in the city of Eirunepé, Amazonas, Brazil. We used two data collection methods: a random selection of streets to be sampled and a number of breeders indicated by informants. We registered 142 birds belonging to 15 species of Psittacidae, Rallidae, and Thraupidae. The three species with the highest percentages of registrations were *Sporophila angolensis* (34.5%, n = 49), *S. lineola* (33.8%, n = 48), and *Amazona festiva* (9.2%, n = 13). The raising methods observed were: cages (84.51%, n = 120), released in the vicinity of residence (9.15%, n = 13), and tied at the tarsus (6.34%, n = 9). Of the registered species, only *S. cf. maximiliani* is critically endangered with extinction. We conclude that the keeping of captive birds in Eirunepé is largely restricted to passerines and that they are raised as pets, for singing and fighting contests or rehabilitation. Furthermore, different kinds of birdkeeping may vary according to the size of individuals. It is essential that breeders have knowledge about the proper ways of breeding and how to obtain wild birds legally in Brazil.

Keywords: Wild bird breeders. Animal breeding. Pets. State of Amazonas.

OLIVEIRA, M. C. & D. PEDROZA, 2020. Aves silvestres criadas em cativeiro na cidade de Eirunepé, médio rio Juruá, sudoeste da Amazônia brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 467-473. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.189>. Autor para correspondência: Diego Pedroza. Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC, Brasil. Caixa Postal 500. CEP 69920-900 (diego.guima1@hotmail.com).

Recebido em 14/09/2019

Aprovado em 29/05/2020

Responsabilidade editorial: Adriano Oliveira Maciel



As aves silvestres nativas são bastante desejadas por criadores no Brasil para várias finalidades, entre elas consta a criação como animal de estimação, a realização de disputas de cantos e também de rinhas (Gama & Sassi, 2008; Alves *et al.*, 2010; Nobrega *et al.*, 2011). No país, a criação de animais silvestres é crime, conforme a lei 9.605/98, artigo 29 da Constituição Federal (Brasil, 2009). Entretanto, a manutenção de aves e de outros animais silvestres nativos é permitida caso o criador atenda às normas estabelecidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (Brasil, 2009; IBAMA, 2019). No caso das aves silvestres, o criador deve possuir o Registro de Criador Amador expedido pelo IBAMA, que permite a manutenção apenas de aves da ordem Passeriformes adquiridas em criadouros autorizados, nunca animais capturados no *habitat* natural e provenientes do mercado ilegal (IBAMA, 2019).

Por meios legais, as aves podem ser mantidas em gaiolas ou viveiros (IBAMA, 2011). As duas formas devem conter uma série de especificações que permitam o bem-estar das aves, como alimentos adequados disponíveis, água limpa, poleiros de diferentes diâmetros e dimensões que permitam que elas executem pequenos voos (IBAMA, 2011). Além disso, os viveiros, que são geralmente estruturas maiores do que as gaiolas, devem possuir áreas estratégicas que facilitem a entrada e a saída das aves, definidas como áreas de cambiamento (IBAMA, 2011).

A criação de aves silvestres em cativeiro sem os devidos cuidados, como o fornecimento de alimentação adequada, gera problemas de saúde às aves, a exemplo de *stress*, automutilação da plumagem e até morte (Almeida *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2015). Por outro lado, quando o manejo segue as normas estabelecidas pelo IBAMA, as aves têm grande longevidade em cativeiro (Silva *et al.*, 2015). Além disso, a criação legalizada contribui para a conservação das espécies, pois inibe a captura das aves em ambientes naturais (Silva *et al.*, 2015).

A captura de aves silvestres no Brasil com o objetivo de venda no mercado ilegal pode acarretar sérios problemas

para a conservação das espécies (Bastos *et al.*, 2010). A ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii* (Wagler, 1832)), por exemplo, foi extinta da natureza devido à captura para o contrabando e, atualmente, a espécie persiste apenas com indivíduos mantidos em cativeiro (Barros *et al.*, 2012). No país, as aves mais cobiçadas são da família Psittacidae, como os papagaios e periquitos, e os Passeriformes da família Thraupidae, como os canários e curiós (IBAMA, 2019). Na região amazônica, aparentemente, as aves não compõem a maioria dos animais silvestres apreendidos pelo IBAMA como em outras regiões do Brasil (Nascimento *et al.*, 2015). Em Boa Vista, no estado de Roraima, o Mantenedor de Fauna Silvestre do Batalhão de Infantaria e Selva abriga um número pequeno de aves apreendidas (Farias, R., 2013), assim como no estado do Amapá, onde as apreensões de aves são raras (Santos *et al.*, 2011). No estado do Acre, apenas 1% dos animais apreendidos é composto por aves (Fuccio *et al.*, 2003). No estado do Amazonas, as aves também possuem pouca representatividade entre os animais apreendidos pelo IBAMA, sendo que as espécies mais cobiçadas pelos criadores irregulares são o curió (*Sporophila angolensis* (Linnaeus, 1766)) e o caboclinho-de-peito-castanho (*S. castaneiventris* Cabanis, 1849) (Nascimento *et al.*, 2015).

Através da realização de levantamentos das aves silvestres mantidas em cativeiro, é possível saber quais espécies sofrem maiores pressões de captura e tráfico em uma dada região. Com isso, é possível traçar planos de fiscalização e combate à criação ilegal e ajudar na conservação dessas espécies. Desta forma, o nosso objetivo foi realizar um levantamento de aves silvestres nativas criadas por moradores em uma cidade no interior do vasto território amazônico, além de verificar os modos de manutenção (criação) das espécies na região.

Realizamos o estudo na área urbana do município de Eirunepé (6° 39' 40,0" S; 69° 52' 05,2" O), localizada às margens do rio Juruá, no estado do Amazonas, Brasil (Figura 1). O município possui 34.840 habitantes, distribuídos em 6.228 residências (IBGE, 2010). O clima da região é equatorial, com índices elevados de

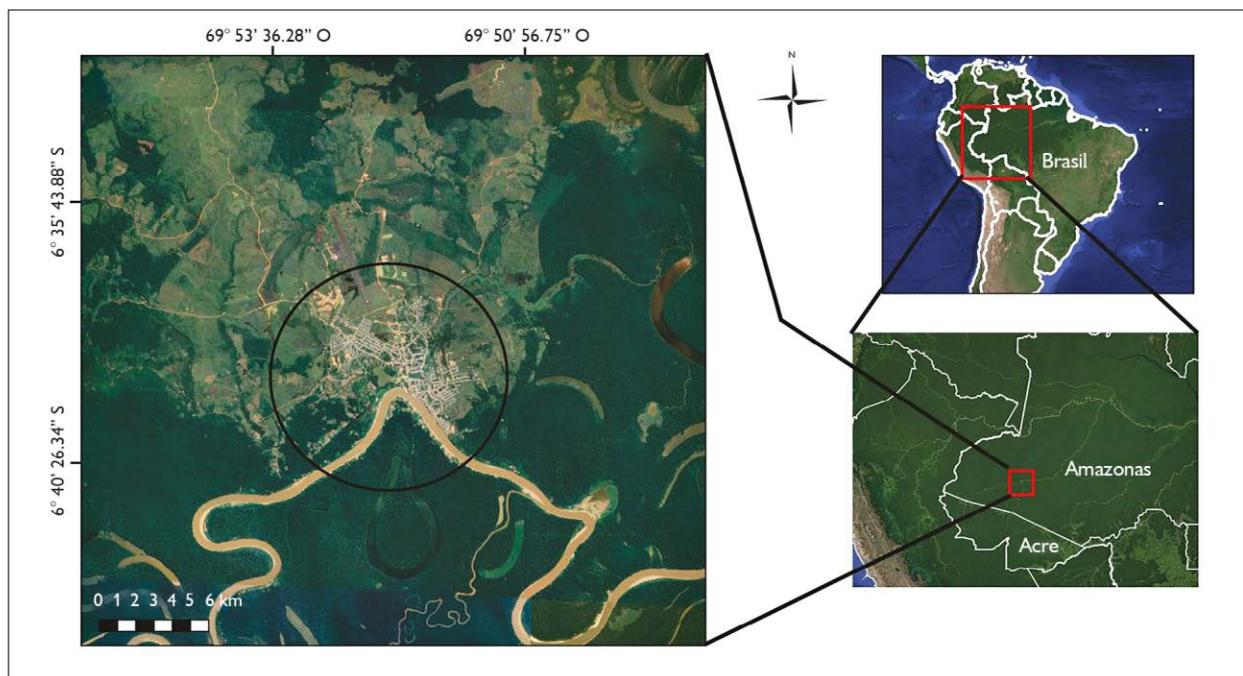


Figura 1. Localização da área urbana de Eirunepé (elipse), nas margens do rio Juruá, estado do Amazonas, Brasil. Mapa: Diego Pedroza (2020).

umidade relativa do ar e baixas amplitudes térmicas, com temperatura média de 26 °C (INMET, 2019).

Realizamos a coleta de dados em residências à procura de criadores de aves. O levantamento ocorreu entre janeiro e abril de 2019 e utilizamos dois métodos: (a) sorteio de ruas: realizamos sorteio de cinco ruas da cidade, por meio do qual visitamos todas as residências, de cada rua sorteada, em busca de criadores de aves silvestres; (b) indicação: foram visitadas residências de pessoas que criam aves silvestres, através de prévio conhecimento e/ou por indicações informais de moradores. Não solicitamos que os criadores de aves apresentassem o Registro de Criador Amador expedido pelo IBAMA, portanto, os criadores que participaram desta pesquisa podem ser amadores regulares ou irregulares. Para garantir o anonimato dos criadores, não divulgamos seus nomes e nem os nomes das ruas. Nas residências amostradas, solicitamos permissão para uso de câmera fotográfica e realização do registro do modo de manutenção das espécies (e.g. gaiolas), com a finalidade de efetivar a identificação da ave.

Registramos 142 aves, pertencentes a 15 espécies de três famílias distintas (Tabela 1). Através do método de sorteio das ruas, visitamos 213 residências, entre as quais havia criadores de aves silvestres em 60 delas. Por esse método, registramos 80 indivíduos de nove espécies. Pelo método de indicação, visitamos 53 residências e registramos 62 indivíduos de oito espécies. No total, visitamos dez ruas e, em média, havia $0,39 \pm 0,68$ (média \pm DP) aves por residência. Em relação ao modo de manutenção, registramos aves em gaiolas (84,51%, $n = 120$), soltas nas imediações da residência (9,15%, $n = 13$) e amarradas pelo tarso com corda (6,34%, $n = 9$) (Tabela 1).

As aves com os maiores percentuais de registros foram o curió (*S. angolensis*, 34,5%, $n = 49$), o bigodinho (*S. lineola* (Linnaeus, 1758), 33,8% $n = 48$) e o papagaio-da-várzea (*Amazona festiva* (Linnaeus, 1758), 9,2%, $n = 13$) (Figura 2). Encontramos criadores de aves em todas as ruas sorteadas. Através do método de sorteio, na rua com mais residências ($n = 54$), registramos 18 aves silvestres em cativeiro, enquanto na rua com menos residências ($n = 25$),

registramos 14 aves. A média de aves registradas em cativeiro por rua sorteada foi de $16 \pm 1,58$ (média \pm DP).

Entre as espécies que registramos, apenas *S. cf. maximiliani* encontra-se na categoria 'criticamente em perigo', da Lista Nacional Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2014), e na categoria 'ameaçada de extinção' (*Endangered*) da *International Union for Conservation of Nature's Red List* (BirdLife International, 2019).

Todas as aves que registramos em cativeiro são nativas do Brasil, exceto o bicudo-do-bico-preto (*S. atrostris* Sclater e Salvin, 1878) (Piacentini *et al.*, 2015; BirdLife International, 2018; Jaramillo, 2020). Apesar de *S. cf. crassirostris* e *S. cf. maximiliani* serem nativas do território brasileiro, ambas

espécies não possuem registros previamente confirmados em *habitat* natural para o sudoeste da Amazônia, região de Eirunepé (BirdLife International, 2016, 2019; GBIF, 2019). No alto rio Juruá, no estado do Acre, há relatos da possível presença de indivíduos de *S. maximiliani* em *habitat* natural, possivelmente fugidos de cativeiro (Guilherme, 2016). No entanto, não há ainda a confirmação da identificação desta espécie na região, pois não há informações de morfometria e nem da coloração do bico dos espécimes observados (Ubaid *et al.*, 2018). Apesar disso, os registros de *S. cf. crassirostris*, *S. cf. maximiliani* e *S. atrostris* em cativeiro, na cidade de Eirunepé, são indicações de que os criadores podem estar capturando essas espécies em ambiente natural na região,

Tabela 1. Espécies de aves silvestres criadas por moradores da área urbana de Eirunepé, Amazonas, Brasil. Legendas: MC = Modo de criação; NR = número de registros para cada espécie. Abreviações para o modo de criação: G = gaiola; S = solto; AT = amarrado pelo tarso. A nomenclatura segue Piacentini *et al.* (2015), * = Jaramillo (2020) e ** = população local.

Ordem/Família/Espécie	Nome popular	MC	NR
Gruiformes Rallidae			
<i>Laterallus exilis</i> (Temminck, 1831)	sanã-do-capim	G	1
Psittaciformes Psittacidae			
<i>Aratinga weddellii</i> (Deville, 1851)	periquito-de-cabeça-suja	S	4
<i>Brotogeris cyanopectera</i> (Pelzeln, 1870)	periquito-de-asa-azul	S	4
<i>Pionites leucogaster</i> (Kuhl, 1820)	marianinha-de-cabeça-amarela	G	1
<i>Amazona festiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio-da-várzea	AT/S	9/4
<i>Amazona farinosa</i> (Boddaert, 1783)	papagaio-moleiro	S	1
<i>Amazona ochrocephala</i> (Gmelin, 1788)	papagaio-campeiro	G	1
Passeriformes Thraupidae			
<i>Sporophila americana</i> (Gmelin, 1789)	coleiro-do-norte	G	9
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	bigodinho	G	48
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	baiano	G	1
<i>Sporophila castaneiventris</i> Cabanis, 1849	caboclinho-de-peito-castanho	G	1
<i>Sporophila angolensis</i> (Linnaeus, 1766)	curió	G	49
<i>Sporophila cf. crassirostris</i> (Gmelin, 1789)		G	3
<i>Sporophila cf. maximiliani</i> (Cabanis, 1851)		G	5
* <i>Sporophila atrostris</i> Sclater e Salvin, 1878	**bicudo-do-bico-preto	G	1



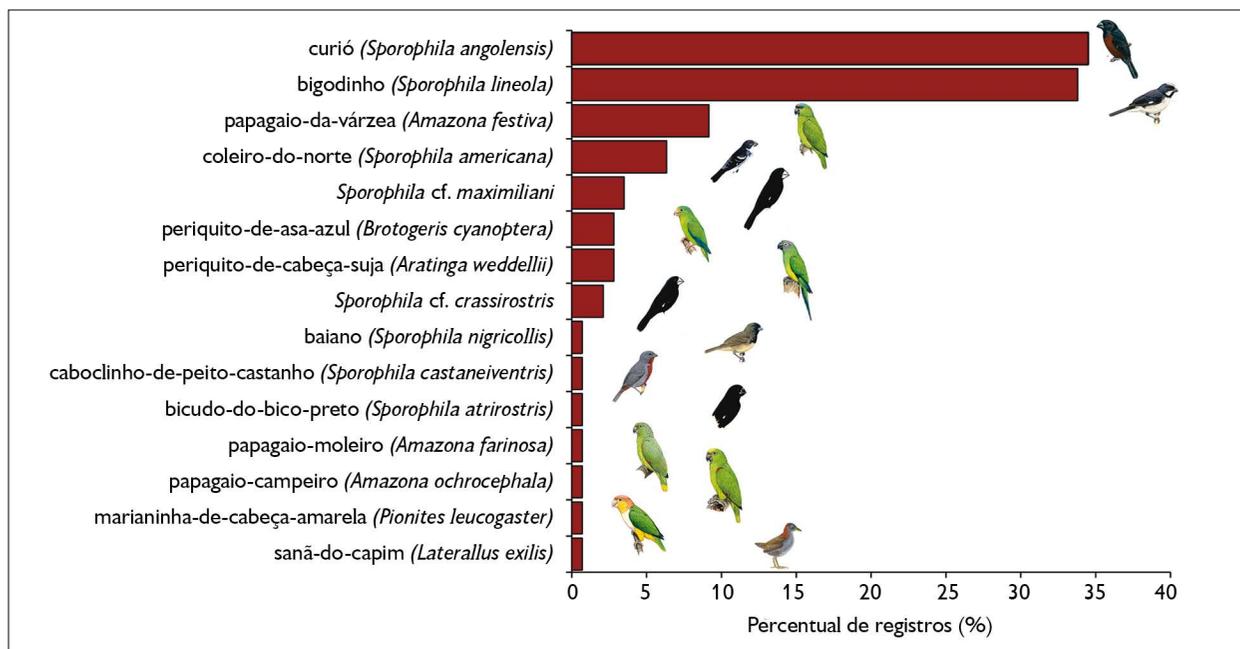


Figura 2. Percentual de registros de aves silvestres criadas em cativeiro por moradores da área urbana de Eirunepé, Amazonas, Brasil. Ilustrações fora de proporção extraídas de Restall *et al.* (2007) e Schulenberg *et al.* (2007).

os adquirindo de outras regiões do Brasil ou até mesmo de países vizinhos, como Peru e Bolívia.

O curió (*S. angolensis*) foi a espécie que mais registramos em cativeiro e é uma das aves mais cobiçadas no Brasil e na Amazônia, devido ao seu canto melodioso (Sick, 1997; Sigrist, 2016; Farias, R. *et al.*, 2019). Além do canto, as aves da família Thraupidae são cobiçadas para brigas/rinhas por criadores irregulares, devido ao comportamento agressivo que apresentam (Gama & Sassi, 2008; Alves *et al.*, 2010). As espécies do gênero *Sporophila*, como o curió (*S. angolensis*) e o bigodinho (*S. lineola*), defendem seus territórios com comportamentos agonísticos através de cantos territoriais (Rising & Jaramillo, 2020; Jaramillo & Kirwan, 2020), que atraem indivíduos da mesma espécie no *habitat* natural, os quais podem ser capturados com visgo, redes de neblina ou alçapão (Gama & Sassi, 2008).

O papagaio-da-várzea (*A. festiva*) foi a espécie da ordem Psittaciformes que mais encontramos em cativeiro. Aves nativas dessa ordem não possuem regulamentação de criação amadorista no Brasil, portanto, a criação delas

como encontrada em Eirunepé é proibida (IBAMA, 2019). Os psitacíformes aparentemente são fáceis de criar, pois se alimentam de frutas e sementes (Sick, 1997; Sigrist, 2016) e são apreciados devido à sua beleza e à capacidade de imitar alguns sons, como a voz humana (Zardo *et al.*, 2014). As espécies costumam ser retiradas do *habitat* natural ainda filhotes, para serem vendidas no mercado ilegal (Francisco & Moreira, 2012) e isso possivelmente ocorre em Eirunepé.

Além das possíveis capturas ilegais no ambiente natural e do registro de espécies de outras regiões, as aves encontradas podem ser oriundas de resgates, devido à colisão em janelas ou paredes, por exemplo. Isso explicaria o registro do sanã-do-capim [*Laterallus exilis* (Temminck, 1831)], espécie que não é apreciada por criadores de aves (Bastos *et al.*, 2008; Araújo *et al.*, 2010; Nascimento *et al.*, 2015). Como não há um centro de reabilitação e nenhum outro órgão que possa acolher aves silvestres acidentadas em Eirunepé, a alternativa da população seria tentar cuidar dessas aves por conta própria.

Entre os modos de manutenção registrados, apenas o uso de gaiolas está dentro das normas de regulamentação no Brasil (IBAMA, 2011). Também percebemos que poucas espécies de Psittacidae são mantidas em gaiolas, e isso pode estar relacionado ao porte maior dessas espécies, comparado ao porte dos Passeriformes. A criação de aves soltas nas imediações da residência do criador e amarradas pelo tarso não consta nas regulamentações brasileiras de criação de aves silvestres (IBAMA, 2019). Além disso, não observamos aves com anilha de registro ou origem, o que sugere que as espécies de cativeiro em Eirunepé não são obtidas em criadouros regulares.

Dados como os que apresentamos aqui constituem uma importante fonte para estudos e planejamentos de conservação de aves na região, mas, além disso, é fundamental que haja campanhas de orientação à população por parte dos órgãos competentes, como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o IBAMA, para que as normas legais sobre a criação de animais em cativeiro sejam respeitadas. Além disso, concomitante ao trabalho de educação ambiental, cabe aos governos o investimento em fiscalização, bem como a apreensão e o acolhimento para reabilitação das espécies, quando necessário. Desse modo, todas essas ações podem favorecer a conservação das aves silvestres exploradas para a manutenção em cativeiro na região de Eirunepé, assim como em todo o Brasil.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Núcleo de Ensino Superior de Eirunepé. À coordenação do curso de biologia, à direção e aos professores do Núcleo de Ensino Superior de Eirunepé. À Me. Ana Lúcia Garcia Torres e à Dra. Eloá Aravelo, pelas sugestões, críticas e revisão ao texto. Aos revisores anônimos do resumo divulgado no Simpósio do Instituto Mamirauá. Ao Dr. Edson Guilherme, por correções, sugestões e identificação de alguns bicudos. Ao Dr. Flávio Kulaif Ubaid, pela identificação de alguns

bicudos. E aos criadores de aves silvestres de Eirunepé, que colaboraram com a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. V. S., M. G. SOUZA, L. M. BASSAN, F. QUEIROZ & R. E. P. PEREIRA, 2008. Automutilação em aves silvestres: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária** 2(11): 1-5.
- ALVES, R. R. N., E. E. G. NOGUEIRA, H. F. P. ARAÚJO & E. B. BROOKS, 2010. Birds-keeping in the Caatinga, NE Brazil. **Human Ecology** 3(8): 147-156. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-009-9295-5>
- ARAÚJO, A. C. B., R. E. BEHR, J. S. LONGHI, S. T. P. MENEZES & R. M. KANIESKI, 2010. Diagnóstico sobre a avifauna apreendida e entregue espontaneamente na Região Central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 8(3): 279-284.
- BARROS, Y. M., Y. SOYE, C. Y. MIYAKI, R. WATSON, L. CROSTA & C. LUGARINI, 2012. **Plano de ação nacional para a conservação da ararinha-azul/Cyanopsitta spixii**: 1-140. ICMBio, Brasília.
- BASTOS, F. L., L. V. FERREIRA, J. I. L. REIS & L. V. SOUZA, 2010. Apreensão de espécimes da fauna silvestre em Goiás: situação e destinação. **Revista de Biologia Neotropical** 5(2): 51-63. DOI: <https://doi.org/10.5216/rbn.v5i2.9822>
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2016. Large-billed Seed-finch *Sporophila crassirostris*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/large-billed-seed-finch-sporophila-crassirostris>. Acesso em: 12 agosto 2019.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2018. Black-billed Seed-finch *Sporophila atrirostris*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/black-billed-seed-finch-sporophila-atirostris>. Acesso em: 12 agosto 2019.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2019. Species factsheet: *Sporophila maximiliani*. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/great-billed-seed-finch-sporophila-maximiliani/refs>. Acesso em: 21 maio 2019.
- BRASIL, 2009. **Constituição da República Federativa do Brasil**: 1-496. Saraiva, São Paulo.
- FARIAS, R. E. S., 2013. Levantamento dos animais silvestres depositados no Mantenedouro de Fauna Silvestre do 7º BIS (Batalhão de Infantaria de Selva) e sua história: uma amostra do tráfico de animais silvestres no estado de Roraima. **Diálogos & Ciência** 1(33): 1-6.
- FARIAS, T. C., R. P. BELO, S. R. SILVA & P. C. B. JÚNIOR, 2019. Comércio ilegal de aves silvestres em feiras livres da Amazônia: um estudo de caso no município de Abaetetuba, Pará, Brasil. **Biota Amazônia** 9(4): 24-28.

- FRANCISCO, R. L. & N. MOREIRA, 2012. Manejo, reprodução e conservação de psitacídeos brasileiros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 36(4): 215-219.
- FUCCIO, H., E. F. CARVALHO & G. VARGAS, 2003. Perfil da caça e dos caçadores no estado do Acre, Brasil. **Revista Aportes Andinos** 1(6): 1-18.
- GAMA, T. P. & R. SASSI, 2008. Aspectos do comércio ilegal de pássaros silvestres na cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia** 2(2): 1-20.
- GLOBAL BIODIVERSITY INFORMATION FACILITY (GBIF), 2019. Disponível em: <http://www.gbif.org>. Acesso em: 12 agosto 2019.
- GUILHERME, E., 2016. **Aves do Acre**: 1-987. Edufac, Rio Branco.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 19 maio 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA), 2011. **Criação amadora e comercial de Passeriformes nativos**. Instrução Normativa nº 10, de 20/09/2011. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=78867>. Acesso em: 19 maio 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA), 2019. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/fauna-silvestre/passaros-silvestres/criacao-amadora-passeriformes-fauna-silvestre-sispass>. Acesso em: 20 maio 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), 2019. Disponível em: www.inmet.gov.br. Acesso em: 20 maio 2019.
- JARAMILLO, A., 2020. Black-billed Seed-finch (*Sporophila atrirostris*). In: J. HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE & E. JUANA (Ed.): **Handbook of the birds of the World alive**. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca. DOI: <https://doi.org/10.2173/bow.bbsfin1.01>
- JARAMILLO, A. & G. M. KIRWAN, 2020. Lined seedeater (*Sporophila lineola*). In: J. HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE & E. JUANA (Ed.): **Handbook of the birds of the World alive**. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca. DOI: <https://doi.org/10.2173/bow.linsee1.01>
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2014. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao-ARQUIVO/00-saiba-mais/04_-_PORTARIA_MMA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_DEZ_DE_2014.pdf. Acesso em: 27 maio 2020.
- NASCIMENTO, C. A. R., R. E. CZABAN & R. R. N. ALVES, 2015. Trends in illegal trade of wild birds in Amazonas state, Brazil. **Tropical Conservation Science** 8(4): 1098-1113. DOI: <https://doi.org/10.1177/194008291500800416>
- NOBREGA, A. V., A. A. J. BARBOSA & N. R. R. ALVES, 2011. Utilização de aves silvestres por moradores do município de Fagundes, do Semiárido paraibano: uma abordagem etno-ornitológica. **Sitientibus Série Ciências Biológicas** 11(2): 165-175.
- PIACENTINI, V., A. ALEIXO, C. E. AGNE, G. N. MAURÍCIO, J. F. PACHECO, G. A. BRAVO, G. R. R. BRITO, L. N. NAKA, F. OLMO, S. POSSO, L. F. SILVEIRA, G. S. BETINI, E. CARRANO, I. FRANZ, A. C. LEES, L. M. LIMA, D. PIOLI, F. SCHUNCK, F. R. AMARAL, G. A. BENCKE, M. COHN-HAFT, L. F. A. FIGUEIREDO, F. C. STRAUBE & E. CESARI, 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.
- RESTALL, R., C. RODNER & M. LENTINO, 2007. **Birds of Northern South America: an identification guide – plates and maps**: 1-656. Yale University Press, New Haven.
- RISING, J. & A. JARAMILLO, 2020. Chestnut-bellied seed-finch (*Sporophila angolensis*). In: J. HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE & E. JUANA (Ed.): **Handbook of the birds of the World alive**. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca. Disponível em: <https://birdsoftheworld.org/bow/species/cbsfin/1.0/introduction>. Acesso em: 20 maio 2019.
- SANTOS, E. A. M., M. BUENO, A. S. ARAÚJO, I. F. A. BARROS, N. N. G. PAES, S. R. W. RODRIGUES & C. E. C. CAMPOS, 2011. Aves do Centro de Triagem de Animais Silvestres do Estado do Amapá. **Ornithologia** 1(4): 86-90.
- SCHULENBERG, T. S., D. F. STOTZ, D. F. LANE, J. P. O'NEILL & T. A. PARKER III, 2007. **Birds of Peru**. Princeton University Press, New Jersey.
- SICK, H., 1997. **Ornitologia brasileira**: 1-862. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- SIGRIST, T., 2016. **Avifauna brasileira**: guia de campo Avis Brasilis: 1-608. Avis Brasilis, Vinhedo.
- SILVA, M. E., R. L. E. OLIVEIRA, S. F. V. LIMA, G. C. J. BORGES & N. J. W. PORTO, 2015. Aves silvestres comercializadas ilegalmente em feiras livres da cidade de Arapiraca. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** 11(21): 2045-2055.
- UBAID, F. K., C. A. B. MEDOLAGO, T. V. V. COSTA, M. R. FRANCISCO, K. V. C. BARBOSA & A. D. S. JÚNIOR, 2018. Taxonomy, natural history, and conservation of the Great-billed Seed-Finch *Sporophila maximiliani* (Cabanis, 1851) (Thraupidae, Sporophilinae). **Zootaxa** 4442(4): 551-571. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4442.4.4>
- ZARDO, L. E., E. BEHR RODOLFO, A. MACEDO, L. PEREIRA QUINTO & M. LOVATO, 2014. Aves nativas e exóticas mantidas como animais de estimação em Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Ambiental Catarinense** 11(1-2): 33-42.

Revisão da distribuição de *Suiriri suiriri burmeisteri* (Aves: Tyrannidae) no estado de São Paulo, Brasil, com novos registros em seu limite de distribuição sudeste

Revision of the distribution of *Suiriri suiriri burmeisteri* (Aves: Tyrannidae) in the state of São Paulo, Brazil, with new records in its southeastern distribution limits

Arthur Macarrão¹  | Fernando Igor de Godoy^{1, II} 

¹Casa da Floresta Ambiental Ltda. Piracicaba, São Paulo, Brasil

^{II}Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. São Carlos, São Paulo, Brasil

Resumo: O suiriri-cinzento (*Suiriri suiriri*) apresenta ampla distribuição na América do Sul, estando a subespécie *S. s. burmeisteri* restrita a fitofisionomias semiabertas dos biomas Cerrado, Caatinga e Pantanal, cuja extensão predomina em território brasileiro. No estado de São Paulo, a escassez de registros e de informações sobre a espécie a levou a ser considerada criticamente ameaçada anteriormente. Aqui, apresentamos novos registros, alguns mais a sudeste do que aqueles conhecidos para o estado, os quais conferem uma pequena expansão de distribuição local. Além disso, revisamos a distribuição da espécie no estado de São Paulo.

Palavras-chave: Cerrado. Suiriri-cinzento. Limites de bioma. Mapa de distribuição.

Abstract: The Suiriri Flycatcher (*Suiriri suiriri*) is widely distributed in South America, with the subspecies *S. s. burmeisteri*, which occurs mainly in Brazilian territory, restricted to the semi-open phytophysionomies of the Cerrado, Caatinga, and Pantanal biomes. Due to the scarcity of records and information in the state of São Paulo, the species used to be previously considered as critically endangered. Here we present new records, some of which from further to the southeast than known for this state, and we briefly elaborate on its local distribution. Furthermore, we review the distribution of the species in the state of São Paulo.

Keywords: Cerrado. Suiriri flycatcher. Biome boundaries. Distribution map.

MACARRÃO, A. & F. I. GODOY, 2020. Revisão da distribuição de *Suiriri suiriri burmeisteri* (Aves: Tyrannidae) no estado de São Paulo, Brasil, com novos registros em seu limite de distribuição sudeste. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 475-481. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.162>.

Autor para correspondência: Arthur Macarrão. Avenida Joaninha Morganti, 289 – Monte Alegre. Piracicaba, SP, Brasil. CEP 13415-030 (arthur@casadafloresta.com.br).

Recebido em 06/08/2019

Aprovado em 08/04/2020

Responsabilidade editorial: Adriano Oliveira Maciel



INTRODUÇÃO

O gênero *Suiriri* possui uma taxonomia complexa, sendo alvo de diversos debates (Hayes, 2001; Zimmer *et al.*, 2001; Lopes & Marini, 2005; Kirwan *et al.*, 2014). Atualmente, duas espécies são reconhecidas, sendo *Suiriri suiriri* (Vieillot, 1818) a que apresenta distribuição geográfica mais ampla na América do Sul (Robbins, 2017), com três subespécies assinaladas para o território brasileiro (Piacentini *et al.*, 2015). *Suiriri suiriri bahiae* é restrita ao Nordeste do Brasil, enquanto *S. s. suiriri* distribui-se pela Bolívia, pelo Paraguai, pelo Uruguai, pelo Sul do Brasil e pela Argentina, chegando à Patagônia (San Antonio Oeste, Río Negro, Argentina; Llanos *et al.*, 2011). Já a forma conferida para o Brasil central, que ocorre até o oeste do estado de São Paulo, atualmente é tratada como *Suiriri suiriri burmeisteri* (Kirwan *et al.*, 2014; Piacentini *et al.*, 2015). Esse táxon é aparentemente residente, ao contrário do que é observado para *S. s. suiriri*, que é considerado migrante austral, ou seja, se desloca para regiões do norte de sua distribuição nos meses mais frios (Chesser, 1994; Ridgely & Tudor, 2009).

No Brasil, a espécie habita o Cerrado, a Caatinga e o Pantanal, além de outras fisionomias abertas de biomas adjacentes, sendo seu *habitat* característico áreas campestres com árvores esparsas (Alves & Cavalcanti, 1996; Sick, 1997; Amaral & Ragusa-Netto, 2008; Uezu, 2009; Olmos, 2009) e também bordas de mata e regiões ecotonais (Hayes, 2001; Sanaiotti & Cintra, 2001; Ridgely & Tudor, 2009). Já no estado de São Paulo, onde é considerada quase ameaçada de extinção (São Paulo, 2018), sua distribuição restringe-se a poucos remanescentes, sendo sua sobrevivência afetada pela modificação e supressão de áreas de Cerrado (Uezu, 2009). Entretanto, trata-se de uma espécie com poucas informações a respeito de suas exigências ecológicas, as quais poderiam embasar diretrizes para sua conservação (Uezu, 2009).

Nesse contexto, apresentamos aqui novos registros de *Suiriri suiriri* no estado de São Paulo. Alguns desses registros são mais a leste do que os já conhecidos, o que confere uma breve expansão de distribuição local. Além

disso, foi realizada a revisão dos registros da espécie no estado com base na literatura disponível.

MÉTODOS

A espécie foi registrada através de excursões a campo no estado de São Paulo, em regiões onde predominam os ecótonos Mata Atlântica-Cerrado. As amostragens foram realizadas entre 2015 e 2017, sempre no período matinal. Vinte e nove fragmentos florestais foram visitados em 24 repetições amostrais. Os dois pesquisadores utilizaram binóculos Bushnell 10 x 42 mm para visualização, câmeras fotográficas Nikon P520 e Canon EOS 7D (acoplada de lente 100-400 mm) e um gravador digital Tascam DR 100 com microfone unidirecional Rode NTG02, para documentação.

Para dados secundários, foram consultados os trabalhos de Willis & Oniki (2003) e Uezu (2009), que englobam dados históricos, além da base de dados *online* do WikiAves (2019) e a do Xeno-canto (2019). Foram também consultadas coleções biológicas, tais como as inseridas na plataforma SpeciesLink (2019), no Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC), no *American Museum of Natural History* (AMNH), no *Florida Museum of Natural History* (FLMNH) e no *National Museum of Natural History* (NMNH), da *Smithsonian Institution*, Washington, além da compilação de Pinto (1944) e Hasui *et al.* (2018). Somente foram considerados dados dos acervos *online* quando corretamente identificados, uma vez que essas bases são públicas e estão sujeitas a inserções de registros equivocados. Por isso, dados como os obtidos na base *e-bird* foram desconsiderados, devido à impossibilidade de checar registros duvidosos.

RESULTADOS

De acordo com os dados obtidos em campo, a espécie foi registrada em dez localidades, correspondentes a sete municípios do estado de São Paulo (Figura 1, Tabela 1). Os registros mais a leste ocorreram em Campinas (Figura 2A) (Macarrão, 2015), em remanescentes de Cerrado, de

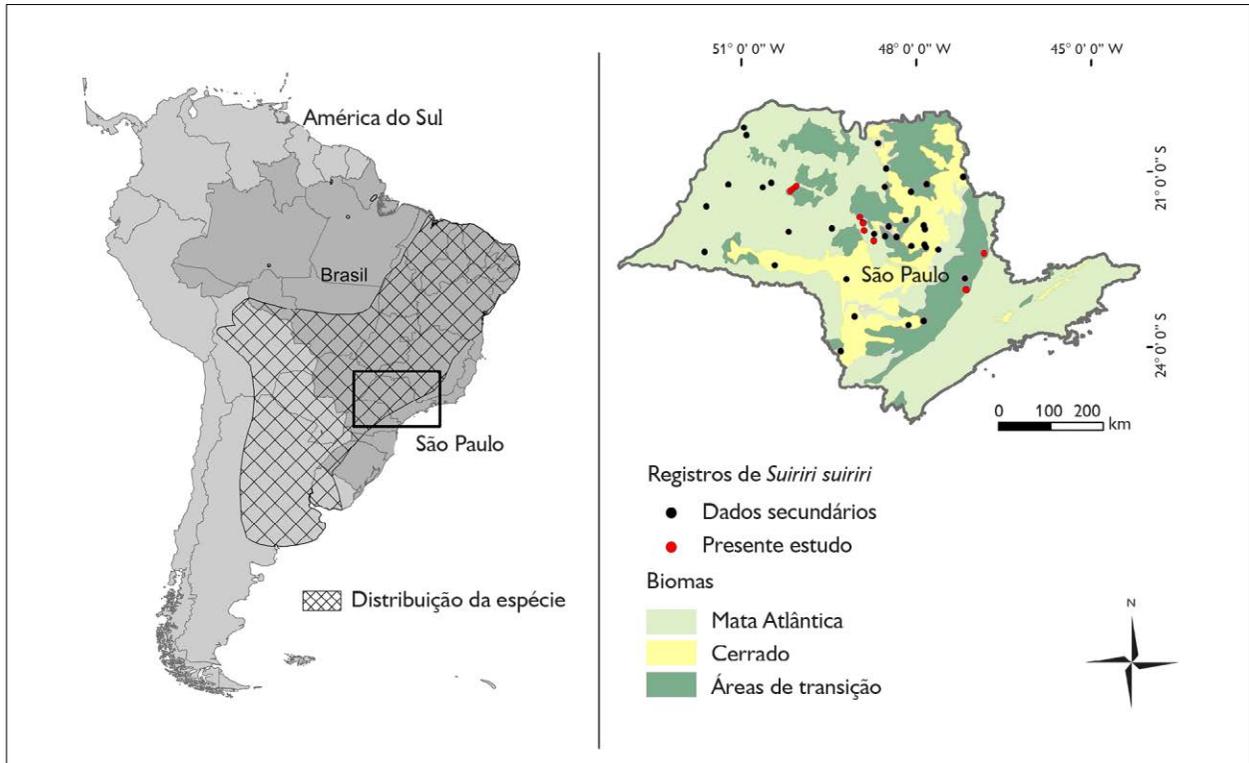


Figura 1. Registros do suiriri-cinzento (*Suiriri suiriri burmeisteri*) no estado de São Paulo. Pontos vermelhos correspondem ao presente estudo e pontos cinzas, a dados secundários (biomas estão de acordo com IBGE, 2004).

propriedade do aeroporto de Viracopos. Foram anotados três pontos de ocorrência, dois deles sendo de dois indivíduos, em uma área aberta com árvores esparsas. Os registros foram realizados nas datas 23/01/2015 e 13/02/2015. Essa área, hoje, encontra-se bastante modificada com as obras do aeroporto. A vegetação consiste em um remanescente de Cerrado antropizado, com o solo coberto por braquiária (*Urochloa* sp.). Outro ponto apresentou somente um indivíduo, no dia 10/07/2015, no interior de uma área de cerradão, um ambiente dominado por árvores de grande porte da família Fabaceae.

Os outros registros foram feitos em bordas de florestas (floresta estacional semidecídua ou cerradão), com diferentes estados de conservação e sucessão, com predominância em estágios sucessionais inicial e intermediário, todos imersos em matriz de cana-de-açúcar

Tabela 1. Localidades dos novos registros de *Suiriri suiriri* no estado de São Paulo.

Município	Coordenadas	
Campinas	23° 1' 4,35" S	47° 7' 44,91" O
Campinas	23° 0' 47,27" S	47° 8' 50,92" O
Itapira	22° 23' 53,64" S	46° 49' 56,03" O
Boraceia	22° 10' 40,56" S	48° 43' 29,82" O
Arealva	22° 0' 16,08" S	48° 53' 36,07" O
Iacanga	21° 46' 40,48" S	48° 57' 58,56" O
Iacanga	21° 52' 34,69" S	48° 54' 32,53" O
Barbosa	21° 14' 44,88" S	50° 3' 23,65" O
Penápolis	21° 17' 34,31" S	50° 6' 53,58" O
Penápolis	21° 20' 4,19" S	50° 9' 31,06" O

ou pastagens (Figuras 2 e 3) (Macarrão, 2016; Godoy, 2017a, 2017b). Um único registro foi realizado em mata ciliar, no município de Itapira.



Figura 2. *Suiriri suiriri burmeisteri* fotografado em Campinas, São Paulo, em 2015 (A), e Penápolis, São Paulo, em 2016 (B). Fotos: Arthur Macarrão.

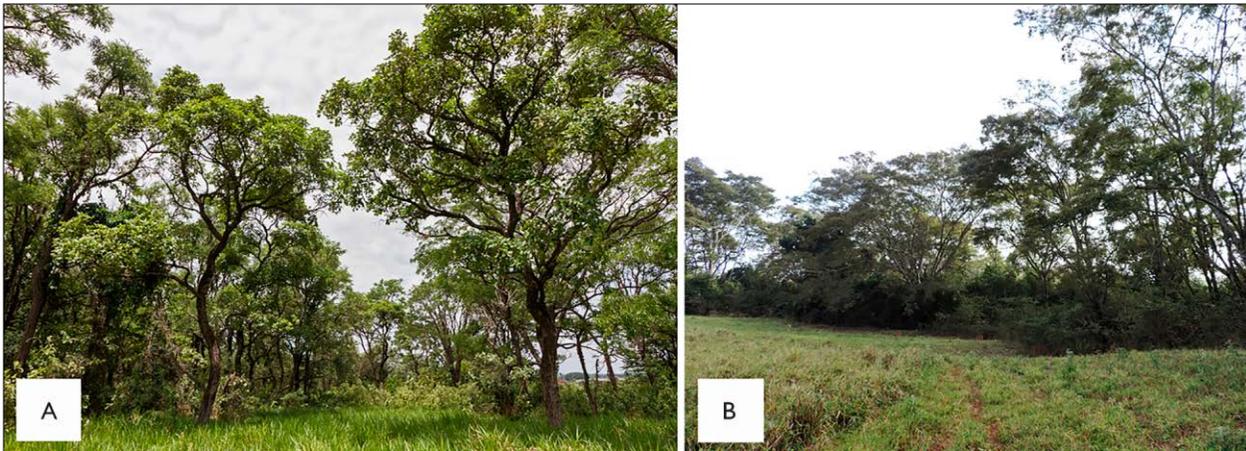


Figura 3. Ambientes de registro de *Suiriri suiriri burmeisteri* em Campinas, São Paulo, em 2015 (A); e Iacanga, São Paulo, em 2016 (B). Fotos: Arthur Macarrão.

A revisão de dados de literatura apontou registros para mais 33 localidades, com concentração em áreas de Cerrado e transição no centro do estado (Figura 1). Aleixo & Vielliard (1995) não registraram a espécie em levantamentos realizados na Mata de Santa Genebra, um fragmento de 251 hectares em Campinas, localidade a aproximadamente 21 quilômetros dos nossos registros. Possivelmente, a espécie não ocorre nessa Unidade de Conservação por conta da fitofisionomia predominante na área, que se trata de uma floresta estacional semidecídua, ambiente mais fechado do que o utilizado pela espécie.

DISCUSSÃO

O fato de a maioria dos registros ter sido efetuada em locais com alterações antrópicas (Figura 3) sugere que a espécie não seja tão exigente em relação ao *habitat*. Todavia, não é sabido ao certo qual o tempo de permanência da espécie em ambientes alterados, a qual pode apenas utilizar tais áreas ocasionalmente, o que também dificultaria sua detecção. De acordo com Zimmer *et al.* (2001), *S. suiriri* tem persistido em áreas que sofreram queimadas intensas, embora se acredite que repetições do fogo possam afetá-la. Isso foi observado por Cavalcanti & Alves (1997), os quais

não notaram alterações comportamentais evidentes da espécie com as queimadas.

A preferência por ambientes com heterogeneidade estrutural, ou seja, mosaicos de áreas semiabertas, florestadas e campestres, pode estar relacionada ao hábito reprodutivo, já que, embora a espécie seja comum em áreas savânicas (Cavalcanti & Alves, 1997), aparenta priorizar indivíduos arbóreos para nidificação (Lopes & Marini, 2005). Além disso, a copa das árvores constitui um dos principais ambientes de forrageio (Cavalcanti & Alves, 1997), fatores que justificariam sua presença em bordas florestais. De acordo com Lopes & Marini (2006), a espécie parece evitar áreas extremamente abertas, sendo encontrada em fisionomias mais densas do Cerrado.

Willis & Oniki (2003) apontaram a ocorrência da espécie em três municípios limítrofes, entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, no estado de São Paulo: Itararé, Itapetininga e Alambari. Contudo, os registros apresentados neste estudo para a região de Campinas constituem seu limite leste de distribuição no estado. Além disso, um espécime depositado no ZUEC foi coletado no município de Sumaré em 1988, distante apenas cerca de 30 km da localidade. Desse modo, todos esses registros acompanham a possível linha divisória entre os biomas determinada pelo IBGE (2004), limitando-se ao perímetro do Cerrado (Figura 1). Essa concentração de pontos em áreas de Cerrado ou de transição evidencia a relação do táxon *S. s. burmeisteri* com esse bioma e fisionomias correspondentes.

Os registros aqui apresentados estão de acordo com Sick (1997) e Olmos (2009) no que se refere ao *habitat* da espécie. Tais autores afirmam que a espécie habita o 'espínho', termo normalmente atribuído a diversos tipos de leguminosas arbustivas e arbóreas, com folhas compostas bipinadas. Lopes & Marini (2005) indicam que a maioria dos ninhos encontrados em seu estudo foi nesse tipo de vegetação, no caso, em árvores *Dimorphandra mollis* Benth. e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.

Até meados de 2018, a espécie era incluída em uma categoria de ameaça regional, o que podia estar atrelado à subestimação de registros, e não necessariamente à perda do Cerrado, já que a espécie ocupa também áreas perturbadas. Essa escassez de informações também estaria relacionada ao fato de que poucos pesquisadores e observadores de aves visitavam o oeste e centro do estado até alguns anos, visto que recentemente têm aumentado os registros na região (WikiAves, 2019). Além disso, a espécie também possui plumagem críptica, semelhante a outras espécies da família, o que a torna de difícil diagnose visual.

Em decorrência dessas dúvidas, a espécie ainda é merecedora de atenção no estado de São Paulo, de modo a ser avaliada quanto a parâmetros demográficos. Os registros aqui apresentados são de suma importância para ampliar o conhecimento sobre *Suiriri suiriri*, bem como para auxiliar a análise de seu *status* localmente, já que seus registros predominam em áreas alteradas. Nesse contexto, ressalta-se a importância de maior atenção à presença da espécie em fisionomias vegetacionais semiabertas, incluindo ambientes antropizados, uma vez que pode passar despercebida.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho foi apoiado pela AES Tietê Energia S.A., como parte do programa de monitoramento intitulado "Programa de conservação e monitoramento da fauna terrestre", e foi desenvolvido pela Casa da Floresta Ambiental SS. Somos gratos a Tatiane Rech e Odemberg Veronez, por providenciarem todo suporte operacional. A Janderson Kauan Felipe e Leandro Morais da Silva, pelo o apoio logístico nos trabalhos de campo, a Rodrigo Bernardo, por fazer os mapas, a Vagner de A. Gabriel, pela revisão do material, a Rogério Cânovas, por ajudar na identificação de plantas, e a Marcelo Ducatti, pela coordenação do monitoramento de fauna. Os autores também agradecem aos revisores pelas valiosas contribuições e apontamentos ao manuscrito.

REFERÊNCIAS

- ALEIXO, A. & J. M. E. VIELLIARD, 1995. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 12(3): 493-511. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81751995000300004>
- ALVES, M. A. S. & R. B. CAVALCANTI, 1996. Sentinel behavior, seasonality, and the structure of bird flocks in a Brazilian savanna. **Ornitologia Neotropical** 7: 43-51.
- AMARAL, P. P. & J. RAGUSA-NETTO, 2008. Bird mixed-flocks and nuclear species in a tecoma savanna in the Pantanal. **Brazilian Journal of Biology** 68(3): 511-518. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000300007>
- CAVALCANTI, R. B. & M. A. S. ALVES, 1997. Effects of fire on savanna birds in central Brazil. **Ornitologia Neotropical** 8(1): 85-87.
- CHESSER, R. T., 1994. Migration in South America: an overview of the austral system. **Bird Conservation International** 4(2-3): 91-107. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0959270900002690>
- GODOY, F. I., 2017a. WA3716227, *Suiriri suiriri* (Vieillot, 1818). In: **WikiAves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/3716227>. Acesso em: 11 março 2020.
- GODOY, F. I., 2017b. XC533825 - suiriri-cinzeno - *Suiriri suiriri burmeisteri*. In: **Xeno-Canto**. Disponível em: <https://www.xeno-canto.org/533825>. Acesso em: 11 março 2020.
- HASUI, É., J. P. METZGER, R. G. PIMENTEL, L. F. SILVEIRA, A. A. A. BOVO, A. C. MARTENSEN, A. UEZU, A. L. REGOLIN, A. A. B. OLIVEIRA, C. A. F. R. GATTO, C. DUCA, C. B. ANDRETTI, C. BANKS-LEITE, D. LUZ, D. MARIZ, E. R. ALEXANDRINO, F. M. BARROS, F. MARTELLO, I. M. S. PEREIRA, J. N. SILVA, K. M. P. M. B. FERAZ, L. N. NAKA, L. ANJOS, M. A. EFE, M. A. PIZO, M. PICHORIM, M. S. S., GONÇALVES, P. H. C. CORDEIRO, R. A. DIAS, R. L. MUYLAERT, R. C. RODRIGUES, T. V. V. COSTA, V. CAVARZERE, V. R. TONETTI, W. R. SILVA, C. N. JENKINS, M. GALETTI & M. C. RIBEIRO, 2018. ATLANTIC BIRDS: a data set of bird species from the Brazilian Atlantic Forest. **Ecology** 99(2): 497. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecy.2119>
- HAYES, F. E., 2001. Geographic variation, hybridization, and the leapfrog pattern of evolution in the *Suiriri* flycatcher (*Suiriri suiriri*) complex. **The Auk** 118(2): 457-471. DOI: [https://doi.org/10.1642/0004-8038\(2001\)118\[0457:GVHATL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1642/0004-8038(2001)118[0457:GVHATL]2.0.CO;2)
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2004. **Mapa de vegetação do Brasil**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomas.shtm/>. Acesso em: 20 abril 2019.
- KIRWAN, G. M., F. D. STEINHEIMER, M. A. RAPOSO & K. J. ZIMMER, 2014. Nomenclatural corrections, neotype designation and new subspecies description in the genus *Suiriri* (Aves: Passeriformes: Tyrannidae). **Zootaxa** 3784(3): 224-240. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3784.3.2>
- LLANOS, F. A., M. FAILLA, G. J. GARCÍA, P. M. GIOVINE, M. CARBAJAL, P. M. GONZÁLEZ, D. P. BARRETO, P. QUILLFELDT & J. F. MASELLO, 2011. Birds from the endangered Monte, the Steppes and Coastal biomes of the province of Río Negro, northern Patagonia, Argentina. **Check List** 7(6): 782-797. DOI: <https://doi.org/10.15560/11025>
- LOPES, L. E. & M. Â. MARINI, 2005. Biologia reprodutiva de *Suiriri affinis* e *S. islerorum* (Aves: Tyrannidae) no cerrado do Brasil central. **Papéis Avulsos de Zoologia** 45(12): 127-141. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0031-10492005001200001>
- LOPES, L. E. & M. Â. MARINI, 2006. Home range and habitat use by *Suiriri affinis* and *Suiriri islerorum* (Aves: Tyrannidae) in the central Brazilian Cerrado. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 41(2): 87-92. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650520500309826>
- MACARRÃO, A., 2015. WA3716275, *Suiriri suiriri* (Vieillot, 1818). In: **WikiAves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/3716275>. Acesso em: 11 março 2020.
- MACARRÃO, A., 2016. WA3717264, *Suiriri suiriri* (Vieillot, 1818). In: **WikiAves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/3717264>. Acesso em: 11 março 2020.
- OLMOS, A., 2009. **Aves en el Uruguay**. Trandinco, Montevideo.
- PIACENTINI, V. Q., A. ALEIXO, C. E. AGNE, G. N. MAURÍCIO, J. F. PACHECO, G. A. BRAVO, G. R. R. BRITO, L. N. NAKA, F. OLMO, S. POSSO, L. F. SILVEIRA, G. S. BETINI, E. CARRANO, I. FRANZ, A. C. LEES, L. M. LIMA, D. PIOLI, F. SCHUNCK, F. R. AMARAL, G. A. BENCKE, M. COHN-HAFT, L. F. A. FIGUEIREDO, F. C. STRAUBE & E. CESARI, 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. **Revista Brasileira de Ornitologia** 23(2): 91-298.
- PINTO, O. M. O., 1944. **Catálogo das aves do Brasil e lista dos exemplares existentes na coleção do Departamento de Zoologia**. Departamento de Zoologia, Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, São Paulo.
- RIDGELY, R. S. & G. TUDOR, 2009. **Field guide to the songbirds of South America: the passerines**. University of Texas Press, Austin.
- ROBBINS, M., 2017. *Suiriri* flycatcher (*Suiriri suiriri*). In: J. DEL HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE & E. DE JUANA (Ed.): **Handbook of the birds of the world alive**. Lynx Edicions, Barcelona. Disponível em: <http://www.hbw.com/node/57164>. Acesso em: 12 dezembro 2017.

SANAIIOTTI, T. M. & R. CINTRA, 2001. Breeding and migrating birds in an Amazonian Savanna. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** 36(1): 23-32. DOI: <http://doi.org/10.1076/snfe.36.1.23.8878>

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 63.853 de 27 de novembro de 2018. Declara as espécies da fauna silvestre no Estado de São Paulo regionalmente extintas, as ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as com dados insuficientes para avaliação, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo** 128(221): 25. Seção 1.

SICK, H., 1997. **Ornitologia brasileira**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.

SPECIESLINK, 2019. **Sistema de informação distribuído para coleções biológicas**. Disponível em: <http://splink.cria.org.br/>. Acesso em: 27 julho 2019.

UEZU, A., 2009. *Suiriri suiriri* (Vieillot, 1818). Passeriformes, Tyrannidae. In: P.M. BRESSAN, M. C. KIERULFF & A. M. SUGIEDA (Ed.): **Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo: vertebrados: 220**. Fundação Parque Zoológico de São Paulo/Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.

WILLIS, E. O. & Y. ONIKI, 2003. **Aves do estado de São Paulo**. Divisa, Rio Claro.

WIKIAVES, 2019. **A enciclopédia das aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/>. Acesso em: 20 julho 2019.

XENO-CANTO, 2019. **Xeno-canto**: sharing bird sounds from around the world. Disponível em: <http://www.xeno-canto.org/>. Acesso em: 27 julho 2019.

ZIMMER, K. J., A. WHITTAKER & D. C. A. OREN, 2001. Cryptic new species of flycatcher (Tyrannidae: Suiriri) from the Cerrado region of Central South America. **The Auk** 118(1): 56-78.

High in the sky: the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) inhabiting the forest canopy in the central Amazon, state of Amazonas, Brazil

Alto no céu: a mosca soldado-negro (Diptera: Stratiomyidae) habitando o dossel de uma floresta na Amazônia Central, estado do Amazonas, Brasil

Matheus Mickael Mota Soares¹  | Luana Machado Barros¹  | Rosaly Ale-Rocha^{II} 

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Manaus, Amazonas, Brasil

^{II}Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Coordenação de Biodiversidade. Manaus, Amazonas, Brasil

Abstract: *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758), the black soldier fly, has been recorded for the first time inhabiting the canopy in a primary forest area in the central Amazon, in the state of Amazonas, Brazil. This record shows that the species is able to colonize environments up to 40 meters high and that the larvae are able to decompose organic matter at different stratification levels.

Keywords: *Hermetia illucens*. Hermetiinae. Decomposers. Immatures.

Resumo: *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758), a mosca soldado-negro, é registrada pela primeira vez habitando o dossel em uma área de floresta primária na Amazônia Central, no estado do Amazonas, Brasil. Esse registro mostra que esta espécie é capaz de colonizar ambientes com até 40 metros de altura e que suas larvas são capazes de decompor matéria orgânica em diferentes níveis de estratificação.

Palavras-chave: *Hermetia illucens*. Hermetiinae. Decompositores. Imaturos.

SOARES, M. M. M., L. M. BARROS & R. ALE-ROCHA, 2020. High in the sky: the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) inhabiting the forest canopy in the central Amazon, state of Amazonas, Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 15(2): 483-487. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v15i2.185>.

Autor para correspondência: Matheus Mickael Mota Soares. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Av. André Araújo, 2936 – Petrópolis. Manaus, AM, Brasil. CEP 69067-375 (matheusmsoares@gmail.com).

Recebido em 06/09/2019

Aprovado em 04/01/2020

Responsabilidade editorial: Fernando da Silva Carvalho Filho



INTRODUCTION

The forest canopy is considered the most complex and diverse stratum of organisms on the planet (Lowman & Wittman, 1996). Studies related to arboreal arthropods have intensified with the development of new canopy collecting techniques (Linsenmair *et al.*, 2001; Basset *et al.*, 2003), which have provided information on the abundance, diversity, distribution and trophic guilds of its communities (Santos *et al.*, 2003).

Among the insects, Diptera is one of the most abundant in the canopy (Guerrero *et al.*, 2003; Felix *et al.*, 2012). They are excellent flyers and seek resources in various natural environments, playing the role of predators, pollinators, pests and decomposers (Marshall & Kirk-Spriggs, 2017).

Hermetia illucens (Linnaeus, 1758) (Figure 1A), known as the black soldier fly, is a synanthropic polysaprophagous fly presumed native to the Neotropics, but currently with a cosmopolitan distribution, especially in the warmer parts of the world, due to human activity and commerce (Woodley, 2001; Roháček & Hora, 2013). Larvae of *H. illucens* are known to feed on a wide range of decaying organic matter. In the past few decades, there has been a considerable interest in using these larvae for organic waste control, composting, and animal food supplements (see Bondari & Sheppard, 1981; De Marco *et al.*, 2015; Lalander *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2015). The larvae can be found in corpses and are used for the estimation of the post-mortem interval in forensic entomology (Lord *et al.*, 1994; Pujol-Luz *et al.*, 2008; Martínez-Sánchez *et al.*, 2011). Moreover, the immature stages and bionomy of *H. illucens* in the central Amazonia were described by Barros *et al.* (2018, 2019).

Despite extensive knowledge of the bionomy of *Hermetia illucens*, information on the behavior of this species in primary forests is still lacking. For instance, little is known about the flight height, colonization and function of *H. illucens* in the decomposition process in the canopy. Here we record for the first time the occurrence of *H. illucens* in the canopy, 40 m above the ground.



Figure 1. A) Lateral habitus of male of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758); B) decaying wooden box in top of the tower; C) metal tower of ZF-2 station; D) larva of *H. illucens* feeding in decaying wood highlighted; E) larvae rearing in laboratory. Photos: M. M. Soares (2019).

MATERIAL AND METHODS

The specimens were collected from a decaying wooden box in a metal tower 40 m above the ground (Figures 1B and 1C). The box was used to transport equipment during the tower renovation in 2015 and was forgotten at the top of the tower. MMMS noted that the box had previously been colonized by termites, but they no longer occupied it when *H. illucens* larvae were found. The tower is located a reserve of the National Institute of Amazonian Research (INPA) - Tropical Silviculture Experimental Station, at km 934 of BR 174 on the road ZF-2 (2° 35' 21" S – 60° 06' 55" W), herein called ZF-2 station (Figure 2). This area is about 50 km north of Manaus in the state of Amazonas, Brazil.

The collection was performed on February 1st, 2019, during the rainiest period. The average local temperature is 26° C (min = 23° C, max = 31° C), relative humidity corresponding to 80% and average annual rainfall equal

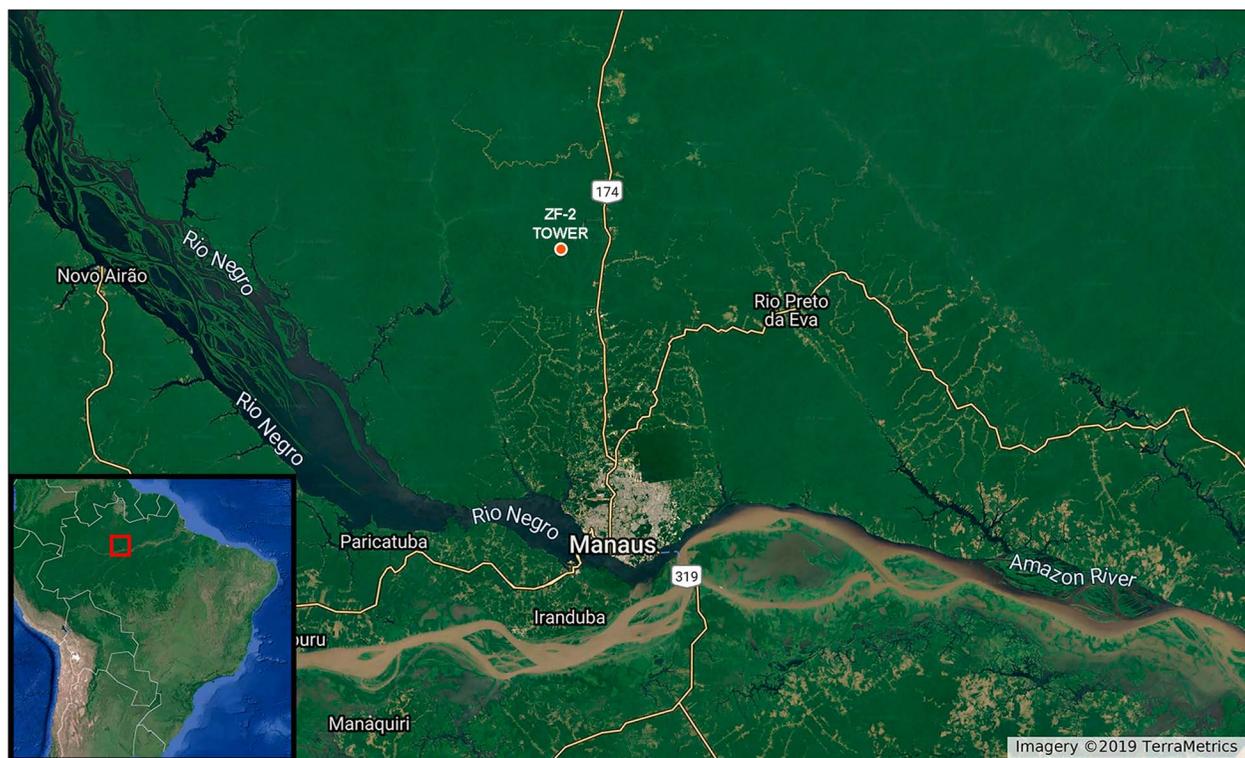


Figure 2. Localization of the ZF-2 tower at Tropical Silviculture Experimental Station, Manaus, state of Amazonas, Brazil.

to 2,286 mm³ (Costa *et al.*, 2013). The vegetation in the vicinity of the tower is of humid tropical rainforest, with characteristics typical of the central part of the Amazon region (Higuchi *et al.*, 1998).

RESULTS AND DISCUSSION

We collected 32 larvae of *H. illucens* with the help of entomological forceps, from which two were euthanized in heated water to identify the species. The individuals were stored in 30 ml plastic tubes and then transported to the laboratory.

The larvae were reared at room temperature in a 500 g plastic container under vermiculite as a substrate for pupation (Figure 1E). A food source was not necessary because the larvae were in the sixth stage, the pre-pupal period, when fly larvae do not feed. The top of the plastic container was covered by voile fabric and was fastened with an elastic band. The development of the immatures was

documented until the adults emerged. The individuals were euthanized 24 hours after emergence, then pinned, labeled and deposited in the invertebrate collection of the INPA.

For the identification of the adults, we used Iide & Mileti (1976), and for identification of immatures, Barros *et al.* (2018). The adult was photographed with a Leica MC170 HD digital camera coupled on a Leica M165C stereomicroscope. The photographs were stacked and combined into a single image using Leica Application Suite V4.11.

The collected larvae fed on the decaying wood (Figure 1D). This habit is common, since *H. illucens* is a very general scavenger and is able to feed on fruits, meat, fallen tree trunks, as well as microorganisms such as fungi and bacteria (Liu *et al.*, 2008).

The only available information on the presence of *Hermetia* species in canopy is found in Pujol-Luz *et al.* (2016), where adults of *H. pulchra* Wiedemann, 1830 were collected by Malaise traps installed in the canopy.

The presence of *H. illucens* in the canopy may indicate that this species can be found at different stratification levels in primary forest. In addition, the presence of larvae and pupae in this environment points that not only females have the ability to fly 40 meters above the ground, but also immatures can fully develop and act upon the decomposition of organic matter at this stratification level.

ACKNOWLEDGEMENTS

Field work on Tropical Silviculture Experimental Station of INPA was facilitated through a grant from the Dr. José Albertino Rafael, the “Biodiversidade de Insetos na Amazônia” and we gratefully acknowledge his generous assistance. MMMS thanks the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior* (CAPES) for the PhD scholarships. LMB and RAR thank *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq) for the research fellowship.

REFERENCES

- BARROS, L. M., A. L. N. GUTJAHN, R. L. FERREIRA-KEPPLER & R. T. MARTINS, 2018. Morphological description of the immature stages of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae). *Microscopy Research Technique* 82(3): 178-189. DOI: <https://doi.org/10.1002/jemt.23127>
- BARROS, L. M., R. L. FERREIRA-KEPPLER, R. T. MARTINS & A. L. N. GUTJAHN, 2019. Bionomy of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on decomposing swine carcass in an urban area of Central Amazon. *Journal of Medical Entomology* 56(3): 681-689. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjz005>
- BASSET, Y., V. NOVOTNY, S. E. MILLER & R. L. KITCHING, 2003. *Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy: 1-474*. Cambridge University Press, Cambridge.
- BONDARI, K. & D. C. SHEPPARD, 1981. Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquaculture* 24: 103-109. DOI: [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(81\)90047-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(81)90047-8)
- COSTA, A. C. L., J. A. SILVA-JUNIOR, A. C. CUNHA, J. R. P. FEITOSA, B. T. T. PORTELA, G. G. C. SILVA & R. F. COSTA, 2013. Índices de conforto térmico e suas variações sazonais em cidades de diferentes dimensões na Região Amazônica. *Revista Brasileira de Geografia Física* 6(3): 478-487.
- DE MARCO, M., S. MARTÍNEZ, F. HERNANDEZ, J. MADRID, F. GAI, L. ROTOLO, M. BELFORTI, D. BERGERO, H. KATZ, S. DABBOU, A. KOVITVADHI, I. ZOCCARATO, L. GASCO & A. SCHIAVONE, 2015. Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. *Animal Feed Science and Technology* 209: 211-218. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2015.08.006>
- FELIX, P. M., J. LOPES & J. A. C. ZEQUI, 2012. Attractiveness of insects by colour traps in the canopy of forest fragment and reforestation of *Eucalyptus* spp. *Terra e Cultura* (55): 64-74.
- GUERRERO, J. C. H., C. R. V. FONSECA, P. M. HAMMOND & N. E. STORK, 2003. Seasonal variation of canopy arthropods in Central Amazon. In: Y. BASSET, V. NOVOTNY, S. E. MILLER & R. L. KITCHING (Ed.): *Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy: 170-175*. Cambridge University Press, Cambridge.
- HIGUCHI, N., J. SANTOS, G. VIEIRA, R. J. RIBEIRO, S. SAKURAI, M. ISHIZUKA, T. SAKAI, N. TANAKA & S. SAITO, 1998. Análise estrutural da floresta primária da bacia do rio Cuieiras, ZF 2, Manaus-AM, Brasil. In: N. HIGUCHI, M. A. A. CAMPOS, P. T. B. SAMPAIO & J. SANTOS (Ed.): *Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas da Amazônia: 50-81*. INPA, Manaus.
- IIDE, P. & D. I. C. MILETI, 1976. Estudos morfológicos sobre *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Stratiomyidae). *Revista Brasileira de Biologia* 36(4): 923-935.
- LALANDER, C. H., J. FIDJELAND, S. DIENER, S. ERIKSSON & B. VINNÉRÅS, 2015. High waste-to-biomass conversion and efficient *Salmonella* spp. reduction using black soldier fly for waste recycling. *Agronomy for Sustainable Development* 35: 261-271. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0235-4>
- LINSENMAYER, K. E., A. J. DAVIS, B. FIALA & M. R. SPEIGHT, 2001. *Tropical forest canopies: ecology and management: 1-370*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- LIU, Q., J. K. TOMBERLIN, J. A. BRADY, M. R. SANFORD & Z. YU, 2008. Black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae reduce *Escherichia coli* in dairy manure. *Environmental Entomology* 37(6): 1525-1530. DOI: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-37.6.1525>
- LORD, W. D., M. L. GOFF, T. R. ADKINS & N. H. HASKELL, 1994. The black soldier fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) as a potential measure of human postmortem interval: observations and case histories. *Journal of Forensic Sciences* 39(1): 215-222. DOI: <https://doi.org/10.1520/JF513587>
- LOWMAN, M. D. & P. K. WITTMAN, 1996. Forest canopies: methods, hypotheses and future directions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 55-81 DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.27.1.55>

MARSHALL, S. A. & A. H. KIRK-SPRIGGS, 2017. Natural history of Diptera. In: A. H. KIRK-SPRIGGS & B. J. SINCLAIR (Eds.): **Manual of Afrotropical Diptera**: Vol. 1. Introductory chapters and keys to Diptera families. Suricata 4, South African.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A., C. MAGAÑA, M. SALOÑA & S. ROJO, 2011. First record of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on human corpses in Iberian Peninsula. **Forensic Science International** 206(1-3): 76-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.10.021>

NGUYEN, T. T. X., J. K. TOMBERLIN & S. VANLAERHOVEN, 2015. Ability of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae to recycle food waste. **Environmental Entomology** 44(2): 406-410. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvv002>

PUJOL-LUZ, J. R., P. A. FRANCEZ, A. URURAHY-RODRIGUES & R. CONSTANTINO, 2008. The black soldier-fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), used to estimate the postmortem interval in a case in Amapá State, Brazil. **Journal of Forensic Science** 53: 476-478. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00659.x>

PUJOL-LUZ, J. R., F. S. P. GODOI & K. B. BARROS-CORDEIRO, 2016. Description of the puparium of *Hermetia pulchra* (Diptera: Stratiomyidae) from Brazil. **Zootaxa** 4205(4): 357-364. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4205.4.4>

ROHÁČEK, J. & M. HORA, 2013. A northernmost European record of the alien Black soldier fly *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Stratiomyidae). **Acta Musei Silesiae, Scientiae Naturales** 62(2): 101-106.

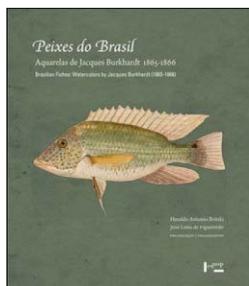
SANTOS, G. B., M. I. MARQUES, J. ADIS & C. R. MUSIS, 2003. Artrópodes associados à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), na região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 47(2): 211-224 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262003000200010>

WOODLEY, N. E., 2001. A world catalog of Stratiomyidae (Insecta: Diptera). **Myia** 11: 1-475.



Peixes do Brasil: uma janela para o passado Fishes of Brazil: a window to the past

Por **Alberto Akama** 
Museu Paraense Emílio Goeldi
Belém, Pará, Brasil
(albertoakama@museu-goeldi.br)



BRITSKI, H. A. & J. L. FIGUEIREDO, 2019.
Peixes do Brasil:
aquarelas de Jacques
Burkhardt (1865-1866).
Edusp, São Paulo. ISBN
13: 9788531415531.

Heraldo Antonio Britski e José Lima de Figueiredo são pesquisadores aposentados do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP). O trabalho dos dois ictiólogos tornou possível, após mais de 150 anos, a publicação da provavelmente mais rica e bela iconografia de peixes brasileiros. Os peixes retratados foram coletados pela "Expedição Thayer", coordenada pelo eminente e controverso zoólogo suíço Louis Agassiz, que ocorreu entre os anos de 1865 a 1866. A expedição percorreu o Brasil, buscando, particularmente, peixes, que eram o foco principal de Agassiz, coligindo, assim, um dos maiores acervos de peixes brasileiros (cerca de 34.000 exemplares). Os exemplares coletados estão depositados no Museu de Zoologia Comparada de

Harvard, e serviram como base para a descrição de dezenas de espécies de peixes da fauna brasileira (mais de 3.000 tipos, entre holótipos, parátipos e síntipos). Paradoxalmente, a despeito da importância do acervo ictiológico coletado, os retratos realizados durante essa expedição quase nunca foram utilizados na descrição dessa fauna ou das espécies, embora possuam riqueza de detalhes, tanto em relação às estruturas quanto ao colorido em vida.

Jacques Burkhardt era desenhista pessoal de Agassiz e, na expedição, tinha a importante missão de retratar todos os peixes escolhidos por este, tendo realizado algumas vezes mais de 20 retratos por dia. A monumental obra de Burkhardt compreendia milhares de retratos de peixes, expressando o colorido em vida através de aquarelas. A trajetória dessa coleção sofreu percalços, dilapidações e, infelizmente, das cerca de 1.100 folhas restaram apenas 434, que retratam 521 peixes. Algumas das aquarelas foram publicadas de maneira esparsa em obras diversas recentes, mas a grande maioria nunca foi acessível ao público. Essa coleção representa um apanhado da fauna de peixes de água doce da Amazônia e de alguns grupos ictiológicos marinhos do Sudeste e Nordeste do Brasil.

Assim como o livro de Wallace (2002), "Peixes do Brasil" representa uma janela para o passado dos naturalistas viajantes. Para o leitor comum, a beleza das aquarelas justifica a aquisição desta obra, mas para aqueles cujo interesse por peixes transcende a questão estética, trata-se de uma referência fundamental.

REFERÊNCIA

WALLACE, A., 2002. **Peixes do rio Negro**. Edusp, São Paulo.

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivos e política editorial

O **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** tem como missão publicar trabalhos originais em biologia (zoologia, botânica, biogeografia, ecologia, taxonomia, anatomia, biodiversidade, vegetação, conservação da natureza) e geologia. A revista aceita colaborações em português, espanhol e inglês (Inglaterra) para as seguintes seções:

Artigos Científicos – textos analíticos originais, resultantes de estudos e pesquisas com contribuição efetiva para o avanço do conhecimento. Até 50 laudas.

Notas de Pesquisa – relato preliminar sobre observações de campo, dificuldades e progressos de pesquisa em andamento, ou em fase inicial, enfatizando hipóteses, comentando fontes, resultados parciais, métodos e técnicas utilizados. Até 15 laudas.

Memória – seção que se destina à divulgação de acervos ou seus componentes que tenham relevância para a pesquisa científica; de documentos transcritos parcial ou integralmente, acompanhados de texto introdutório; e de ensaios biográficos, incluindo obitúário ou memórias pessoais. Até 15 laudas.

Resenhas Bibliográficas – texto descritivo e/ou crítico de obras publicadas na forma impressa ou eletrônica. Até cinco laudas.

Teses e Dissertações – descrição sucinta, sem bibliografia, de dissertações de mestrado, teses de doutorado e livre-docência. Uma lauda.

Apresentação de originais

Os originais devem ser encaminhados ao Editor Científico por meio de mensagem eletrônica (boletim.naturais@museu-goeldi.br), contendo, obrigatoriamente, o título do trabalho, o nome completo, por extenso, do autor principal e dos demais autores, a indicação de autor para correspondência (com endereço completo, CEP, telefones, fax, e-mail) e uma declaração de que o autor principal se responsabiliza pela inclusão dos coautores.

A revista possui um Conselho Científico. Os trabalhos submetidos são primeiramente avaliados pelo Editor ou por um dos Editores Associados. O Editor reserva-se o direito de sugerir alterações nos trabalhos recebidos ou devolvê-los, caso não estejam de acordo com os critérios exigidos para publicação.

Uma vez aceitos, os artigos seguem para avaliação por pares (peer-review). Os artigos são analisados por dois especialistas, no mínimo, que não integram a Comissão Editorial. Caso haja discordância entre os pareceres, o trabalho é submetido a outro(s) especialista(s). Caso mudanças ou correções sejam recomendadas, o trabalho é devolvido ao(s) autor(es), que terá(ão) um prazo de trinta dias para elaborar nova versão. Os arquivos referentes a artigos não aprovados para publicação são deletados.

A publicação implica cessão integral dos direitos autorais do trabalho à revista. A declaração para a cessão de direitos autorais é enviada juntamente com a notificação de aceite do artigo. Deve ser impressa e devolvida assinada via correios. Todos os autores devem assinar uma declaração.

Aos Editores, ao Conselho Científico e aos consultores científicos *ad hoc* cabe a responsabilidade ética do sigilo e da colaboração voluntária para garantir a qualidade científica das publicações e da revista. Aos autores, cabe a responsabilidade da veracidade das informações prestadas, do depósito dos materiais estudados em instituições legais, quando couber, e o cumprimento das leis locais que regem a coleta, o estudo e a publicação dos dados.

Preparação de originais

Os originais devem ser enviados com texto digitado em Word, com fonte Times New Roman, tamanho 12, entrelinha 1,5, em laudas sequencialmente numeradas. Na primeira folha (folha de rosto) devem constar: título (no idioma do texto e em inglês); nome(s) completo(s) do(s) autor(es); filiação institucional (por extenso); endereço(s) completo(s); e-mail de todos os autores. Na página dois, devem constar: título (no idioma do texto e em inglês), resumo, abstract, palavras-chave e keywords. Não incluir o(s) nome(s) do(s) autor(es).

Tabelas devem ser digitadas em Word, sequencialmente numeradas, com claro enunciado. Ilustrações e gráficos devem ser apresentados em páginas separadas e numeradas, com as respectivas legendas, e em arquivos à parte em formato TIFF (preferencialmente) ou JPEG, com resolução mínima de 500 dpi, tamanho mínimo de 3.000 pixels de largura. O texto deve, obrigatoriamente, fazer referência a todas as tabelas, gráficos e ilustrações.

Chaves devem ser apresentadas no seguinte formato:

1. Lagarto com 4 patas minúsculas.....2
Lagarto com 4 patas bem desenvolvidas.....3
2. Dígito geralmente sem unhas, dorsais lisas.....*Bachia flavescens*
Dígito com unhas, dorsais quilhadas.....*Bachia panoplia*
3. Mãos com apenas 4 dedos.....4
Mãos com 5 dedos.....5
4. Escamas dorsais lisas.....*Gymnophthalmus underwoodii*
Escamas dorsais quilhadas.....*Amapasaurus tetradactylus*
5. Cabeça com grandes placas.....6
Cabeça com escamas pequenas7
6. Placas posteriores da cabeça formam uma linha redonda.....*Alopoglossus angulatus*
Placas posteriores da cabeça formam uma linha reta.....*Arthrosaura kockii*
7. Etc.
Etc.

Pede-se destacar termos ou expressões por meio de aspas simples. Apenas termos científicos latinizados ou em língua estrangeira devem constar em itálico. Observar cuidadosamente as regras de nomenclatura científica, assim como abreviaturas e convenções adotadas em disciplinas especializadas. Citações e referências a autores no decorrer do texto devem subordinar-se à seguinte forma: sobrenome do autor (apenas com inicial maiúscula) e ano (exemplo: Weaver, 1989). Em trabalhos com dois autores, os nomes devem ser separados por "&". No caso de mais de dois autores, menciona-se somente o nome do primeiro autor seguido por "et al.". Todas as obras citadas ao longo do texto devem estar corretamente referenciadas ao final do artigo.

Estrutura básica dos trabalhos

Título – No idioma do texto e em inglês (quando este não for o idioma do texto). Deve ser escrito em caixa baixa, em negrito, centralizado na página.

Resumo e Abstract – Texto em um único parágrafo, ressaltando os objetivos, métodos e conclusões do trabalho, com, no máximo, duzentas palavras, no idioma do texto (Resumo) e em inglês (Abstract). A versão para o inglês é de responsabilidade do(s) autor(es).

Palavras-chave e Keywords – Três a seis palavras que identifiquem os temas do trabalho, para fins de indexação em bases de dados.

Introdução – Deve conter uma visão clara e concisa de conhecimentos atualizados sobre o tema do artigo, oferecendo citações pertinentes e declarando o objetivo do estudo.

Material e métodos – Exposição clara dos métodos e procedimentos de pesquisa e de análise de dados. Técnicas já publicadas devem ser apenas citadas e não descritas. Termos científicos, incluindo espécies animais e vegetais, devem ser indicados de maneira correta e completa (nome, autor e ano de descrição).

Resultados e discussão – Podem ser comparativos ou analíticos, ou enfatizar novos e importantes aspectos do estudo. Podem ser apresentados em um mesmo item ou em separado, em sequência lógica no texto, usando tabelas, gráficos e figuras, dependendo da estrutura do trabalho.

Conclusão – Deve ser clara, concisa e responder aos objetivos do estudo.

Agradecimentos – Devem ser sucintos: créditos de financiamento; vinculação do artigo a programas de pós-graduação e/ou projetos de pesquisa; agradecimentos pessoais e institucionais. Nomes de instituições devem ser por extenso, de pessoas pelas iniciais e sobrenome, explicando o motivo do agradecimento.

Referências – Devem ser listadas ao final do trabalho, em ordem alfabética, de acordo com o sobrenome do primeiro autor. No caso de mais de uma referência de um mesmo autor, usar ordem cronológica, do trabalho mais antigo ao mais recente. No caso de mais de uma publicação do mesmo autor com o mesmo ano, utilizar letras após o ano para diferenciá-las. Nomes de periódicos devem ser por extenso. Teses e dissertações acadêmicas devem preferencialmente estar publicadas. Estruturar as referências segundo os modelos a seguir:

Livro: WEAVER, C. E., 1989. **Clays, muds and shales**: 1-819. Elsevier, Amsterdam.

Capítulo de livro: ARANHA, L. G., H. P. LIMA, R. K. MAKINO & J. M. SOUZA, 1990. Origem e evolução das bacias de Bragança – Viseu, S. Luís e Ilha Nova. In: E. J. MILANI & G. P. RAJA-GABAGLIA (Eds.): **Origem e evolução das bacias sedimentares**: 221-234. PETROBRÁS, Rio de Janeiro.

Artigo de periódico: GANS, C., 1974. New records of small amphisbaenians from northern South America. **Journal of Herpetology** 8(3): 273-276.

Série/Coleção: CAMARGO, C. E. D., 1987. **Mandioca, o “pão caboclo”**: de alimento a combustível: 1-66. Icone (Coleção Brasil Agrícola), São Paulo.

Documento eletrônico: IBGE, 2004. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 23 janeiro 2004.

Provas

Os trabalhos, depois de formatados, são encaminhados em PDF para a revisão final dos autores, que devem devolvê-los com a maior brevidade possível. Os pedidos de alterações ou ajustes no texto devem ser feitos por escrito. Nessa etapa, não serão aceitas modificações no conteúdo do trabalho ou que impliquem alteração na paginação. Caso o autor não responda ao prazo, a versão formatada será considerada aprovada. Cada autor receberá, via Correios, dois exemplares do Boletim. Os artigos são divulgados integralmente no formato PDF no sítio da revista, com acesso aberto.

Endereço para correspondência

Museu Paraense Emílio Goeldi

Editor do Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais

Av. Perimetral, 1901 - Terra Firme

CEP 66077-530

Belém - PA - Brasil

Telefone: 55-91-3075-6186

E-mail: boletim.naturais@museu-goeldi.br

Lembre-se:

- 1- Antes de enviar seu trabalho, verifique se foram cumpridas as normas acima. Disso depende o início do processo editorial.
- 2- Após a aprovação, os trabalhos são publicados por ordem de chegada. O Editor Científico também pode determinar o momento mais oportuno.
- 3- É de responsabilidade do(s) autor(es) o conteúdo científico do artigo, o cuidado com o idioma em que ele foi concebido, bem como a coerência da versão para o inglês do título, do resumo (abstract) e das palavras-chave (keywords). Quando o idioma não estiver corretamente utilizado, o trabalho pode ser recusado.

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Goals and editorial policy

The mission of the Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais is to publish original works on Biology (zoology, botany, biogeography, ecology, taxonomy, anatomy, biodiversity, vegetation, nature conservation) and Geology. The journal accepts contributions in Portuguese, Spanish, and English (UK) for the following sections:

Articles – Scientific and original analytical papers stemming from studies and research, which effectively contribute to building knowledge in the field. Maximum length: 50 pages.

Short Communications – Preliminary reports on field observations, problems and progress of current research, emphasizing hypotheses, mentioning sources, partial results, methods and techniques used. Maximum length: 15 pages.

Memory – Section intended to report on museum collections, that are relevant for scientific issues; and biographical essays, including obituaries or personal memories. Maximum length: 15 pages.

Book Reviews – Text discussing recently published books in the field of natural sciences, in print or electronically. Maximum length: 5 pages.

Theses and Dissertations – Theses and dissertations abstracts, with no references section. Maximum length: 1 page.

Submitting a manuscript

Manuscripts should be sent to the Scientific Editor by e-mail (boletim.naturais@museu-goeldi.br), with a letter containing: title, full name (no abbreviations) of the main author and other authors, mailing address (complete address, zip code, phone number, fax, e-mail), and declaration stating the main author is responsible for the inclusion of the co-authors.

The journal has a Scientific Board. The manuscripts are first examined by the Editor or by one of the Associate Editors. The Editor has the right to recommend alterations be made to the papers submitted or to return them when they fail to comply with the journal's editorial policy. Upon acceptance, the manuscripts are submitted to peer-review and are reviewed by two specialists who are not members of the Editorial Commission. In the event of disagreement, the manuscript is submitted to other(s) referee(s). If changes or corrections need to be made, the manuscript is returned to the authors who will have thirty days to send a new version. Files related to not accepted manuscripts will be deleted.

Publication means fully assigning and transferring all copyrights of the manuscript to the journal. The Liability Statement and Assignment of Copyrights will be enclosed with the notice of acceptance. All the authors must sign the document and return it to the journal.

The editors, the Advisory Body and ad hoc scientific advisors are responsible for the ethical duty of confidentiality and their voluntary collaboration to ensure the scientific quality of papers published in the journal. Authors are responsible for the veracity of the information provided, the deposition of the materials studied in recognised institutions (where applicable) and compliance with local laws that govern the collection, study and publication of data.

Preparing manuscripts

The manuscripts should be sent in Word for Windows formats, in Times New Roman, font 12, 1.5 spacing between lines, and pages must be sequentially numbered. First page (cover page) must include: title (in the original language and in English); author(s)'s full name; affiliation

(no abbreviations); complete address (es); and e-mail(s) for all authors. A following printed page must include: title, abstract, and keywords (in the original language and in English). Do not mention the name(s) of the author(s).

Tables should be in Word format, sequentially numbered, and with clear captions. Images and graphs should be on separate and numbered pages, with their respective captions. They should also be sent in separate files. Digitized images should have a minimum resolution of 500 dpi, minimum size of 3,000 pixels, in TIFF (preferably) or JPEG format. All tables, graphs and images must be necessarily mentioned in the text body.

Keys have to be presented in the following format:

1. Lizard with 4 small limbs.....	2
Lizard with 4 well developed limbs.....	3
2. Fingers and toes generally without nails, dorsals smooth.....	<i>Bachia flavescens</i>
Fingers and toes with nails, dorsals keeled.....	<i>Bachia panoplia</i>
3. Hands with only 4 fingers.....	4
Hands with 5 fingers.....	5
4. Dorsal scales smooth.....	<i>Gymnophthalmus underwoodii</i>
Dorsal scales keeled.....	<i>Amapasaurus tetradactylus</i>
5. Head with large scales.....	6
Head with small scales.....	7
6. Posterior scales of head forming a rounded line.....	<i>Alopoglossus angulatus</i>
Posterior scales of head forming a straight line.....	<i>Arthrosaura kockii</i>
7. Etc.	
Etc.	

To highlight terms or phrases, please use single quotation marks. Only foreign language words and phrases, and latinized scientific names should be in italics. Texts must fully comply with naming rules, abbreviations and conventions adopted in specific fields. To quoting or mentioning authors throughout the text, please use the following format: author's last name (capitalize only the first letter) and year (example: Weaver, 1989). Publications with two authors are cited with an "&" between the names. In cases where there are more than two authors only the name of the first author is mentioned followed by "*et al.*". All quotations in the text body must be accurate and listed at the end of the paper.

Basic text structure

Title – The title must appear both in the original language of the text and in English (when English is not the original language). Title must be centralized and in bold. Do not use capitals.

Abstract – This section should be one paragraph long and highlight the goals, methods, and results of the study. Maximum length: 200 words. The abstract should be presented both in Portuguese/Spanish and in English. The authors are responsible for the English translation.

Keywords – Three to six words that identify the topics addressed, for the purpose of indexing the paper in databases.

Introduction – The introduction should contain a clear and concise description based on state-of-the-art knowledge on the topic addressed. It should provide relevant quotations, and express the goals of the study clearly.

Materials and Methods – This section contains clear information on methods, procedures and data analysis. Previously published studies should not be described, only mentioned. Scientific terms, including the names of plants and animals, should be provided correctly and accurately (name, author, year of description).

Results and Discussion – The results and discussion can be comparative or analytical, or emphasize new and important aspects of the study. They can be addressed together under the same topic, or separately according to the logical order of the paper by using tables, graphics and pictures depending on the structure of the text.

Conclusion – The conclusion should be clear and concise, and should mirror the goals of the study.

Acknowledgements – Acknowledgements are brief and can mention: support and funding; connections to graduate programs and/or research projects; acknowledgement to individuals and institutions. The names of institutions should be written in full, those of individuals with initials and family name, indicating what motivated the acknowledgement.

References – References should appear at the end of the text in alphabetical order according to the last name of the first author. In the event of two or more references to the same author, please use chronological order starting with the earliest work. In case there are several publications by the same author in the same year, use lower case letters behind the year to differentiate them. Theses and academic dissertations preferably must have been published. References should follow the examples below:

Book: WEAVER, C. E., 1989. **Clays, muds and shales:** 1-819. Elsevier, Amsterdam.

Chapter in book: ARANHA, L. G., H. P. LIMA, R. K. MAKINO & J. M. SOUZA, 1990. Origem e evolução das bacias de Bragança – Viseu, S. Luís e Ilha Nova. In: E. J. MILANI & G. P. RAJA-GABAGLIA (Eds.): **Origem e evolução das bacias sedimentares:** 221-234. PETROBRÁS, Rio de Janeiro.

Article in journal: GANS, C., 1974. New records of small amphisbaenians from northern South America. **Journal of Herpetology** 8(3): 273-276.

Series/Collection: CAMARGO, C. E. D., 1987. **Mandioca, o “pão caboclo”:** de alimento a combustível: 1-66. Icone (Coleção Brasil Agrícola), São Paulo.

Electronic document: IBGE, 2004. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Available at: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Accessed on: 23 January 2004.

Proofs

Authors will receive their paper in PDF format for final approval, and must return the file as soon as possible. Authors must inform the Editors in writing of any changes in the text and/or approval issues. At this stage, changes concerning content or changes resulting in an increase or decrease in the number of pages will not be accepted. In the event the author does not meet the deadline, the formatted paper will be considered approved by the author. Each author will receive two printed copies of the journal. The papers will be disclosed in full, in PDF format in the journal website.

Mailing address

Museu Paraense Emílio Goeldi

Editor do Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais

Av. Perimetral, 1901 - Terra Firme

CEP 66077-530

Belém - PA - Brazil

Phone: 55-91-3075-6186

E-mail: boletim.naturais@museu-goeldi.br

Please note:

- 1- Before submitting your manuscript to the journal, please check whether you have complied with the norms above. For the editorial process to begin, submitters must comply with the policy.
- 2- After acceptance, the papers will be published according to order of arrival. The Scientific Editor may also decide on the most convenient time for publication.
- 3- The authors are fully responsible for the scientific content of their manuscripts, language quality, in addition to accuracy between the original and the English version of the title, abstract and keywords. When language is not correct a manuscript can be refused.

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi
Formato: 50P0 x 59P6
Tipografia: MPEG

Conteúdo

Estudo comparativo da fauna de comensais nos formigueiros de três espécies de grande tamanho da mirmecofauna brasileira (Hymenoptera: Formicidae) Comparative study of the fauna of commensals in the nests of three large species of Brazilian ants (Hymenoptera: Formicidae)	
Ivone de Jesus Sena Moreira Charles Darwin Ferreira Cruz Anny Kelly Cantanhede Fernandes Jacques Hubert Charles Delabie Gabriela Castaño-Meneses Cléa dos Santos Ferreira Mariano	377
Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil Characterization of the Collembola fauna in different vegetal formations in the municipality of Santa Bárbara, state of Pará, Brazil	
Andreza Mesquita Martins Ana Lúcia Nunes Gutjahr Carlos Elias de Souza Braga	393
<i>Peperomia</i> Ruiz & Pav. (Piperaceae) na microbacia do rio Água Fria, Pedra Branca do Amapari, Amapá, Brasil <i>Peperomia</i> Ruiz & Pav. (Piperaceae) in the Água Fria River microbasin, Pedra Branca do Amapari, Amapá, Brazil	
Alessandra dos Santos Facundes Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues Adriano Castro de Brito Elsie Franklin Guimarães Luciano Araujo Pereira	409
<i>Philodendron</i> Schott (Araceae Juss.) no distrito do Carvão, Mazagão, Amapá, Brasil <i>Philodendron</i> Schott (Araceae Juss.) in the district of Carvão, Mazagão, Amapá, Brazil	
Plúcia Franciane Ataíde Rodrigues Alessandra dos Santos Facundes Luciano Araujo Pereira	421
Síntese verde de nanopartículas de prata intermediada por fungo anamórfico e eficácia antibacteriana e antifúngica Green synthesis of silver nanoparticles mediated by anamorphic fungi and antibacterial and antifungal efficacy	
Dib Mady Diniz Gomes Nelson Durán Amedea Barozzi Seabra Larissa de Paiva Silva Fabiano Brito Prado Taciana de Amorim Silva Maria Francisca Simas Teixeira	433
Suscetibilidade das áreas protegidas da Amazônia Legal ao desflorestamento Susceptibility to deforestation of protected areas in Brazil's Legal Amazon	
Jorge Luis Gavina Pereira Leandro Valle Ferreira	445
Aves silvestres criadas em cativeiro na cidade de Eirunepé, médio rio Juruá, sudoeste da Amazônia brasileira Wild birds bred in captivity in the city of Eirunepé, middle Juruá river, southwestern Brazilian Amazonia	
Miberly Cavalcante de Oliveira Diego Pedroza	467
Revisão da distribuição de <i>Suiriri suiriri burmeisteri</i> (Aves: Tyrannidae) no estado de São Paulo, Brasil, com novos registros em seu limite de distribuição sudeste Revision of the distribution of <i>Suiriri suiriri burmeisteri</i> (Aves: Tyrannidae) in the state of São Paulo, Brazil, with new records in its southeastern distribution limits	
Arthur Macarrão Fernando Igor de Godoy	475
High in the sky: the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) inhabiting the forest canopy in the central Amazon, state of Amazonas, Brazil Alto no céu: a mosca soldado-negro (Diptera: Stratiomyidae) habitando o dossel de uma floresta na Amazônia Central, estado do Amazonas, Brasil	
Matheus Mickael Mota Soares Luana Machado Barros Rosaly Ale-Rocha	483