

BOLETIM MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
**CIÊNCIAS
NATURAIS**

v. 16 n. 1 janeiro/abril de 2021



Dieta de três espécies simpátricas de *Physalaemus*

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Ciências Naturais



v. 16, n. 1
janeiro-abril
2021



IMAGEM DA CAPA
Sapinho do gênero
Physalaemus.
Foto: Pedro Peloso.

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

Alúísio José Fernandes Júnior

Ana Carla Feio dos Santos

Ana Kelly Koch

Débora Rodrigues de Souza Campana

José Nazareno Araújo dos Santos Junior

Milena Marília Nogueira de Andrade

Priscila Sanjuan de Medeiros Sarmento

Sue Anne Regina Ferreira Costa

Valéria Juliete da Silva

William Leslie Overall

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

Ana Maria Giulietti - 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 - Rafeale Lima

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

Normalização - Núcleo Editorial Boletim

Projeto Gráfico - Elaynia Ono

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
Museu Paraense Emílio Goeldi

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Ciências Naturais



ISSN 2317-6237

Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi	Cienc. Nat.	Belém	v. 16	n. 1	p. 13-155	janeiro-abril 2021
-------------------------------	-------------	-------	-------	------	-----------	--------------------

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. 2021. – Belém: MPEG, 2021. v. 16 n. 1., 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. Botânica. 2. Conservação. 3. Entomologia Forense. 4. Geologia. 5. Taxonomia. 6. Zoologia. I. Museu Paraense Emílio Goeldi.

CDD-21ª.ed. 500

© Direitos de Cópia/Copyright 2021 por/by MCTIC/Museu Goeldi



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
E INOVAÇÕES



CARTA DO EDITOR

O sumário da primeira edição de 2021 do **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** é composto por artigos de várias áreas e subáreas do conhecimento, produzidos por pesquisadores de diversas universidades e centros de pesquisa do Brasil.

Na área da ecologia trófica de animais, o artigo de Oliveira e colaboradores apresentou informações sobre a composição alimentar de três espécies simpátricas (que ocorrem na mesma região) de sapinhos do gênero *Physalaemus* (*Physalaemus albifrons*, *Physalaemus cicada* e *Physalaemus cuvieri*) em uma área de caatinga do estado do Ceará. Informações dessa natureza podem ajudar os pesquisadores a entender como espécies aparentadas, e que, supostamente, possuem as mesmas exigências ecológicas, conseguem coexistir.

O artigo de Dornas e colaboradores traz informações atualizadas sobre a distribuição do passarinho conhecido como chorozinho-da-caatinga (*Herpsilochmus sellowi*) para o estado do Tocantins, o qual é endêmico do Brasil e está quase ameaçado de extinção. Os espécimes foram encontrados em enclaves de carrascos e campinaranas, que são áreas com uma vegetação singular. Por isso, os autores sugerem que essas áreas sejam definidas como zona de preservação/conservação no zoneamento da Área de Proteção Ambiental (APA) Lago de Palmas, garantindo, assim, a proteção da população do chorozinho-da-caatinga que ocorre no Tocantins, bem como das espécies de outros grupos taxonômicos.

Na área da entomologia, Valente e Guimarães apresentaram dados atualizados e revisados sobre a coleção de besouros bicudos da subfamília Dryophthorinae (família Curculionidae) da coleção entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi. As autoras trazem informações sobre os dados das etiquetas de todos os espécimes analisados, fotografias em alta resolução dos espécimes-tipo e mapa com os pontos de ocorrência e com a riqueza de espécies da referida coleção, representando um registro temporal e espacial de Dryophthorinae da Amazônia.

No artigo de Sales e colaboradores, também na área da entomologia, mas voltado para a biologia do desenvolvimento pós-embriônico, foram apresentadas informações detalhadas sobre o tempo de desenvolvimento de uma espécie de mosca varejeira (*Paralucilia fulvinota*), com base em material coletado em uma área de floresta amazônica em Manaus, Amazonas. Há também informações sobre o grau-dia acumulado e grau-hora acumulado, comprimento e massa corporal das larvas e a razão sexual das moscas adultas. Esses dados são muito importantes em estudos forenses, principalmente na determinação do intervalo pós-morte mínimo de cadáveres encontrados em áreas florestadas da Amazônia, onde essa espécie de mosca necrófaga é relativamente comum.

Ainda sobre os artrópodes, Braga e colaboradores apresentaram os resultados de um estudo etnozoológico desenvolvido no litoral sul do estado do Espírito Santo sobre a percepção dos pescadores artesanais em relação à importância dos crustáceos (caranguejos, siris, camarões etc.). As informações obtidas nesse tipo de estudo são de grande utilidade para a preservação das espécies, especialmente daquelas exploradas comercialmente, pois facilitam a comunicação entre gestores e comunidades.

O primeiro artigo botânico deste sumário, de autoria de Carvalho e colaboradores, é sobre um estudo taxonômico das espécies das subfamílias Cercidoideae, Detarioideae e Dialioideae (família Leguminosae) que foram registradas para

a Floresta Nacional de Caxiuanã, localizada nos municípios de Portel e Melgaço, Pará. Este artigo também traz chave de identificação para todas as espécies e outras ferramentas taxonômicas, tais como ilustrações e diagnoses. O outro artigo na área da botânica, de autoria de Santos e colaboradores, conta com os dados sobre o potencial fisiológico durante o armazenamento das sementes de uma planta popularmente conhecida como marupá (*Simarouba amara*). Essa espécie possui valor comercial, pois sua madeira é utilizada na produção de caixas, tetos, fósforos, molduras, compensados e instrumentos musicais. Portanto, o conhecimento da forma adequada de armazenamento das sementes de marupá pode ser importante para a conservação das sementes e para as atividades de produção de mudas.

Na área da geotecnologia, Narvaes e colaboradores apresentaram os resultados de um estudo onde foi utilizada uma ferramenta de sensoriamento remoto (detecção de exploração madeireira em tempo quase real - DETEX) para investigar a ocorrência de exploração florestal licenciada e ilegal em um Projeto de Desenvolvimento Sustentável em Anapu, Pará.

O artigo de Silva e colaboradores, na área da geologia, teve como objetivo caracterizar os atributos morfológicos, físicos e químicos de solos originados da Formação Cruzeiro do Sul, no Vale do Juruá, Acre. Foram selecionados cinco perfis geológicos para as análises morfológicas e as análises de granulometria e de pH em H₂O, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e matéria orgânica, as quais foram realizadas por meio de amostras dos horizontes e camadas correlatas. O conjunto de dados apresentados neste artigo incrementam as bases relacionadas ao uso e ao manejo dos solos amazônicos.

O sumário desta edição também possui duas notas científicas na área da ornitologia. Em uma delas, de autoria de Pinheiro e colaboradores, o gavião-de-cara-preta (*Leucopternis melanops*) foi registrado pela primeira vez para a Amazônia maranhense, dentro dos limites da Reserva Biológica do Gurupi, destacando a importância do mosaico Gurupi na manutenção de espécies incomuns. Na outra nota científica, de autoria de Navega-Gonçalves, foram apresentadas informações minuciosas sobre a nidificação da galinha-d'água (*Gallinula galeata*), com base em observações realizadas em um parque urbano em Piracicaba, São Paulo. Como ressaltado pela autora, essas informações são de grande importância para o manejo do parque, de forma a garantir a conservação dos locais de nidificação, bem como a manutenção dos recursos que são necessários para a permanência dessa e de outras espécies de aves nos parques urbanos.

Para finalizar esta carta, gostaria de externar meus agradecimentos a todos os pesquisadores envolvidos na avaliação dos artigos que compõem o presente sumário e aos editores de seção, pelo cuidadoso trabalho de editoração. Gostaria de agradecer também à Dra. Ely Simone C. Gurgel, pelo empenho para promover a melhora do Boletim. Sou profundamente grato à Rafaele Lima e à Talita do Vale, que trabalharam na edição deste número com profissionalismo e dedicação. Elas conseguiram superar os desafios impostos pela pandemia do novo coronavírus e Talita trabalhou até onde pôde, antes de se ausentar para dar à luz ao seu primeiro filho.

Fernando da Silva Carvalho Filho
Editor Científico

CARTAS DOS EDITORES
EDITOR'S NOTES

ARTIGOS
ARTICLES

Diet of three sympatric *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) from the Brazilian semiarid region

Dieta de três *Physalaemus* simpátricos (Anura: Leptodactylidae) do semiárido brasileiro

Cicero Ricardo de Oliveira | Leonides Azevedo Cavalcante | Heitor Tavares de Sousa Machado |

Robson Waldemar Ávila | Drausio Honorio Morais 13

Distribuição geográfica de uma população disjunta de *Herpsilochmus sellowi* Whitney & Pacheco, 2000 (Aves, Thamnophilidae) e implicações para a conservação das fisionomias de carrascos quartzarênicos do médio rio Tocantins, bioma Cerrado, Brasil central

Geographical distribution of a disjunct population of *Herpsilochmus sellowi* Whitney & Pacheco, 2000 (Aves, Thamnophilidae) and implications for the conservation of the physiognomies of quartzarenic “carrascos” from the middle Tocantins river, Cerrado biome, Central Brazil

Tulio Dornas | Ricardo Flores Haidar | Fernando de Morais 21

Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) in the Collection of the Museu Paraense Emílio Goeldi: inventory and type specimens

Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) da Coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi: inventário e espécimes-tipo

Roberta de Melo Valente | José Raimundo Rocha Guimarães 33

Development time, body mass and length of immatures of *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) (Diptera: Calliphoridae) reared under natural conditions in a Central Amazon forest

Tempo de desenvolvimento, massa e comprimento corporal de imaturos de *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) (Diptera: Calliphoridae) criados sob condições naturais em uma floresta da Amazônia central

Thonson Sales | Ruth Leila Ferreira-Keppeler | Renato Tavares Martins | Luana Machado Barros 51

Caracterização da pesca e importância dos crustáceos a partir da percepção de pescadores artesanais do sul do Espírito Santo, Brasil

Characterization of fishing and importance of crustaceans in the perception of artisanal fishermen, southern Espírito Santo, Brazil

Adriane Araújo Braga | Ana Carolina Machado de Oliveira | Camilah Antunes Zappes 59

Taxonomic synopsis of Leguminosae subfamilies Cercidoideae, Detarioideae, and Dialioideae in the National Forest of Caxiuanã, Pará, Brazil

Sinopse taxonômica das subfamílias Cercidoideae, Detarioideae e Dialioideae (Leguminosae) na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil

Catarina Silva de Carvalho | Rafael Barbosa Pinto | Marli Pires Morim | João Ubiratan Moreira dos Santos 73

Storage of *Simarouba amara* Aubl. seeds

Armazenamento de sementes de *Simarouba amara* Aubl.

Jiovana Santos Pereira Amorim Santos | Andrea Vita Reis Mendonça | Edvania da Silva Carvalho |

Marcus Dhilermando Hora de Souza | Manuela Oliveira de Souza..... 89

Efetividade de uma iniciativa de manejo para contenção da exploração florestal ilegal em um Projeto de Desenvolvimento Sustentável em Anapu, Pará

Effectiveness of a forest management initiative to contain illegal logging in a Sustainable Development Project in Anapu, Pará

Igor da Silva Narvaes | Roberto Porro | Tássio Franco Cordeiro | Frederico Augusto Pereira Elleres |

Sandra Maria Neiva Sampaio | Orlando dos Santos Watrin..... 97

Caracterização de perfis geológicos desenvolvidos em geoambientes da Formação Cruzeiro do Sul, Amazônia sul-ocidental

Characterization of geological profiles developed in geoenvironments of the Cruzeiro do Sul Formation, southwestern Amazon

Caline Pereira da Silva | Edson Alves de Araújo | Jessé de França Silva | Willian Carlos de Lima Moreira | Francisco Ricardo Negri |

Wilber Moacir Souza Oliveira..... 115

NOTAS DE PESQUISA
SHORT COMMUNICATIONS

**Primeiro registro documentado de *Leucopternis melanops* (Latham, 1790)
(Aves: Accipitridae) no estado do Maranhão e atualização da distribuição
geográfica da espécie no Brasil**

First documented record of *Leucopternis melanops* (Latham, 1790)
(Aves: Accipitridae) in the state of Maranhão and update of the geographic
distribution of this species in Brazil

Leonardo Victor Soares Pinheiro | Pablo Vieira Cerqueira | Gabriel Augusto Leite | Marcos de Souza Fialho |

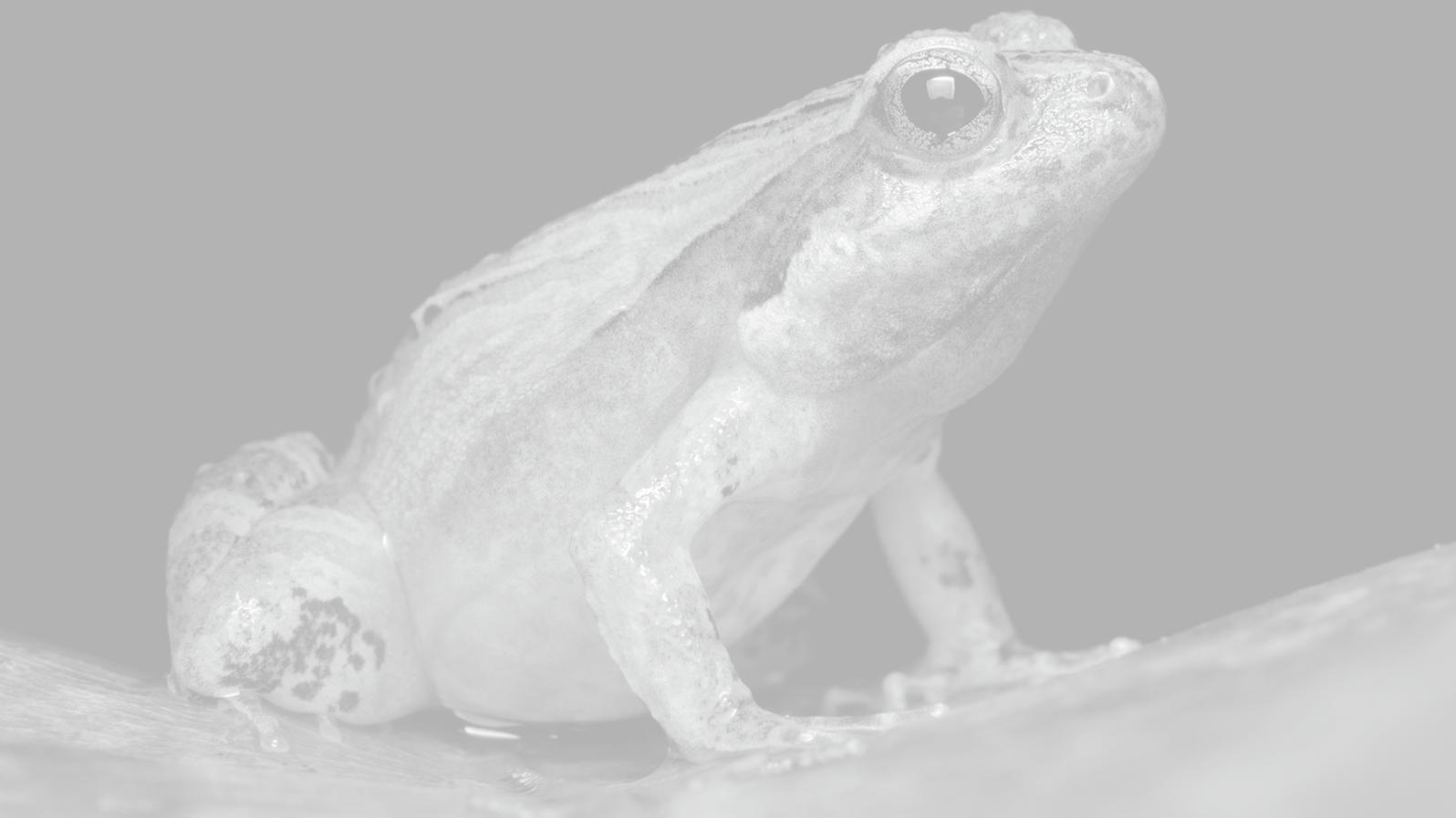
Gustavo Gonsioroski..... 131

**Notas sobre a nidificação da galinha-d'água, *Gallinula galeata*
(Lichtenstein, 1818) (Gruiformes, Rallidae)**

Notes on the nesting habits of the Common Gallinule, *Gallinula galeata*
(Lichtenstein, 1818) (Gruiformes, Rallidae)

Maria Eliana Carvalho Navega-Gonçalves..... 145

ARTIGOS



Diet of three sympatric *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) from the Brazilian semiarid region

Dieta de três *Physalaemus* simpátricos (Anura: Leptodactylidae) do semiárido brasileiro

Cicero Ricardo de Oliveira^I  | Leonides Azevedo Cavalcante^{II}  | Heitor Tavares de Sousa Machado^I  |
Robson Waldemar Ávila^I  | Drausio Honorio Morais^{III} 

^IUniversidade Federal do Ceará. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Fortaleza, Ceará, Brasil

^{II}Universidade Regional do Cariri. Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recurso Naturais. Crato, Ceará, Brasil

^{III}Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Ciências Agrárias. Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil

Abstract: Studies on the use of food resources and trophic niche of different species can help understand ecological relationships. In this study, we evaluated the diet of three sympatric species of *Physalaemus* from the Brazilian semiarid. We analyzed a total of 264 individuals, being 100 specimens of *Physalaemus albifrons*, 93 of *P. cicada*, and 71 of *P. cuvieri*. Seven prey categories were recorded: three for *P. cicada* and *P. albifrons*, and six distinct categories for *P. cuvieri*. The orders Coleoptera, Isoptera and the family Formicidae were the most representative categories in the diet of *P. cicada*, *P. cuvieri*, and *P. albifrons*, respectively. Although there is a high trophic niche overlap, differences in preference for food categories may reduce potential competition in these frog species from the *Caatinga*.

Keywords: Amphibia. Food niche. Arthropods. *Physalaemus albifrons*. *Physalaemus cicada*. *Physalaemus cuvieri*.

Resumo: Estudos sobre o uso de recursos alimentares e nicho trófico em diferentes espécies podem ajudar na compreensão das relações ecológicas. Aqui, avaliamos a dieta de três espécies simpátricas de *Physalaemus* do semiárido brasileiro. Analisamos um total de 264 indivíduos, sendo 100 espécimes de *Physalaemus albifrons*, 93 de *P. cicada* e 71 de *P. cuvieri*. Foram registradas sete categorias de presas: três para *P. cicada* e *P. albifrons*, e seis categorias distintas para *P. cuvieri*. As ordens Coleoptera, Isoptera e a família Formicidae foram as categorias mais representativas na dieta de *P. cicada*, *P. cuvieri* e *P. albifrons*, respectivamente. Embora haja uma elevada sobreposição de nichos tróficos, as diferenças na preferência das categorias alimentares podem reduzir a potencial competição nestas espécies de anuros na *Caatinga*.

Palavras-chave: Anfíbios. Nicho alimentar. Artrópodes. *Physalaemus albifrons*. *Physalaemus cicada*. *Physalaemus cuvieri*.

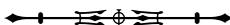
OLIVEIRA, C. R., L. A. CAVALCANTE, H. T. S. MACHADO, R. W. ÁVILA & D. H. MORAIS, 2021. Diet of three sympatric *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) from Brazilian semiarid. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 16(1): 13-19. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.311>.

Autor para correspondência: Cicero Ricardo de Oliveira. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências. *Campus* PICI, Bloco 902. Av. Humberto Monte, s/n. Fortaleza, CE, Brasil. CEP 60455-760 (riccicer@gmail.com).

Recebido em 26/05/2020

Aprovado em 19/10/2020

Responsabilidade editorial: Adriano Oliveira Maciel



INTRODUCTION

The genus *Physalaemus* Fitzinger, 1826, currently comprises 43 species (Segalla *et al.*, 2019), distributed from Mexico to southern South America (Nascimento *et al.*, 2005; Grant *et al.*, 2006; Frost, 2019). Species of this genus inhabiting the Atlantic Forest domain and the phytophysiognomies of the *Cerrado*, *Pantanal*, Amazonia, and *Caatinga* in Brazil (Lisboa & Haddad, 2009; Caldas *et al.*, 2010; Frost, 2019), occupying a wide variety of microhabitats (Heyer *et al.*, 1990).

Studies with *Physalaemus* species have been conducted regarding their taxonomy (Heyer & Wolf, 1989; Feio *et al.*, 1999; Ron *et al.*, 2005; Pimenta *et al.*, 2005), phylogenetic and phylogeography (Lima, 2012). Biological aspects are known mainly from Atlantic Forest and *Cerrado* areas, and include reproduction (Brasileiro & Martins, 2006; Pupin *et al.*, 2010), parasitology (Toledo *et al.*, 2013; Campião *et al.*, 2014; Aguiar *et al.*, 2015; Leivas *et al.*, 2018; C. Oliveira *et al.*, 2019), and diet (Santana & Juncá, 2007; Moser *et al.*, 2017; Leivas *et al.*, 2018). From the Brazilian semiarid, ecological data, especially on diet, are scant.

Dietary studies are important for understanding trophic niche and ecological relationships (Bianchi, 2009; M. Oliveira *et al.*, 2015). Several factors may influence the diet of anurans, including seasonal changes in food availability, competitive relationships, body size, and ecological tolerance of different species (Duellman & Trueb, 1994).

In this context, the use of different food resources can explain coexistence between species. Thus, our objective is to evaluate the diet of the sympatric species: *Physalaemus cicada* Bokermann, 1966, *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826, and *Physalaemus albifrons* Spix, 1824, from Brazilian semiarid.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in a *Caatinga* area in the municipality of Farias Brito (06° 51' 55.7" S; 39° 32' 08.0" W), Ceará state, Brazil. The predominant climate of the region is tropical semiarid, with average rainfall of

896.5 mm (IPECE, 2015). The samplings were carried out from January to March, 2017, for two days a month.

Specimens were collected by hand in two temporary ponds during visual searches, which consist of walking and visually exploring all possible microhabitats (Bernarde, 2012). Specimens were euthanized following ethical procedures (CFMV, 2013) right after being captured, fixed in 10% formalin (Calleffo, 2002), and deposited at *Coleção Herpetológica of Universidade Regional do Cariri* (URCA-H).

A midventral incision was made in all specimens and the contents of the gastrointestinal tract were analyzed under a stereoscopic microscope. All prey items were counted and identified to the lowest possible taxonomic level using specialized literature (Oliveira-Costa, 2011). Fragments that could not be identified due to the high level of digestion were grouped into the category unidentified arthropods (UA).

The length and width of the intact items found in the stomachs were measured with the aid of a digital caliper. Their respective volumes were estimated through the ellipsoid formula:

$$V = \frac{4\pi}{3} \left(\frac{\text{length}}{2}\right) \left(\frac{\text{width}}{2}\right)^2$$

To determine the relative contribution of each prey category, the relative importance index was calculated using the following formula (Powell *et al.*, 1990):

$$RI = \frac{F\% + N\% + V\%}{3}$$

To demonstrate the relative level of specialization in the diet, we calculate the amplitude of trophic niche, according to Levins' index (Krebs, 1998), which was standardized through the mathematical expression of Hurlbert (1978). To calculate P_j , we applied the volume values of each food item disregarding the value of unidentified Arthropods (UA). The food overlap was estimated according to Pianka index (Pianka, 1973) considering the RI values.



$$B = \frac{1}{\sum p_j^2} \quad B_A = \frac{B - 1}{n - 1}$$

We performed a Correspondence Analysis to evaluate prey categories that contributed most to the diet of each species, considering the RI values, disregarding the value of unidentified arthropods (UA), using the PAST 4.02 software.

RESULTS

We analyzed 264 individuals of *Physalaemus*, being 100 specimens of *Physalaemus albifrons*, 93 of *P. cicada*, and 71 of *P. cuvieri* (243 males and 21 females in total, all adults). All specimens captured were in reproductive period. Only 10 individuals of *P. albifrons* (10%), 13 individuals of *P. cicada* (14%), and 15 individuals of *P. cuvieri* (21%) analyzed presented stomach contents (36 males and two females in total). The stomach contents identified were grouped into seven prey categories.

For *Physalaemus albifrons*, three prey categories were identified: Formicidae, Coleoptera and Dermaptera. The presence of plant material was also observed. Formicidae was the most frequent (45%) and important (42%) prey category. For *Physalaemus cicada* only Coleoptera was identified, representing 66.8% of the total volume found. *Physalaemus cuvieri* presented the highest prey diversity, with six prey categories identified.

Unidentified arthropods (UA) represented the largest volume (90%). Isoptera was the second most consumed category, with 32.7% of the number of prey ingested and Relative Importance Index (RI) (14.5%; Table 1).

Formicidae, Coleoptera, and Isoptera contributed most to the diet of the three species. The correspondence analysis indicated that each species had a greater contribution from a specific category of prey (Figure 1). Overlap between *P. cicada* with *P. albifrons* was 0.67, and between *P. cicada* with *P. cuvieri* was 0.60, higher than overlap between *P. albifrons* and *P. cuvieri* 0.40. *Physalaemus cicada* presented narrow niche amplitude ($B_A = 0.01$), than *P. albifrons* ($B_A = 0.80$) and *P. cuvieri* ($B_A = 0.25$).

DISCUSSION

The mating system of anurans includes competition between males (Arak, 1983) or choice of females (Ryan, 1985), in which females are considered a limiting resource to the reproductive success of males (Robertson, 1986; Vogel & Pombal Jr., 2007). Duellman & Trueb (1994) stated that many anuran males could remain fasted during the reproductive period, which may explain the low number of specimens with stomach contents in our study. Thus, during the reproductive period males of *Physalaemus* tend to focus their energy expenditure on reproduction, reducing other activities, such as feeding.

Table 1. Prey items found in the diet of three sympatric *Physalaemus* in Brazilian semiarid. Legends: V% = volume; F% = frequency; N% = number; RI = relative importance index.

Prey items	<i>P. albifrons</i>				<i>P. cicada</i>				<i>P. cuvieri</i>			
	V%	F%	N%	RI	V%	F%	N%	RI	V%	F%	N%	RI
UA					32.9	47	32.4	37.4	90	55	39.4	61.5
Coleoptera	49.7	22.2	11.8	27.9	66.8	41.2	23.5	43.9	1.5	5	1	2.5
Dermaptera	23.2	22.2	11.8	19								
Formicidae	23.5	45.4	58.8	42.2					6.8	15	12.5	11.4
Isoptera									0.9	10	32.7	14.5
Arthropoda eggs					0.3	11.8	44.1	18.7	0.1	10	11.5	7.2
Scolopendromorpha									0.8	5	2.9	2.9



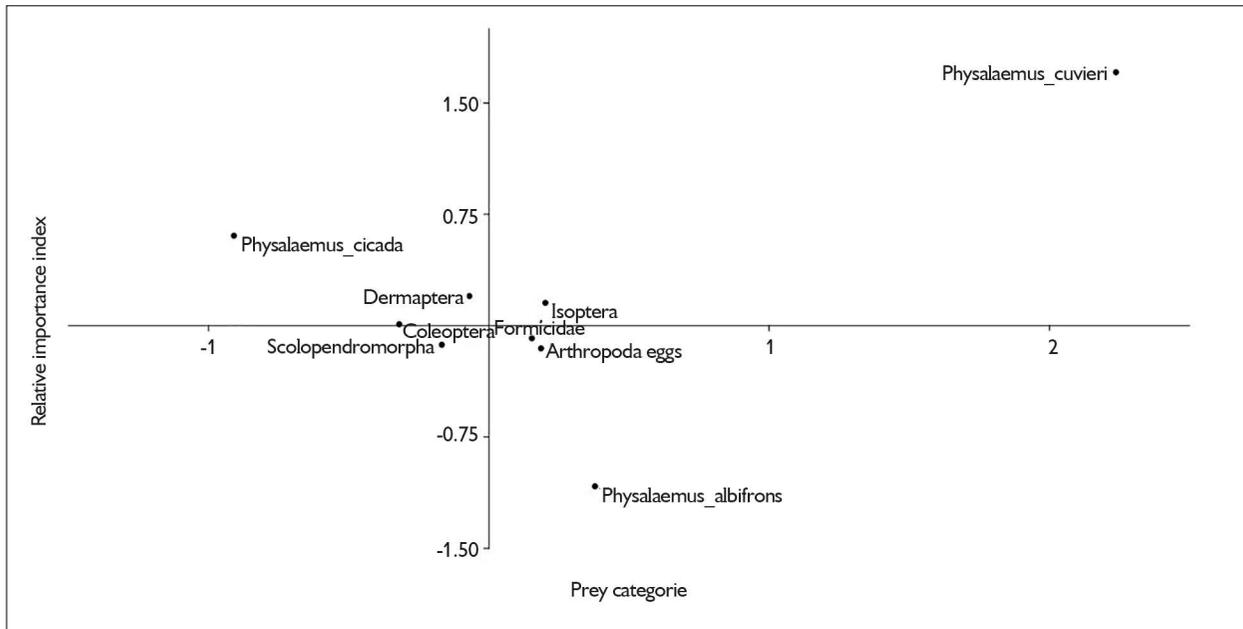


Figure 1. Correspondence analysis for prey categories in the diet of three sympatric *Physalaemus* in Brazilian semiarid.

Ants are considered of unpleasant taste and metabolically difficult to digest (Hirai & Marsui, 2000). However, they are frequently consumed by leiuperines, such as *Engystomops*, *Pleurodema* and *Physalaemus* (Narváez & Ron, 2013; Pincheira-Donoso, 2002; Sousa & Ávila, 2015; this study). Thus, the preference of Formicidae as the main food observed for *P. albifrons* and *P. cuvieri* is a well documented common pattern within the group, including for *P. cicada* (Santana & Juncá, 2007; M. Oliveira *et al.*, 2015; Leivas *et al.*, 2018). In a dietary study of *P. cicada* in the state of Bahia, Northeastern Brazil, Formicidae was the prey category with the highest volume and frequency (Santana & Juncá, 2007). In our study, *P. albifrons* consumed three prey categories, being Formicidae the most frequent (45%) and important (42%) prey, corroborating the study of Cruz (2000) from São Francisco River sand dunes in the state of Bahia. Moreover, consumption of ants by *P. cuvieri* and *P. albifrons* (present study; M. Oliveira *et al.*, 2015), *P. cuvieri* from Atlantic Forest (Santos *et al.*, 2004; Leivas *et al.*, 2018), *P. ephippifer* Steindachner, 1864,

from the Eastern Amazon (Rodrigues & Santos-Costa, 2014), and *P. albonotatus* Steindachner, 1864 (Falico *et al.*, 2012), and *P. riograndensis* Milstead, 1960 (López *et al.*, 2003), from Argentina, reinforces the importance of this prey category for this genus.

Foraging behavior reflects the availability of local resources (Leivas *et al.*, 2018). This way, individuals tend to have a high predation rate of organisms with terrestrial habits such as ants and termites (Toft, 1980). Moser *et al.* (2017), in their study of *Physalaemus lisei* Braun and Braun, 1977, stated that the availability of a given prey could impose opportunistic foraging behavior. The high amount of ants available in the environment enabled a higher consumption. This can lead to an erroneous interpretation, confusing availability of the item with preference for this food item (Becker *et al.*, 2007).

Herein, the most consumed category for *P. cuvieri* was Isoptera (32.7%), whereas for *P. albifrons* was Formicidae (58.8%), and for *P. cicada* was Coleoptera (23.5%). Niche amplitude for *P. albifrons* ($BA = 0.80$)

and *P. cuvieri* ($BA = 0.25$) were higher than *P. cicada* ($BA = 0.01$). Also, overlap was higher between *P. cicada* and *P. albifrons* ($Oik = 0.67$) and between *P. cicada* and *P. cuvieri* ($Oik = 0.60$). These differences in diet may indicate distinct foraging tactics in the analyzed *Physalaemus* (M. Oliveira *et al.*, 2015). Exploring different items decrease interspecific competition, which allows the coexistence of species in the same niche (Azevedo-Ramos *et al.*, 1999; Hero *et al.*, 2001).

Among the six categories consumed by *P. cuvieri*, Isoptera was the most representative arthropod order ($RI = 14.5\%$), which is in accordance with the studies of Pinto (2011) and Leivas *et al.* (2018) from Atlantic Forest fragments. Leivas *et al.* (2018) states that trophic interactions for this species indicate low variation in the diet along its geographic distribution, feeding mainly on arthropods (Formicidae, Isoptera and Araneae). This seems to be a common pattern in the diet of *Physalaemus* species occurring in Brazil (Santos *et al.*, 2004; M. Oliveira *et al.*, 2015; Moser *et al.*, 2017).

Santana & Juncá (2007) reported five prey categories for *P. cicada*, with Formicidae being the most representative. In our results, *P. cicada* consumed only Coleoptera ($V = 66.8\%$ and $RI = 43.9\%$). This dissimilarity may be result of its small size, which prevents competition with larger congeners in our study area, reducing the diversity of ingested items.

Despite difference between prey types for the anuran species in the present study, there is a considerable niche overlap. Although limited food resources may lead to competition, historical factors are relevant to the configuration of their current foraging tactics (M. Oliveira *et al.*, 2015). Moreover, according to Bassar *et al.* (2017), the co-occurrence of species initiates a process of rapid evolutionary adaptation in both species, which may minimize potential competition. However, further studies on the food ecology of sympatric amphibians, especially congeners, are necessary to elucidate the mechanisms that allow coexistence.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade* (ICMBio) for collecting permits (56612-1) and the ethics committee of *Universidade Regional do Cariri* (CEUA/URCA, process number 00260/2016.1). We are also grateful to *Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (FUNCAP), for research grant to H.T.S.M. (process number 8-00344.01.13/18). C.R.O. thanks the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) for his research grant (Process N° 88882.454307/2019-01). R.W.A. thanks to *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq) for productivity research grant (process number 303622/2015-6; 305988/2018-2) and D.H.M for productivity research grant (process number 313241/2018-0). We thank Aline Angelina for the review and correction of the written text, and we thank the journal reviewers for their valuable considerations on the work.

REFERENCES

- AGUIAR, A., G. M. TOLEDO, L. A. ANJOS & R. J. SILVA, 2015. Helminth parasite communities of two *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 (Anura: Leiuperidae) populations under different conditions of habitat integrity in the Atlantic Rain Forest of Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 75(4): 963-968. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.03614>
- ARAK, A., 1983. Male-male competition and mate choice in anuran amphibians. In: P. BATENSON (Ed.): **Mate choice**: 181-210. Cambridge University, Cambridge.
- AZEVEDO-RAMOS, C., W. E. MAGNUSSON & P. BAYLISS, 1999. Predation as the key factor structuring tadpole assemblages in a savanna area in central Amazonia. **Copeia** 1999(1): 22-33. DOI: <https://doi.org/10.2307/1447381>
- BASSAR, R. D., T. SIMON, W. ROBERTS, J. TRAVIS & G. N. REZNICK, 2017. The evolution of coexistence: reciprocal adaptation promotes the assembly of a simple community. **Evolution** 71(2): 373-385. DOI: <https://doi.org/10.1111/evo.13086>
- BECKER, C. G., F. JONER & C. R. FONSECA, 2007. Ecologically sustainable tree monocultures contribute to conservation of an Araucaria Forest endemic frog. **Journal of Natural History** 41(25-28): 1739-1752. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222930701443145>



- BERNARDE, P. S., 2012. **Anfíbios e répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira: 1-320.** Anolis Books, Curitiba.
- BIANCHI, R. C., 2009. **Ecologia de mesocarnívoros em uma área no Pantanal Central, Mato Grosso do Sul.** Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- BRASILEIRO, C. A. & M. MARTINS, 2006. Breeding biology of *Physalaemus centralis* Bokermann, 1962 (Anura: Leptodactylidae) in southeastern Brazil. **Journal of Natural History** 40(17-18): 1199-1209. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222930600835193>
- CALDAS, F. L. S., C. B. DE-CARVALHO, D. O. SANTANA, R. A. SANTOS, B. D. SILVA & R. G. FARIA, 2010. Amphibia, Anura, Leiuperidae, *Physalaemus cicada* Bokermann, 1966: first records for the state of Sergipe. **Check List** 6(3): 427-428. DOI: <http://dx.doi.org/10.15560/6.3.427>
- CALLEFFO, M. E. V., 2002. Anfíbios. In: P. AURICCHIO & M. G. SALOMÃO (Ed.): **Técnicas de coleta e preparação de vertebrados para fins científicos e didáticos: 45-73.** Instituto Pau Brasil de História Natural, São Paulo.
- CAMPIÃO, K. M., D. H. MORAIS, O. T. DIAS, A. AGUIAR, G. TOLEDO, L. E. R. TAVARES & R. J. SILVA, 2014. Check list of helminth parasites of amphibians from South America. **Zootaxa** 3843(1): 1-93. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3843.1.1>
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV), 2013. Métodos de eutanásia. In: COMISSÃO DE ÉTICA, BIOÉTICA E BEM-ESTAR ANIMAL. **Guia brasileiro de boas práticas de eutanásia em animais: 28-29.** CFMV, Brasília.
- CRUZ, L. C., 2000. **Utilização de recursos espaciais e alimentares por *Physalaemus albifrons* (Anura: Leptodactylidae) nas dunas do Rio São Francisco, Bahia.** Monografia (Graduação em Biologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- DUELLMAN, W. E. & L. TRUEB, 1994. **Biology of amphibians.** Ed. Johns Hopkins, New York.
- FALICO, D. A., J. A. LÓPEZ, C. E. ANTONIAZZI & A. H. BELTZER, 2012. Variación interpoblacional y ontogenética de la dieta de rana llorona *Physalaemus albonotatus* (Anura: Leiuperidae). **Revista Mexicana de Biodiversidad** 83(4): 1187-1193.
- FEIO, R. N., J. P. POMBAL & U. CARAMASCHI, 1999. New *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic Forest of Minas Gerais, Brazil. **Copeia** 1999(1): 141-145. Available at: <https://www.jstor.org/stable/1447394>. Accessed on: 26 May 2019.
- FROST, D. R., 2019. **Amphibian species of the world: an online reference.** Version 6.0. American Museum of Natural History, New York, USA. Available at: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Accessed on: 26 May 2019.
- GRANT, T., D. R. FROST, J. P. CALDWELL, R. GAGLIARDO, C. F. B. HADDAD, P. J. R. KOK, D. B. MEANS, B. P. NOONAN, W. E. SCHARGEL & W. WHEELER, 2006. Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (Amphibia, Athesphatanura, Dendrobatidae). **Bulletin of the American Museum of natural History** 2006(299): 1-262. DOI: [https://doi.org/10.1206/0003-0090\(2006\)299\[1:PSODFA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1206/0003-0090(2006)299[1:PSODFA]2.0.CO;2)
- HERO, J. M., W. E. MAGNUSSON, C. F. D. ROCHA & C. P. CATTERALI, 2001. Antipredator defences influence the distribution of amphibian prey species in the central Amazon rain forest. **Biotropica** 33(1): 131-141. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2001.tb00163.x>
- HEYER, W. & A. J. WOLF, 1989. *Physalaemus crombiei* (Amphibia: Leptodactylidae), a new frog species from Espírito Santo, Brazil, with comments on the *P. signifier* group. **Proceedings of the Biological Society of Washington** 102(2): 500-506.
- HEYER, W. R., A. S. RAND, C. A. G. CRUZ, O. L. PEIXOTO & C. E. NELSON, 1990. Frogs of Boracéia. **Arquivos de Zoologia** 31(4): 231-410.
- HIRAI, T. & M. MATSUI, 2000. Myrmecophagy in a ranid frog *Rana rugosa*: specialization or weak avoidance to ant eating. **Zoological Science** 17(4): 459-466. DOI: [https://doi.org/10.2108/0289-0003\(2000\)17\[459:MIARFR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2108/0289-0003(2000)17[459:MIARFR]2.0.CO;2)
- HURLBERT, S. H., 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. **Ecology** 59(1): 67-77. DOI: <https://doi.org/10.2307/1936632>
- INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE), 2015. **Perfil Básico Municipal 2015.** Available at https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Farias_Brito_2015.pdf. Accessed on: 3 April 2019.
- KREBS, C. J., 1998. Niche measures and resource preferences. In: C. J. KREBS (Ed.): **Ecological methodology: 2.** ed: 455-495. Benjamin Cummings, Menlo Park, California.
- LEIVAS, P. T., F. W. T. LEIVAS & K. M. CAMPIÃO, 2018. Diet and parasites of the anuran *Physalaemus cuvieri* Fitzinger, 1826 (Leiuperidae) from an Atlantic Forest fragment. **Herpetology Notes** 11: 109-113.
- LIMA, C. S., 2012. **Filogeografia dos anuros *Aparasphenodon bruno* e *Physalaemus crombiei* na região da Mata Atlântica Central.** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- LISBOA, B. S. & C. F. B. HADDAD, 2009. Amphibia, Anura, Leiuperidae, *Physalaemus cicada* Bokermann, 1966: Distribution extension and geographic distribution map. **Check List** 5(3): 699-701. DOI: <https://doi.org/10.15560/5.3.699>
- LÓPEZ, J. A., P. M. PELTZER & R. C. LAJMANOVICH, 2003. *Physalaemus riograndensis* (NCN). Diet. **Herpetology Review** 34: 360-360.



- MOSER, C. F., F. R. AVILA, M. OLIVEIRA & A. M. TOZETTI, 2017. Diet composition and trophic niche overlap between two sympatric species of *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae) in a subtemperate forest of southern Brazil. **Herpetology Notes** 10: 9-15.
- NARVÁEZ, A. E. & S. R. RON, 2013. Feeding habits of *Engystomops pustulatus* (Anura: Leptodactylidae) in Western Ecuador. **South American Journal of Herpetology** 8(3): 161-167. DOI: <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-13-00012.1>
- NASCIMENTO, L. B., U. CARAMASCHI & C. A. G. CRUZ, 2005. Taxonomic review of the species groups of the genus *Physalaemus* Fitzinger, 1826 with revalidation of the genera *Engystomops* Jiménez-De-La-Espada, 1872 and *Eupemphix* Steindachner, 1863 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). **Arquivos do Museu Nacional** 63(2): 297-320.
- OLIVEIRA, C. R., R. W. ÁVILA & D. H. MORAIS, 2019. Helminths Associated with Three *Physalaemus* Species (Anura: Leptodactylidae) from Caatinga Biome, Brazil. **Acta Parasitologica** 64: 205-212. DOI: <https://doi.org/10.2478/s11686-018-00022-8>
- OLIVEIRA, M., M. S. GOTTSCHALK, D. LOEBMANN, M. B. SANTOS, S. MIRANDA, C. ROSA & A. M. TOZETTI, 2015. Diet composition and niche overlap in two sympatric species of *Physalaemus* (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae) in coastal subtemperate wetlands. **Herpetology Notes** 8: 173-177.
- OLIVEIRA-COSTA, J., 2011. **Entomologia Forense, quando os insetos são vestígios**: 3. ed. Ed. Millennium, Campinas.
- PIANKA, E. R., 1973. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematics** 4: 53-74. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000413>
- PIMENTA, B. V. S., C. A. G. CRUZ & D. L. SILVANO, 2005. A new species of the genus *Physalaemus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae) from the Atlantic Rain Forest of Southern Bahia, Brazil. **Amphibia-Reptilia** 26(2): 201-210. <https://doi.org/10.1163/1568538054253483>
- PINCHEIRA-DONOSO, D., 2002. Nota sobre la alimentacion de *Pleurodema bufonina* Bell, 1843 (Anura - Leptodac - Tylidae). **Gayana (Concepción)** 66(1): 7-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382002000100011>
- PINTO, T. M., 2011. **Ecologia alimentar de uma taxocenose de anuros terrestres no Brasil Central**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade de Brasília, Brasília.
- POWELL, J. M., D. ROXAS, J. LAMBOURNE & S. HOEFS, 1990. **Comparison of the feeding value of local browse species**. International Livestock Center for Africa, Addis Ababa, Ethiopia.
- PUPIN, N. C., J. L. GASPARINI, R. P. BASTOS, C. F. B. HADDAD & C. P. A. PRADO, 2010. Reproductive biology of an endemic *Physalaemus* of the Brazilian Atlantic forest and the trade-off between clutch and egg size in terrestrial breeders of the *P. signifer* group. **The Herpetological Journal** 20(3): 147-156.
- ROBERTSON, J. G. M., 1986. Male territoriality, fighting and assessment of fighting ability in the Australian frog, *Uperoleia rugosa*. **Animal Behaviour** 34(3): 763-772. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-3472\(86\)80060-4](https://doi.org/10.1016/S0003-3472(86)80060-4)
- RODRIGUES, L. C. & M. C. SANTOS-COSTA, 2014. Trophic ecology of *Physalaemus ephippifer* (Anura, Leptodactylidae) in Eastern Amazonia. **Journal of Herpetology** 48(4): 532-536. DOI: <https://doi.org/10.1670/13-142>
- RON, R. S., L. A. COLOMA & D. C. CANNATELLA, 2005. A new cryptic species of *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) from western Ecuador with comments on the call structure of the *P. pustulosus* species group. **Herpetologica** 61(2): 178-198.
- RYAN, M. J., 1985. **The Tungara frog**. A study in sexual selection and communication: 1-230. The University of Chicago, Chicago.
- SANTANA, A. S. & F. A. JUNCÁ, 2007. Diet of *Physalaemus* cf. *cicada* (Leptodactylidae) and *Bufo granulatus* (Bufonidae) in a semideciduous forest. **Brazilian Journal of Biology** 67(1): 125-131. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000100017>
- SANTOS, E. M., A. V. ALMEIDA & S. D. VASCONCELOS, 2004. Feeding habits of six anuran (Amphibia: Anura) species in a rainforest fragment in Northeastern Brazil. **Iheringia** 94(4): 433-438. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212004000400014>
- SEGALLA, M. V., U. CARAMASCHI, C. A. G. CRUZ, T. GRANT, C. F. B. HADDAD, P. C. A. GARCIA, B. V. M. BERNECK & J. A. LANGONE, 2019. Brazilian amphibians: list of species. **Herpetologia Brasileira** 8(1): 65-96.
- SOUSA, J. G. G. & R. W. ÁVILA, 2015. Body size, reproduction and feeding ecology of *Pleurodema diplolister* (Amphibia: Anura: Leiuperidae) from Caatinga, Pernambuco state, Northeastern Brazil. **Acta Herpetologica** 10(2): 129-134. DOI: https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-16512
- TOFT, C. A., 1980. Feeding ecology of thirteen species of anurans in a seasonal tropical environment. **Oecologia** 45: 131-141. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00346717>
- TOLEDO, G. M., A. AGUIAR, R. J. SILVA & L. A. ANJOS, 2013. Helminth fauna of two species of *Physalaemus* (Anura: Leiuperidae) from an undisturbed fragment of the Atlantic Rainforest, Southeastern Brazil. **Journal of Parasitology** 99(5): 919-922.
- WOGEL, H. & J. P. POMBAL JR., 2007. Comportamento reprodutivo e seleção sexual em *Dendropsophus bipunctatus* (Spix, 1824) (Anura, Hylidae). **Papéis Avulsos de Zoologia** 47(13): 165-174. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0031-10492007001300001>



Distribuição geográfica de uma população disjunta de *Herpsilochmus sellowi* Whitney & Pacheco, 2000 (Aves, Thamnophilidae) e implicações para a conservação das fisionomias de carrascos quartzarênicos do médio rio Tocantins, bioma Cerrado, Brasil central

Geographical distribution of a disjunct population of *Herpsilochmus sellowi* Whitney & Pacheco, 2000 (Aves, Thamnophilidae) and implications for the conservation of the physiognomies of quartzarenic *carrascos* from the middle Tocantins river, *Cerrado* biome, Central Brazil

Tulio Dornas¹  | Ricardo Flores Haidar^{II}  | Fernando de Moraes^I 

¹Universidade Federal do Tocantins. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente. Palmas, Tocantins, Brasil

^{II}Instituto de Desenvolvimento Rural do Tocantins. Palmas, Tocantins, Brasil

Resumo: O chorozinho-da-caatinga (*Herpsilochmus sellowi*) é amplamente distribuído no Nordeste brasileiro, com populações disjuntas no médio rio Tocantins e na serra do Cachimbo, regiões central e sul dos estados de Tocantins e Pará, respectivamente. A população disjunta do médio rio Tocantins ocorre em vegetação arbórea-arbustiva adensada, sobre solo bastante arenoso, sendo comparada às campinaranas amazônicas; localmente é chamada de carrasco. A Área de Ocupação (AOO) e a Extensão de Ocorrência (EOO) de *H. sellowi* do médio rio Tocantins não ultrapassava 2.500 e 5.000 ha, respectivamente. Apresentamos 20 novos registros da espécie na região central do estado do Tocantins, ampliando a distribuição geográfica desta população para uma AOO de 18.254 ha e uma EOO de 49.600 ha, amenizando o grau de ameaça de extinção regional da espécie. Reiteramos, ainda, que os enclaves de carrascos e campinaranas sobre solos arenosos com *H. sellowi* sejam definidos como zona de preservação/conservação no zoneamento da Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual Lago de Palmas. Recomendamos que as demais áreas identificadas no perímetro de estudo sejam convertidas em outras categorias de unidades de conservação, assegurando a proteção mais ampla desta população de *H. sellowi*, bem como da singular vegetação e dos elementos paisagísticos presentes e carentes de estudos.

Palavras-chave: Bioma Cerrado. Chorozinho-da-caatinga. Enclaves de campinaranas. Vegetação de carrasco. Rio Tocantins. Solos quartzarênicos.

Abstract: Caatinga Antwren (*Herpsilochmus sellowi*) is widely distributed in northeastern Brazil with disjunct populations: on the Middle Tocantins river (Tocantins state) and Serra do Cachimbo (Pará state). The Middle Tocantins river disjunct population occurs in dense tree-shrub vegetation, on very sandy soil, being comparable with Amazonian campinaranas, locally called *carrasco*. The Area of Occupation (AOO) and Extent of Occurrence (EOO) of *H. sellowi* in this area did not exceed 2,500 and 5,000 ha, respectively. We present 20 new records of the species in the central region of Tocantins state, expanding the geographic distribution of this population to an AOO of 18,254 ha and EOO of 49,600 ha, decreasing the degree of threat of regional extinction of the species. We reiterate that the *carrascos* and sandy soil campinaranas vegetation enclaves with *H. sellowi* be defined as a preservation/conservation zone in the zoning of the APA Lago de Palmas sustainable use protected area. We recommend that the other identified areas in the perimeters we studied be converted into other categories of protected areas, ensuring the broadest protection of this population of *H. sellowi*, as well as the unique vegetation and landscape elements that demand study.

Keywords: *Cerrado* biome. Caatinga Antwren. Campinaranas enclaves. *Carrasco* vegetation. Tocantins river. Quartzarenic soils.

DORNAS, T., R. F. HAIDAR & F. MORAIS, 2021. Distribuição geográfica de uma população disjunta de *Herpsilochmus sellowi* Whitney & Pacheco, 2000 (Aves, Thamnophilidae) e implicações para a conservação das fisionomias de carrascos quartzarênicos do médio rio Tocantins, bioma Cerrado, Brasil central. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 21-32. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.300>.

Autor para correspondência: Tulio Dornas. Universidade Federal do Tocantins. *Campus* de Palmas. Avenida NS 15, Quadra 109 Norte, Bloco Prof. Lamadrid, Sala 13. Palmas, TO, Brasil. CEP 77001-090 (tuliodornas@yahoo.com.br).

Recebido em 13/04/2020

Aprovado em 06/09/2020

Responsabilidade editorial: Adriano Oliveira Maciel



INTRODUÇÃO

O chorozinho-da-caatinga, *Herpsilochmus sellowi*, é uma espécie de ave passeriforme da família Thamnophilidae, com ampla ocorrência no Nordeste brasileiro e no norte do estado de Minas Gerais. Além dessas regiões, existem confirmações de populações disjuntas da espécie na região central do estado do Tocantins (Barbosa *et al.*, 2012) e na região da serra do Cachimbo, no sudoeste do estado do Pará (Whitney *et al.*, 2000; Pacheco & Olmos, 2005; Santos *et al.*, 2011). Análises comparativas morfológicas, acústicas e genéticas destas populações seguem em andamento (Pablo V. Cerqueira, comunicação pessoal, 2019).

Descrita há 20 anos, *H. sellowi* advém de populações anteriormente identificadas como *H. pileatus*, tendo como diagnose específica variações na plumagem e em caracteres morfológicos e vocais (Whitney *et al.*, 2000). Em âmbitos nacional (MMA, 2014) e global (Birdlife International, 2016), *H. sellowi* é categorizada como pouco preocupante em relação ao risco de ameaça de extinção. Contudo, presume-se uma tendência atual de declínio populacional da espécie, baseada na população ocorrente no Nordeste brasileiro e no norte de Minas Gerais (Birdlife International, 2016).

O habitat da espécie varia entre formações arbóreas de Caatinga, matas de cipós na transição Caatinga e Mata Atlântica, florestas semidecíduais e decíduais nas regiões do oeste da Bahia e norte de Minas Gerais, respectivamente; enquanto no litoral do Nordeste está presente em vegetação de restingas (Whitney *et al.*, 2000). Na serra do Cachimbo, ocorre em vegetação de campinaranas e savanas arborizadas (Pacheco & Olmos, 2005; Santos *et al.*, 2011).

No estado do Tocantins, *H. sellowi* foi recentemente encontrada em área coberta por savanas e florestas sobre solo arenoso (Neossolo Quartzarênico), na margem esquerda do rio Tocantins, no município de Porto Nacional (Barbosa *et al.*, 2012). Moreira (2017) verificou a permanência da população na mesma região cinco anos depois, com novos registros em um ponto afastado 3 km da área original da descoberta. Nesta região, a geomorfologia é composta por formas de relevo convexas, com vales de

fundos planos e feições tabulares com distintos níveis de incisão fluvial. Apresenta também superfícies pediplanadas da borda oeste da bacia do Parnaíba, caracterizando o Planalto do Interflúvio Araguaia-Tocantins (Brasil, 1981).

A estrutura da vegetação do local é semelhante às campinaranas amazônicas, sobretudo aquelas onde *H. sellowi* é encontrada. Regionalmente, moradores denominam essa vegetação como carrasco baixo (tipo de savana arborizada) e carrasco alto (floresta estacional semidecídua), nomenclatura também adotada em inventários florestais no norte do Tocantins (Olmos *et al.*, 2004; Dambrós *et al.*, 2005; Haidar *et al.*, 2013).

Dessa maneira, desde a sua descoberta no estado do Tocantins, em 2012, *H. sellowi* é conhecida a partir de três ou quatro localidades, as quais, quando somadas as suas áreas, não atingem 5.000 ha, conforme cálculos realizados no software *Google Earth Pro* (GEPPro). Essa área de ocorrência diminuta caracteriza uma das menores distribuições geográficas entre as aves conhecidas no estado do Tocantins, refletindo um *status* de conservação bastante preocupante para a espécie em âmbito estadual.

Portanto, o objetivo deste estudo foi apresentar uma nova e mais ampla distribuição geográfica da espécie em território tocantinense, com base em novas expedições realizadas em diferentes localidades no estado. Foram indicados novos dados de Área de Ocupação (AOO) e de Extensão de Ocorrência (EOO) e discutido o *status* de conservação estadual da espécie. Por fim, foram discutidas ações de conservação da vegetação de campinaranas/carrasco sobre solos arenosos presentes na região.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A cobertura vegetal da área de estudo compreende formações de savana arborizada, em mosaico com florestas estacionais semidecíduais estabelecidas sobre solos bastante arenosos (Neossolo Quartzarênico), presentes nos limites dos municípios de Porto Nacional e Miracema do Tocantins,

imediatamente à margem esquerda do rio Tocantins (Figura 1). Essas formações florestais foram classificadas como campinaranas ou carrascos, por Olmos *et al.* (2004), por apresentarem semelhança florística com manchas de florestas que ocorrem nas áreas de contato do Cerrado com a Amazônia no norte do Tocantins, onde há predomínio da espécie arbórea *Callisthene minor* Mart. (Haidar *et al.*, 2013).

Essa espécie é predominante nas formações de carrascos/campinaranas da área de estudo, associada a espécies comuns típicas de formações de savana, como *Copaifera coriacea* Mart., *Dimorphandra gardneriana* Tul., *Qualea parviflora* Mart., *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc., *Hymenaea eriogyne* Benth., *Kielmeyera lathrophyton* Saggi e *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Haidar *et al.*, 2013).

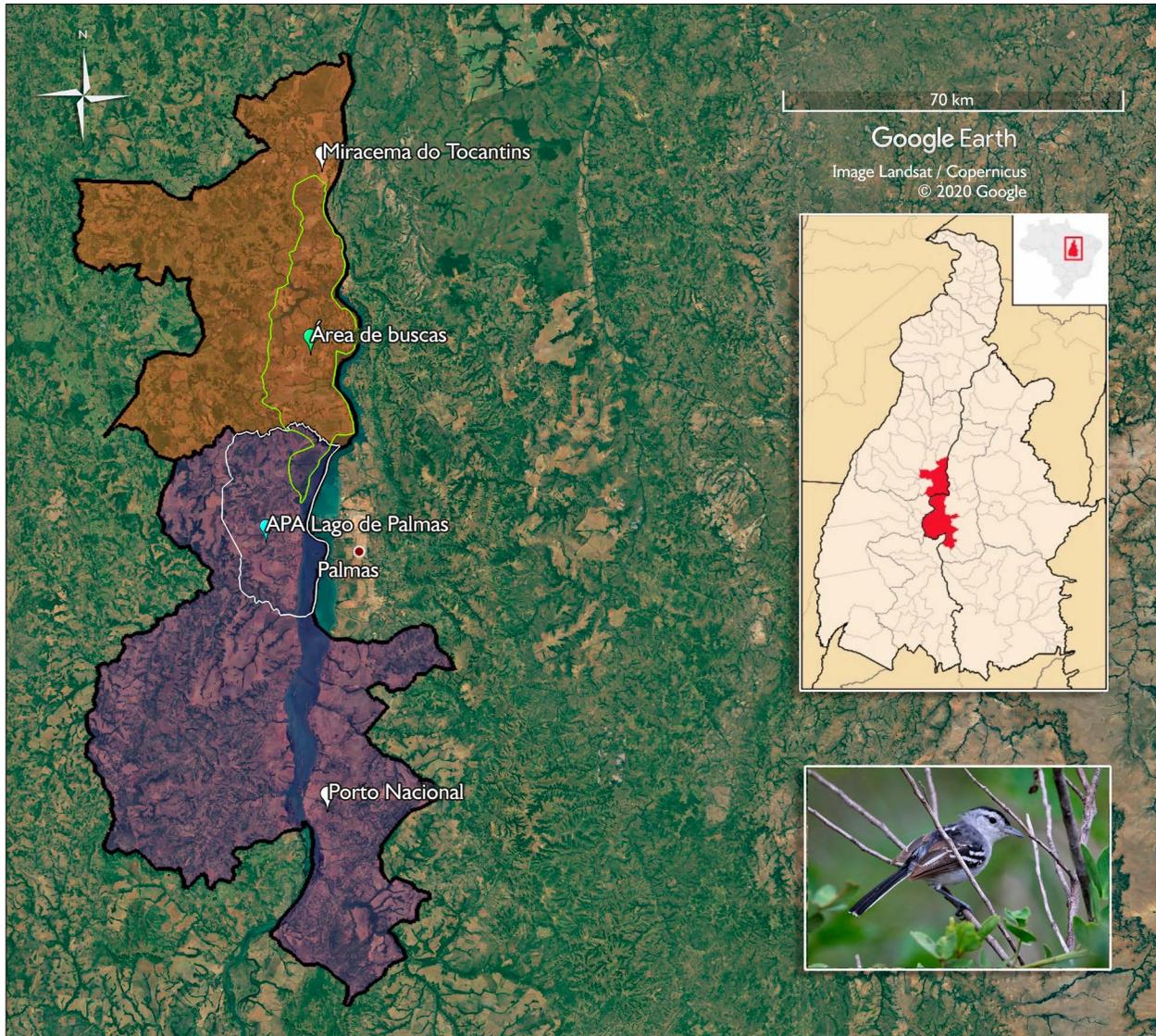


Figura 1. Área de busca (polígono de linha verde) por *Herpsilochmus sellowi* na região do médio rio Tocantins, no estado do Tocantins. Áreas em roxo e laranja representam os municípios de Porto Nacional e Miracema do Tocantins, respectivamente. O polígono de linha branca mostra o limite da APA do Lago de Palmas (APALP), cujo limite norte trata-se do ribeirão Santa Luzia, o qual é também limite de ambos os municípios. Fonte: *Google Earth Pro*. Foto: Tulio Dornas.

A região de estudo se estende, ainda, perpendicularmente da margem do rio Tocantins para oeste, em aproximadamente 15 km, e no sentido norte-sul segue desde a sede municipal de Miracema do Tocantins até a confluência do córrego Capivara com o reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Luís Eduardo Magalhães, mas também conhecida e tratada neste estudo como UHE de Lajeado, no município de Porto Nacional. Os principais corpos d'água e afluentes do rio Tocantins na região são: córregos Capivara e Sapezal, e os ribeirões Santa Luzia, Gameleira e Correntinho (SEPLAN, 2012).

A mata ciliar e parte significativa da vegetação nativa adjacente ao rio Tocantins encontram-se submersas à montante do ponto de barramento do reservatório da UHE de Lajeado (SEPLAN, 2012). À jusante do ponto de barramento, as margens do rio Tocantins e a vegetação nativa ainda são encontradas em diferentes níveis de conservação (SEPLAN, 2012).

O clima regional, úmido ou subúmido, possui duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa, com a pluviosidade média local variando entre 1.700 a 1.900 mm e temperatura média entre 26 e 27 °C, com máximas podendo superar os 40 °C (SEPLAN, 2012). Geomorfologicamente, a região é o limite oeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba, inserida na depressão do médio rio Tocantins. A altitude local varia entre 150 a 400 metros, com altitude mínima na margem do rio Tocantins (SEPLAN, 2012).

Os solos da região estão distribuídos em um mosaico entre Neossolos Quartzarênicos órticos, Latossolos Vermelhos-Amarelos distróficos e Plintossolos Pétricos concrecionários (IBGE, 2007; SEPLAN, 2012). As buscas por *H. sellowi* ocorreram predominantemente nas áreas de Neossolos Quartzarênicos, devido a seu caráter arenoso, onde se concentram as formações vegetais de carrascos/campinaranas.

A porção sul da área de estudo está inserida no limite norte da Área de Proteção Ambiental (APA) Lago de Palmas, unidade de conservação estadual de uso sustentável com aproximadamente 51.000 ha (SEPLAN, 2012; SEFAZ, 2019). O novo e revisado plano de manejo foi apresentado ao conselho gestor da Unidade de Conservação em dezembro de 2019, no entanto não se encontra publicado segundo comunicado oficial disponível no portal do Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins)¹.

PROCEDIMENTOS

Os registros de *Herpsilochmus sellowi* ocorreram de forma ocasional entre os anos de 2012 e 2018, por meio de prospecções aleatórias durante atividades de observação de aves nos municípios de Porto Nacional e Miracema do Tocantins. Contudo, entre setembro de 2019 e fevereiro de 2020, pelo menos três buscas focadas na espécie foram conduzidas em diferentes áreas de campinaranas/carrascos e savanas arborizadas sobre solos arenosos, na margem esquerda do rio Tocantins, município de Miracema do Tocantins.

Registros que tiveram fotografias e/ou gravação sonora foram depositados nos portais de WikiAves (s. d.) e/ou Xeno-canto (s. d.). Foram realizados censos ocasionais para tomar ciência da abundância local da espécie em algumas das localidades de buscas, nas primeiras horas da manhã (06h00 a 08h00), em trilhas lineares, com aproximadamente 1.000 metros e com largura estimada de 100 metros (portanto, equivalente à área de 10 ha).

Os locais de busca selecionados para prospecções foram determinados com base em imagens de satélites, disponibilizadas pelo *software* gratuito *Google Earth PRO* (GEP), e nas cartas geológicas e pedológicas Miracema do Norte (SC-22-X-D) e Porto Nacional (SC-22-Z-B), disponibilizadas nos acervos geológicos *online* do IBGE (s. d.) e CPRM (s. d.). Foram selecionados pontos de buscas em localidades cujas imagens de satélites, combinadas às

¹ Disponível em <https://naturatins.to.gov.br/conselho-da-area-de-protecao-ambiental-do-lago-de-palmas-conselho-da-apa-do-lago-de-palmas/agenda-de-reunioes/>.

feições representadas por solos ou litografia nas referidas cartas, permitiram interpretar, na paisagem, a combinação de solos arenosos (quartzarênicos) e vegetação arbórea do tipo campinarana/carrasco, semelhante às regiões onde existem pontos da espécie já conhecidos.

Os pontos de buscas com êxito na detecção de *H. sellowi* foram plotados no GEPro. Em seguida, com base nos pontos plotados, foram delineados polígonos que abrangessem todo o habitat da espécie circundante ao ponto de detecção. As medidas em hectares resultantes dos polígonos esboçados foram utilizadas para estimar os tamanhos da Área de Ocupação (AOO) e da Extensão de Ocorrência (EOO) desta população disjunta de *H. sellowi* do médio rio Tocantins, conforme definição e critérios estabelecidos pela IUCN (2019) e pelo ICMBio (2013).

As datas de captação das imagens interpretadas, disponibilizadas pelo GEPro, ocorreram entre os períodos de 19 de julho de 2017 a 11 de junho de 2019, demonstrando serem contemporâneas às condições naturais e antrópicas do momento das buscas. As validações da cobertura vegetal e do uso da terra dos pontos visitados e dos polígonos delineados se deram durante as expedições em campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram efetuados 20 novos registros de *Herpsilochmus sellowi* ao longo da área de estudo. Em 2016, foram realizados os primeiros registros da espécie no município de Miracema do Tocantins (Dornas, 2016a, 2016b), em área de vegetação de campinarana/carrasco (porte arbóreo-arbustivo, adensada, em solo arenoso, 9° 58' 38" S; 48° 29' 18" O), tal como a descrita no local onde a espécie foi descoberta no estado por Barbosa *et al.* (2012). Moreira (2017) conduziu um inventário avifaunístico nos limites da APA do Lago de Palmas, registrando *H. sellowi* em um novo ponto (10° 4' 40" S; 48° 24' 36" O), distando aproximadamente 10 km da localidade descrita por Barbosa *et al.* (2012), ambos no interior do município de Porto Nacional, à margem direita do ribeirão Santa Luzia.

Desde então, somente essas três localidades têm sido as referências de ocorrência da espécie no estado do Tocantins, uma vez que levantamentos ornitológicos conduzidos em vegetação de campinarana/carrasco no norte do Tocantins não detectaram a espécie (Olmos *et al.*, 2004; Dornas *et al.*, 2012; Dornas, 2016c). Portanto, considerando os registros conhecidos de *H. sellowi* entre 2012 e 2017 no Tocantins, a AOO da espécie não ultrapassava 2.500 ha (25 km²), enquanto a EOO era pouco mais de 5.000 ha (50 km²). A distância em linha reta entre os pontos de ocorrência mais extremos era de 18 km. Estes valores de AOO e EOO são extremamente reduzidos e sinalizam cenário severamente susceptível a processos de antropização, colocando a espécie em um *status* de conservação criticamente em perigo em âmbito estadual.

Diante dos registros existentes e dos 20 registros novos efetuados ao longo dos municípios de Porto Nacional e Miracema do Tocantins, pode-se afirmar que a AOO e a EOO da espécie aumentaram significativamente. Os novos cálculos demonstram uma AOO de 18.254 ha (182,54 km²) e uma EOO de 49.600 ha (496 km²) (Figura 2).

A partir deste novo cenário, a distância anteriormente indicada de 18 km entre as localidades extremas de registros se estende para mais de 60 km. Considerando que as interpretações das imagens do GEPro demonstraram, na região, a existência de outros grandes blocos de adensadas campinaranas/carrascos sobre solos arenosos, presume-se que a AOO para *H. sellowi* nesta porção média do rio Tocantins ainda poderá ter um aumento, com potencial de atingir até 22.500 ha (225 km²).

Segundo a aplicação dos critérios de ameaça de extinção definidos pela IUCN (2019), os valores de EOO e AOO encontrados (respectivamente, 496 km² e 182,54 km²) categorizam *H. sellowi*, para os limites do estado do Tocantins, como 'em perigo de extinção'. Essa categoria de ameaça é definida pelos critérios B1 (EOO < 5.000 km²) e/ou B2 b(iii), c(iv) (AOO < 500 km², com declínio continuado na sua área, extensão e/ou qualidade de habitat e devido a flutuações extremas no número de indivíduos maduros).

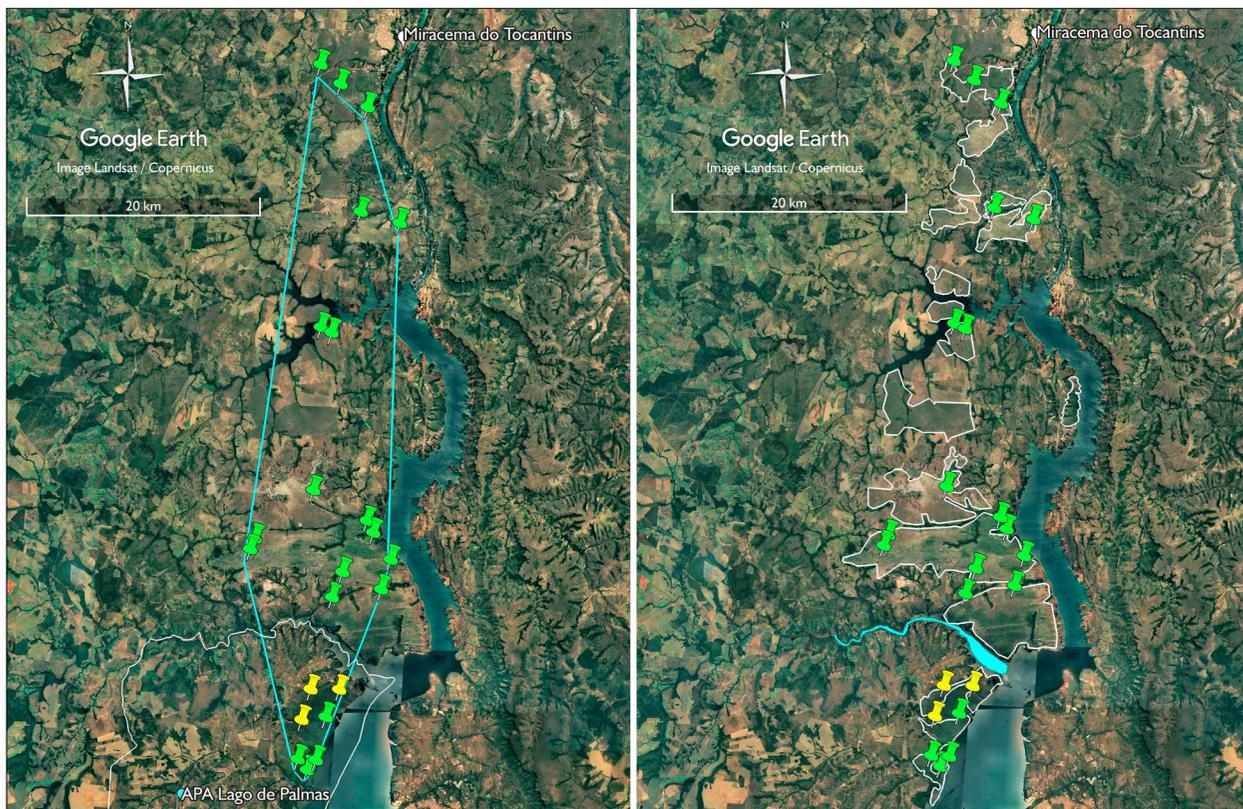


Figura 2. Limites da Extensão de Ocorrência (EOO) e Área de Ocupação (AOO) de *Herpsilochmus sellowi* no estado do Tocantins. Os pontos de registros verdes representam registros da espécie realizados a partir de 2017; e os pontos amarelos representam registros conhecidos anteriormente (Barbosa *et al.*, 2012; Moreira, 2017). À esquerda, o polígono de linha azul representa a EOO. À direita, os polígonos de linha branca representam a AOO, de modo que em polígonos ausentes de registros é presumida a ocorrência de *H. sellowi*. O polígono sólido em azul representa o ribeirão Santa Luzia.

Os censos de *H. sellowi* detectaram de 8 a 12 casais, ou seja, uma densidade média de dez casais a cada 10 ha ou um casal/ha. Considerando a AOO estimada de 18.254 ha, a abundância da espécie ao longo da região de estudo pode chegar a 36.500 indivíduos. Este contingente populacional está acima dos limiares mínimos considerados pela IUCN (20.000 indivíduos) para que haja o enquadramento em alguma categoria de ameaça segundo o critério de tamanho populacional (IUCN, 2019).

A perda e a degradação dos habitats da espécie na região, concomitantemente ao reduzido tamanho da sua AOO, podem incidir, a médio e longo prazo, em uma taxa de declínio populacional expressiva, pois o elevado contingente populacional estimado está presente em uma

pequena área geográfica. A expansão imobiliária, com a demarcação e a abertura de chacreamentos e condomínios residenciais em áreas de campinaranas/carrascos entre os córregos Santa Luzia e Capivara, ocorre desde o enchimento do reservatório da UHE do Lajeado e tem sido mais intensa nos últimos dez anos (Pinto, 2014).

Além dos grandes blocos de campinaranas/carrascos inseridos nos limites da APA do Lago de Palmas (Moreira, 2017), dentro do perímetro de estudo ainda se concentram áreas superiores a 3.000 ha, entre as quais destacam-se dois pontos onde a espécie foi detectada, ambos localizados a norte do ribeirão Santa Luzia, com, respectivamente, 3.826 e 5.390 ha, em uma região conhecida como 'Tombador de Areia da Lagoa Feia'. Devido às suas grandes dimensões em

hectares e à sua integridade ambiental, esses pontos podem ser elencados como áreas prioritárias para conservação de *H. sellowi*, e de toda biodiversidade e geodiversidade associadas nesta região (Figura 2).

As recomendações propostas por Moreira (2017) quanto à definição de que toda extensão de campinaranas/carrascos da porção norte da APA do Lago de Palmas seja considerada como zona de preservação/conservação são profundamente aguardadas na revisão do plano de manejo desta UC. Apesar dos estudos de revisão do plano de manejo não estarem disponíveis para consulta, são evidentes a espera por sua oficialização por parte do poder executivo e a relevância biológica da área, em função da singularidade biogeográfica e da presença de espécies ameaçadas de extinção e endêmicas.

Os valores em hectares de AOO e EOO de *H. sellowi* apresentados no presente estudo reforçam a proposição de Moreira (2017) sobre a necessidade de maior preservação destas fitofisionomias. A perda de cobertura vegetal nativa ao longo dos limites da APA do Lago de Palmas foi de aproximadamente 45% entre 2000 e 2015 (Moreira, 2017). Ademais, Oliveira *et al.* (2019) apresentaram percentuais similares, com 39% da cobertura vegetal da APA do Lago perdidos entre 2000 e 2017 por desmatamento e urbanização, enquanto outros 18% foram decorrentes da inundação da vegetação nativa pelo enchimento do reservatório da UHE de Lajeado.

Fora da APA do Lago de Palmas, a partir da margem esquerda do ribeirão Santa Luzia até a sede municipal de Miracema do Tocantins, o desmatamento para cultivo de eucalipto representa uma grande ameaça à conservação de *H. sellowi*. O solo predominantemente arenoso impede atividades de pecuária e agricultura de grãos na região e, como alternativa, tem sido buscado o emprego do plantio de eucalipto nas áreas de campinaranas/carrascos suprimidas.

A região de Miracema do Tocantins apresenta aptidões climáticas e edáficas para cultivo de eucalipto entre níveis aceitáveis e marginais (Souza *et al.*, 2015). No entanto, ao longo dos últimos cinco anos, foram

notadas duas situações em campo: 1) áreas suprimidas para atividade de silvicultura nunca tiveram o plantio das mudas consolidadas; 2) notou-se um aparente aspecto de abandono nas áreas de plantio, com galhos e ramos desfolhados e o sub-bosque tomado por espécies daninhas, arbustos e herbáceas. Essas situações parecem ser respostas às tendências de queda do mercado de silvicultura dos últimos anos, provocando desinteresse na produção de eucalipto na região central e sul do Tocantins (Castro *et al.*, 2019).

Outra importante ameaça à população de *H. sellowi*, no médio rio Tocantins, é o incêndio ilegal. Visitas à região no período seco, nos anos de 2017 e 2018, e em algumas das áreas selecionadas no período seco de 2019, sobretudo entre os meses de agosto e outubro, possibilitaram a constatação de incêndios severos incidindo sobre a vegetação nativa. Além das observações diretas em algumas localidades, o monitoramento realizado pelo Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) apontou a ocorrência de inúmeras queimadas nos municípios de Miracema do Tocantins e Porto Nacional nos períodos secos dos anos que observamos, nas áreas que abrigam *H. sellowi* (INPE, 2018).

Próximo ao ribeirão Santa Luzia, no município de Miracema do Tocantins, foram registrados cinco casos da espécie em uma área de 500 metros de raio em campinaranas/carrascos, onde se verificou a passagem de incêndios florestais entre as estações secas de 2018/2019. Tais registros sugerem a capacidade de resiliência da espécie à passagem do fogo e sua persistência em áreas em processo de recuperação vegetacional.

Devido às condições de seca extrema da vegetação de campinarana/carrasco no auge do período de estiagem, uma desastrosa combinação de incêndios florestais de grandes proporções pode queimar parcela representativa destes 18.254 ha de AOO estimados para a espécie. Vale ressaltar que os blocos de campinaranas/carrascos estão fragmentados pelos leitos inundados dos ribeirões Santa Luzia e Gameleira, ou por vales úmidos de pequenos

ribeirões locais, com densas matas de galeria, os quais podem evitar ou mesmo conter uma propagação contínua do fogo.

Portanto, duas alternativas devem ser pensadas como formas de melhorar o *status* de conservação de *H. sellowi* no Tocantins: em primeiro lugar, estão ações impostas sobre a espécie, como aumentar o conhecimento da sua história natural; em segundo, ações amplas ou sistêmicas numa escala macrorregional, ou seja, investir em medidas de conservação dos ambientes de campinaranas/carrascos do médio rio Tocantins (e também, de forma preventiva e cautelar, na região norte do estado).

Com relação à ecologia e à história natural, é importante conhecer em detalhes aspectos como tamanho populacional e sucesso reprodutivo. Além disso, expedições de busca pela espécie em outras áreas de mesma fitofisionomia são imprescindíveis. A presença de solos arenosos (Neossolos Quartzarênicos) no Tocantins se estende da região de estudo até o extremo norte do Tocantins (SEPLAN, 2012). As buscas por *H. sellowi* em áreas potenciais entre Miracema do Tocantins e Porto Nacional, além daquelas conhecidas até 2017, mostraram-se eficientes e foram imprescindíveis para o aumento significativo da AOO e da EOO da espécie, em âmbito estadual.

Em âmbito estadual, o tamanho de 50 km² de EOO anterior às buscas realizadas indicaria *H. sellowi* como espécie criticamente ameaçada (CRI); os novos valores de AOO e EOO apresentados permitiriam, portanto, a mudança de categoria para 'em perigo' (EN). Buscas na região de Ananás e Wanderlândia são prioritárias por serem tratadas como os principais remanescentes de campinaranas/carrascos no norte do Tocantins (Olmos *et al.*, 2004). Novos registros nessa região podem alterar o *status* de conservação da espécie em âmbito estadual para a categoria de 'ameaça ainda menos severa'.

Olmos *et al.* (2004) já enfatizavam a necessidade emergencial de proteção desses ambientes com a criação de unidades de conservação. Nas campinaranas/carrascos de Ananás e Wanderlândia, foi detectada uma avifauna singular, com elementos típicos de campinas e

campinaranas do centro-oeste amazônico, como *Xenopipo atronitens* Cabanis, 1847 (pretinho) e *Rhytipterna immunda* (Sclater & Salvin, 1873) (vissia-cantador) (Olmos *et al.*, 2004; Dornas *et al.*, 2012; Dornas, 2016c), sinalizando potencial semelhante de novidades biogeográficas para outros grupos de vertebrados terrestres.

Igualmente importante tem sido o papel das campinaranas/carrascos do médio rio Tocantins, pois, além de abrigarem integralmente a população de *H. sellowi* da porção central do Brasil, abrigam uma avifauna particular, com presença de elementos florestais amazônicos como *Chiroxiphia pareola* (Linnaeus, 1766) (tangará-príncipe) e *Ornithion inerme* Hartlaub, 1853 (poiaeiro-de-sobrancelha), bem como elementos de campinas, como o já citado *Rhytipterna immunda*, simpátrico ao próprio *H. sellowi* na região (Dornas *et al.*, 2012). Por estarem circundadas pelas diferentes fitofisionomias de Cerrado em sentido amplo, as campinaranas/carrascos do médio Tocantins compartilham periféricamente aves típicas do bioma Cerrado, como *Charitospiza eucosma* Oberholser, 1905 (mineirinho) e *Celeus obrieni* Short, 1973 (pica-pau-do-parnaíba, pica-pau-da-taboca), ambas com *status* de ameaça bastante preocupantes (MMA, 2014; IUCN, 2019).

Além da importância para as aves, as campinaranas/carrascos do médio rio Tocantins conferem o caráter de endemismo tocantinense a outras duas espécies de animais, que até o momento só foram encontradas nessa região. As espécies, atualmente consideradas como criticamente ameaçadas de extinção, tanto em âmbito global quanto nacional (MMA, 2014; IUCN, 2019), são *Scolopendropsis duplicata* Chagas Jr. Edgecombe & Minelli 2008, uma centopeia (Chagas-Junior *et al.*, 2008), e *Bachia psamophila* Rodrigues, Pavan & Curcio, 2007, um lagarto (Rodrigues *et al.*, 2007). Ambas as espécies são contempladas em "Plano de ação territorial estadual para conservação de espécies ameaçadas de extinção" (Tocantins, 2020).

Desta forma, *S. duplicata* e *B. psamophila*, juntamente a esta população disjunta de *H. sellowi*, demonstram que as campinaranas/carrascos do médio rio Tocantins possuem

uma história evolutiva importante na diversificação da fauna neotropical, o que também pode ser constatado sob a ótica florística, devido à ocorrência de *Callisthene minor*, espécie vegetal comum nas campinaranas/carrascos do Tocantins, que também ocorre em vegetações savânicas similares sobre solos arenosos em outras partes do Brasil central. Do ponto de vista biogeográfico, essa condição eleva substancialmente a relevância desta vegetação e de seus habitats, assim como dos elementos geológicos e litológicos da paisagem, pois sinaliza potencial notável para ainda abrigarem outros organismos animais e/ou vegetais, não descritos cientificamente, com semelhante padrão evolutivo e biogeográfico às espécies citadas.

Portanto, ações de conservação dos ambientes de savanas arenosas da região do médio rio Tocantins podem ser destacadas nas seguintes alternativas:

1) Consolidação das campinaranas/carrascos e das savanas arbóreas sobre solo arenoso como áreas de uso restrito, devendo ser terminantemente aprovado pelo conselho gestor da Área de Proteção Ambiental (APA) Lago de Palmas como zonas de preservação/conservação no zoneamento apresentado no revisado plano de manejo em processo de consolidação, em consonância também com a proposta de Moreira (2017). Esta aprovação, em definitivo, permitirá a proteção legal dessas vegetações e de seu solo arenoso, ficando impedida a sua supressão e retirada para atividades de silvicultura, loteamentos rurais (chacreamentos) e extração/mineração nos limites da APA do Lago de Palmas. Consequentemente, as populações de *H. sellowi* (e toda biodiversidade associada nos limites da APA) terão seus habitats preservados, garantindo os requisitos ecológicos necessários para manterem suas populações locais;

2) Criação de Unidades de Conservação (UC) do tipo Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) ou o estabelecimento de UC de proteção integral como o Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) ou o Monumento Natural (MONA), cuja desapropriação fundiária não é necessariamente obrigatória, desde que decretada em aquiescência entre poderes públicos e proprietários, conforme as legislações

vigentes (MMA, 2000; Tocantins, 2005). As categorias citadas de UC podem ser criadas como medidas compensatórias decorrentes da construção da UHE de Lajeado e seu reservatório, ou decorrentes do estabelecimento de linhas de transmissão de alta voltagem, ou empreendimentos silvicultores de grande porte. Vale destacar que as áreas pleiteadas para possíveis unidades de conservação não apresentam vocação para o agronegócio ou para processo de urbanização, o que, geralmente, implica preços de terra comparativamente bastante reduzidos, favorecendo ações de conservação que resultem na proteção de seus limites. Além disso, a criação de UC pode auxiliar na arrecadação municipal, em função das regras de repasse do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Ecológico Estadual;

3) Estabelecimento de legislação estadual para que os órgãos licenciadores ambientais direcionem e indiquem áreas de campinaranas/carrascos para compensação de reservas legais. Com o estabelecimento do Cadastro Ambiental Rural (CAR), os órgãos licenciadores estaduais e municipais, e até mesmo Ministérios Públicos Estaduais e Federais, sabem quais propriedades apresentam passivos ou ativos de reserva legal. Deste modo, o poder público pode recomendar a compra de áreas de campinaranas/carrasco do médio rio Tocantins para averbação de reserva legal. Tal atitude garantiria maior agilidade na proteção e contribuiria para melhorar o *status* de conservação de *H. sellowi*, assim como os demais elementos da biodiversidade associados a esta porção central do Tocantins.

CONCLUSÃO

A população do médio rio Tocantins de *H. sellowi* teve sua distribuição geográfica notavelmente ampliada, com suas AOO e EOO aumentando entre 7 e 10 vezes em relação àquelas até então conhecidas. Com abundância relativamente alta, um casal a cada hectare, o tamanho populacional foi descartado como critério para determinação de seu *status* de conservação, devendo ser baseado na sua diminuta distribuição geográfica. Em âmbito estadual, eventual processo de avaliação de

ameaça de extinção deve categorizar *H. sellowi* como 'em perigo', segundo critérios adotados nas avaliações nacional e global de espécies animais. Tal condição atribuiu a *H. sellowi* o título de uma das espécies de aves mais ameaçadas de extinção do estado do Tocantins.

O zoneamento previsto no plano de manejo em revisão para a APA do Lago de Palmas deverá considerar a indicação das campinaranas/carrascos como zonas de conservação/preservação. Desse modo, a população de *H. sellowi*, bem como a diversidade florística e as espécies *S. duplicata* e *B. psamophila*, ameaçadas de extinção, serão todas protegidas. Ressalta-se que as duas últimas espécies citadas estão contempladas em "Plano de ação territorial para conservação de espécies ameaçadas de extinção do território Cerrado do Tocantins" (Tocantins, 2020). Contudo, outras áreas ao longo do perímetro de estudo também devem ser alvo da criação de unidades de conservação públicas e/ou privadas.

Grandes blocos de campinaranas/carrascos com tamanhos entre 3.000 e 6.000 ha, como aqueles localizados ao norte do ribeirão Santa Luzia, na região do 'Tombador de Areia da Lagoa Feia', em Miracema do Tocantins, apontam áreas favoráveis à criação de novas unidades de conservação. O solo arenoso, com baixíssima fertilidade e encurtada vocação agropecuária, indica reduzidos preços de mercado, podendo representar oportunidades de aquisição e criação de unidades de conservação, favorecendo parcela significativa da biodiversidade tocantinense.

Por fim, os estudos de sistemática e de biogeografia histórica em andamento podem reconhecer uma eventual diversificação dessa população disjunta de *H. sellowi*, elevando-a até mesmo ao patamar de espécie plena. Todavia, independente desta confirmação, o isolamento geográfico já detectado para *H. sellowi*, bem como para *Scolopendropsis duplicata*, *Bachia psamophila* e *Callisthene minor*, no médio rio Tocantins demonstra a importância de ações concretas à conservação efetiva destas espécies. Não diferentemente, fica evidente a necessidade de proteção desta particular vegetação de campinarana/carrasco sobre

singulares solos arenosos, que escondem histórias evolutivas e geológicas desconhecidas nesta porção do bioma Cerrado, na região central do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos dois revisores anônimos e ao editor de seção, pelas valiosas contribuições ao manuscrito. Agradecemos, ainda, a André Natale, Dalila Ferreira, Dianes Marcelino, Eduardo Ribeiro, Geoffrey McMullan, Gilson Afonso, Leticia Portillo, Luiz Cortez, Ludmilla Weber, Márcio Silveira, Marcelo O. Barbosa, Neander Heming, Renato Soares Moreira e Thiago Filadelfo, pelas companhias em algumas das incursões a campo. Agradecemos a Bennett Hennessey, pelo auxílio na redação do *Abstract*. TD agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estágio pós-doutoral do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES), e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente (PPG-CIAMB) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), pelo apoio logístico e institucional.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. O., J. F. PACHECO & A. G. CORRÊA, 2012. Primeiro registro de chorozinho-da-caatinga, *Herpsilochmus sellowi*, no estado do Tocantins, Brasil. *Atualidades Ornitológicas* 169: 22.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2016. *Herpsilochmus sellowi*. **The IUCN Red List of Threatened Species** 2016: e.T22701558A93836378. DOI: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22701558A93836378.en>
- BRASIL, 1981. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SC. 22. Tocantins: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra: 1-524. Rio de Janeiro.
- CASTRO, A. M. G., F. L. TONANI & S. M. V. LIMA, 2019. Desafios para o desenvolvimento do complexo agroindustrial do eucalipto para agroenergia na região Norte do Brasil. *Brazilian Journal of Development* 5(9): 14292-14320. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n9-045>
- CHAGAS-JUNIOR, A., G. D. EDGECOMBE & A. MINELLI, 2008. Variability in trunk segmentation in the centipede order Scolopendromorpha: a remarkable new species of *Scolopendropsis* Brandt (Chilopoda: Scolopendridae) from Brazil. *Zootaxa* 1888(1): 36-46. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1888.1.2>



- DAMBRÓS, L. A., L. C. OLIVEIRA-FILHO, E. C. FREIRE, J. P. D. S. LIMA, J. D. A. PEREIRA, S. S. SILVA & J. R. R. FORZANI, 2005. **Inventário florestal e levantamento florístico, norte do estado do Tocantins**. Zoneamento Ecológico-Econômico Estudo de Flora e Fauna, Norte do Tocantins, Escala 1:250.000. Secretaria Estadual de Planejamento e Meio Ambiente/SEPLAN, Palmas.
- DORNAS, T., L. RAMOS, R. T. PINHEIRO & M. O. BARBOSA, 2012. Importantes e inéditos registros de aves para o ecótono Amazônia/Cerrado no centro norte do estado do Tocantins: implicações biogeográficas e extensão de distribuição geográfica de aves amazônicas. **Revista Brasileira de Ornitologia** 20(2): 119-127.
- DORNAS, T., 2016a. WA2294197, *Herpsilochmus sellowi* Whitney & Pacheco, 2000. **Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/2294197>. Acesso em: 6 agosto 2020.
- DORNAS, T., 2016b. WA2294070, *Herpsilochmus sellowi* Whitney & Pacheco, 2000. **Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/2294070>. Acesso em: 6 agosto 2020.
- DORNAS, T., 2016c. **Aves da Amazônia tocaninense e regiões ecotonais**: composição e riqueza, endemismos, biogeografia e conservação. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Conservação, Rede Bionorte em Biotecnologia e Biodiversidade) – Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, Belém.
- HAIDAR, R. F., J. M. F. FAGG, J. R. R. PINTO, R. R. DIAS, G. DAMASCO, L. C. R. SILVA & C. W. FAGG, 2013. Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. **Acta Amazonica** 43(3): 261-290. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000300003>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2007. **Mapas temáticos pedologia do Tocantins**: sistema de projeção policônica, escala 1:1.000.000: 1. ed. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos/>. Acesso em: 24 março 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), [s. d.]. **Cartas e mapas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas.html>. Acesso em: 24 março 2020.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio), 2013. **Aplicação de critérios e categorias da IUCN na avaliação da fauna brasileira**. Coordenação de Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade, Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. Versão 2.0. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/apostila_aplicacao_critérios_categorias_UICN_versao_2.0.pdf. Acesso em: 23 março 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2018. **Portal do monitoramento de queimadas e incêndios**. Programa Queimadas. Disponível em <http://www.inpe.br/queimadas/>. Acesso em: 5 abril 2020.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN), (2019). **IUCN Standards and Petitions Committee**. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14. Prepared by the Standards and Petitions Committee. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>. Acesso em: 22 março 2020.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2000. Lei Federal nº 9.985/00, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 de julho 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm. Acesso em: 22 março 2020.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA), 2014. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, nº 245, 18 de dezembro de 2014. Seção 1, p. 122-126. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_2014_lista_esp%C3%A9cies_ame%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 22 março 2020.
- MOREIRA, R. S., 2017. **Análise temporal do uso e cobertura da terra e diversidade de aves como subsídios para a conservação da biodiversidade na Área de Proteção Ambiental do Lago de Palmas, Tocantins**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecótonos) – Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional.
- OLIVEIRA, P. A., J. M. PELÚZIO & W. G. SILVA, 2019. Análise das mudanças na vegetação nativa da APA Lago de Palmas. **Ciência Florestal** 29(3): 1376-1388. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509834424>
- OLMOS, F., G. ARBOCZ, J. F. PACHECO & R. R., DIAS, 2004. Estudo de flora e fauna do norte do estado do Tocantins. In: R. R. DIAS (Org.): **Projeto de gestão ambiental integrada Bico do Papagaio**: 1-130. Zoneamento Ecológico Econômico/SEPLAN, Palmas.
- PACHECO, J. F. & F. OLMOS, 2005. Birds of a Latitudinal Transect in the Tapajós-Xingu Interfluvium, eastern Brazilian Amazônia. **Ararajuba** 13(1): 29-46.
- PINTO, L. M. C., 2014. Luzimangues: uma “nova cidade” na periferia de Palmas? **Arquitextos Vitruvius** 164.02: 1-10.
- RODRIGUES, M. T., D. T. PAVAN & F. F. CURCIO, 2007. Two new species of lizards of the genus *Bachia* (Squamata, Gynophthalmidae) from Central Brazil. **Journal of Herpetology** 41: 545-553.



SANTOS, M. P. D., L. F. SILVEIRA & J. M. C. SILVA, 2011. Birds of Serra do Cachimbo, Pará State, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia** 19(2): 244-259.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO (SEFAZ), 2019. **Estado do Tocantins, áreas de uso legal restrito e potenciais à conservação ambiental - tabelas e mapas**: 2. ed.: 1-56. Gerência de Zoneamento Territorial, Palmas.

SECRETARIA E PLANEJAMENTO DO ESTADO DO TOCANTINS (SEPLAN), 2012. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial: 6. ed.: 1-80. SEPLAN, Palmas.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM), [s. d.]. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/>. Acesso em: 22 março 2020.

SOUZA, O. M. N., E. COLLICCHIO, E. Q. PEREIRA & M. I. R. AZEVEDO, 2015. Zoneamento edafoclimático para o *Eucalyptus urophylla* no estado do Tocantins. **Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins** 1(2): 120-134. DOI: <https://doi.org/10.20873/uf.t.2359-3652.2015v1n2p120>

TOCANTINS, 2005. Lei nº 1.560, de 5 de abril de 2005. Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza, SEUC, e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades que o constituem. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/225866/>. Acesso em: 25 março 2020.

TOCANTINS, 2020. **Plano de Ação Territorial para Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção do Território Cerrado Tocantins**. Sumário Executivo. Projeto Pró-Espécies: Todos contra a extinção. Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), Palmas, Tocantins. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/536142/>. Acesso em: 24 março 2021.

WHITNEY, B. M., J. F. PACHECO, D. R. C. BUZZETTI & R. PARRINI, 2000. Systematic revision and biogeography of the *Herpsilochmus pileatus* complex, with description of a new species from northeastern Brazil. **The Auk** 117(4): 869-891. DOI: <https://doi.org/10.1093/auk/117.4.869>

WIKIAVES, [s. d.]. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/>. Acesso em: 22 março 2020.

XENO-CANTO FOUNDATION, [s. d.]. Disponível em: <https://www.xeno-canto.org/>. Acesso em: 22 março 2020.



Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) in the Collection of the *Museu Paraense Emílio Goeldi*: inventory and type specimens

Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) da Coleção do Museu Paraense Emílio Goeldi: inventário e espécimes-tipo

Roberta de Melo Valente¹  | José Raimundo Rocha Guimarães¹ 

¹Universidade Federal do Pará. Instituto de Ciências Biológicas. Laboratório de Invertebrados. Belém, Pará, Brasil

Abstract: This paper reports the results of the curation of specimens of Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) housed in the Entomological Collection of the *Museu Paraense Emílio Goeldi* (MPEG), Belém, state of Pará, Brazil. The Collection holds a total of 1,071 specimens, with 90% of them previously unidentified. We reviewed all specimens and identified them to species level, resulting in 16 genera and 32 species of Dryophthorinae. These include the type specimens of three species: *Cyrtomasius marlucae* Vanin, 1998; *Foveolus maculatus* O'Brien, 2003; and *Paramasius cristulatus* Vanin, 1998. The genus *Rhodoabaenus* Le Conte, 1876 was recorded for the first time to Brazilian Amazon. All specimen data were digitized and are now publicly available. Currently, 50% of the richness of the Dryophthorinae recorded from Brazilian Amazon is present in the Collection. The occurrence and the species richness of the Dryophthorinae examined are shown on a map. All labels contents and remarks to type material are presented. High resolution photographs of the primary types are also provided. The material examined represents a temporal and spatial record of Amazonian Dryophthorinae.

Keywords: Weevil. Richness. Taxonomy. *Cyrtomasius*. *Paramasius*. *Foveolus*.

Resumo: Este artigo reporta os resultados da curadoria dos espécimes de Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) depositados na Coleção Entomológica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém, Pará, Brasil. O acervo soma 1.071 exemplares, sendo que 90% deles não tinham sido identificados anteriormente. Nós revisamos todos os espécimes e os identificamos em nível de espécie, resultando em 16 gêneros e 32 espécies de Dryophthorinae. Estes incluem os espécimes-tipo de três espécies: *Cyrtomasius marlucae* Vanin, 1998; *Foveolus maculatus* O'Brien, 2003; e *Paramasius cristulatus* Vanin, 1998. O gênero *Rhodoabaenus* Le Conte, 1876 foi registrado pela primeira vez na Amazônia brasileira. Todas as informações presentes nas etiquetas do material estudado foram digitadas e agora estão disponíveis para consulta. Atualmente, 50% da riqueza de espécies de Dryophthorinae registrada na Amazônia brasileira está representada na coleção. A ocorrência e a riqueza de espécies de Dryophthorinae registradas na coleção são apresentadas em um mapa. Todas as informações das etiquetas do material estudado e os comentários sobre o material-tipo são fornecidos. Fotografias de alta resolução dos tipos estudados também são fornecidas. O material examinado representa um registro temporal e espacial de Dryophthorinae da Amazônia.

Palavras-chave: Gorgulho. Riqueza. Taxonomia. *Cyrtomasius*. *Paramasius*. *Foveolus*.

VALENTE, R. M. & J. R. R. GUIMARÃES, 2021. Dryophthorinae (Coleoptera: Curculionidae) in the Collection of the *Museu Paraense Emílio Goeldi*: inventory and type specimens. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 33-50. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.306>.

Autora para correspondência: Roberta de Melo Valente. Universidade Federal do Pará. Instituto de Ciências Biológicas. Laboratório de Invertebrados. Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. Belém, PA, Brasil. CEP 66075-110 (roberta.mvalente@gmail.com).

Recebido em 13/05/2020

Aprovado em 05/09/2020

Responsabilidade editorial: Valéria Juliete Silva



INTRODUCTION

Curculionidae Latreille, 1802 is one of the most diverse groups of insects, with about 4,600 genera and 51,000 described species in the world (Oberprieler *et al.*, 2014). Even though one of the most recognizable families of Coleoptera, the classification of the subfamilies and tribes of Curculionidae remains highly controversial (about classification within Curculionidae, e.g. Kuschel, 1995; Marvaldi & Morrone, 2000; Marvaldi *et al.*, 2002; McKenna *et al.*, 2009, 2018; Shin *et al.*, 2018). As an exception to the rule, Dryophthorinae Schoenherr, 1825 is one of the few well-defined groups within Curculionidae, supported both by molecular and morphological data (Kuschel, 1995 as Rhynchophorinae; Marvaldi, 1997 as Rhynchophorinae; Marvaldi & Morrone, 2000; Anderson, 2002a; Marvaldi *et al.*, 2002; Oberprieler *et al.*, 2007; Anderson & Marvaldi, 2014; McKenna *et al.*, 2009; Jordal *et al.*, 2014; Shin *et al.*, 2018).

Dryophthorinae (the subfamilies's content is equal to that of "Dryophthoridae" by Alonso-Zarazaga & Lyal, 1999, 2002a; and Bouchard *et al.*, 2011) consists about 1,200 species in 153 genera and five tribes: Cryptodermatini, Dryophthorini, Stromboscerini, Orthognathini (with two subtribes) and Rhynchophorini (with six subtribes) (Marvaldi & Morrone, 2000; Oberprieler *et al.*, 2007; Morrone & Cuevas, 2009). Their species are mainly associated with monocots (Anderson, 2002a; Marvaldi *et al.*, 2002; McKenna *et al.*, 2009), and some species are major pests of various globally important agricultural products (Silva *et al.*, 1968; Chamorro, 2019).

In South America are recorded 27 genera of Dryophthorinae (Wibmer & O'Brien, 1986; Vanin, 1998; Alonso-Zarazaga & Lyal, 1999, 2002a), which of 17 were taxonomically studied. Thereby, all the richest genera (*Metamasius* Horn, 1873; *Mesocordylus* Lacordaire, 1866; *Sphenophorus* Schoenherr, 1838; and *Rhodoabaenus* Le Conte, 1876) were reviewed by Vaurie (1966, 1967b, 1970b, 1978, 1980) including *Cactophagus* Le Conte, 1876 and *Paramasius* Kuschel, 1958 (as species group of *Metamasius*; see Vaurie, 1966, 1967a). Other four genera with less richness

(*Belopoeus* Schoenherr, 1838; *Rhinostomus* Rafinesque, 1815; *Orthognathus* Schoenherr, 1838; and *Scyphophorus* Schoenherr, 1838) were also reviewed by Vaurie (1968c, 1970a, 1970b, 1971). Additionally, she described *Foveolus* Vaurie, 1968 and furnished an identification key to its species (Vaurie, 1968b). Other important studies were the review of *Rhynchophorus* Herbst, 1795 and *Dynamis* Chevrolat, 1883 (Wattanapongsiri, 1966) and, more recently, the description of the genus *Cyrtomasius* Vanin, 1998 (Vanin, 1998) besides the review of *Melchus* Lacordaire, 1866 (Anderson, 2003), *Eucalandra* Faust, 1899 (Anderson, 2008a) and *Alloscolytroproctus* Hustache, 1929 (Anderson, 2008b). The remaining of the genera of Dryophthorinae from South America is represented by one to four species in the region, moreover some of them can be identified by a species key (e.g. Kuschel, 1961 to species of *Sitophilus* Schoenherr, 1838) or by an identification key present in the taxonomic reviews cited above.

The Entomological Collection of the *Museu Paraense Emílio Goeldi* (MPEG), located in Belém, Pará, Brazil, represents the second oldest entomological depository in Brazil (Costa *et al.*, 2000). This centenary Collection includes more than 11,000 mounted non-type specimens of Curculionidae, of which about 50% have been identified to genus or species level, summing 216 genera and 149 species (Costa *et al.*, 2000; Valente *et al.*, 2005). Additional information on the Collection is available at MPEG (n. d.). The Dryophthorinae are represented by type specimens of three species, and 90% of the remaining specimens housed in the Entomological Collection at MPEG remained until now unidentified.

Herein, we summarize the diversity of Dryophthorinae housed in the Entomological Collection at MPEG, including the identification to the species level for all of the specimens. Following a recommendation of the International Code of Zoological Nomenclature (ICZN, 1999, p. 72F4), we also include type specimens of Dryophthorinae deposited in this Collection, providing photographs and relevant taxonomic notes.



MATERIAL AND METHODS

We examined type and non-type specimens of Dryophthorinae housed in the Entomological Collection of the *Museu Paraense Emílio Goeldi*. Identification relied on published genus and species-group level reviews (Anderson, 2002b; Vaurie, 1966, 1967a, 1967b, 1968a, 1968b, 1968c, 1970a, 1970b, 1977, 1978, 1980; Wattanapongsiri, 1966), original descriptions and comparison with previously identified material from this Collection. Type specimen's current status was verified by the following databases: Catalogue of Life (Roskov *et al.*, 2020); Electronic Catalogue of Weevil Names of Curculionoidea (Alonso-Zarazaga & Lyal, 2002b); and Taxonomic Catalog of the Brazilian Fauna (Vanin *et al.*, 2020). Species are ordered by tribes, subtribes and genera in alphabetical order, according to the classification proposed by Alonso-Zarazaga & Lyal (1999) with modifications by Marvaldi & Morrone (2000). The names of genera and species are followed by author(s) and year of publication.

The following data are provided for type specimens: bibliographic references, number of total specimens examined, category of types, sex when it is indicated, code-number of MPEG, and all labels contents in verbatim. Backslash indicates a line break, square brackets enclose the contents of a single label and double quotes enclose all the labels for a given specimen. In the remarks, there is additional information on specimens. For non-type specimens the following data are provided: the total number of specimens examined, country, state, city, locality (when indicated), date, biological information (when indicated), collectors (when indicated) and number of specimens examined. Additional information (not originally present in the labels) are enclosed in square brackets. The repeated information was removed and indicated by "same data". The section "Occurrence (MPEG Collection)" presents only the contents from the database provided in this study. All specimens examined received a code-MPEG COL follow by a number of eight digits, according to the present rules of the MPEG Entomological Collection. Label contents were added to the Collection database available at GBIF and MPEG (n. d.).

The map of occurrence and species richness of Dryophthorinae deposited in the MPEG Entomological Collection was generated from the database provided in this study. Data occurrence not found or, limited to the name of the country or state were not recorded on the map, which were indicated by asterisk (*) in the material examined.

Photographs of the holotypes and paratypes were made using a digital camera DFC420 attached to a Leica MZ16 magnifying stereoscope. Leica LAS (Leica Application Suite V4.6.1) and Helicon Focus (version 6.0.18) software were used to assemble the series of images taken at different focus distances by z-stacking method.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 1,071 Dryophthorinae specimens were examined belonging to 16 genera and 32 species (Table 1), including type specimens of three species: *Cyrtomasius marluciae* Vanin, 1998 (Paratype, Figure 1), *Foveolus maculatus* O'Brien, 2003 (Paratype, Figure 2), and *Paramasius cristulatus* Vanin, 1998 (Holotype, Figure 3). In this study, 934 specimens were identified and represented an increase of 13 species to Dryophthorinae richness in the Entomological Collection at MPEG. Two specimens of *Sphenophorus* were identified as two morphotypes and seven specimens of *Metamasius* remain unidentified at species level. The remaining 128 specimens were previously identified in 19 species by the specialists D. R. Whitehead, S. A. Vanin and C. W. O'Brien. All material examined is listed below.

In Brazil, Dryophthorinae is represented by species classified in the Orthognathini and Rhynchophorini tribes, summing 90 species in 22 genera (see Wibmer & O'Brien, 1986; Vanin, 1995, 1998; Alonso-Zarazaga & Lyal, 1999; O'Brien, 2003). Among them, 61 species in 20 genera (except *Eucalandra* and *Rhodobaenus*) have been recorded from Brazilian Amazon (Table 1). Therefore, the Entomological Collection at MPEG includes 50% of the species richness of the Dryophthorinae recorded from Brazilian Amazon. Considering only this fauna, five genera are fully represented also five genera are absent in the Collection (Table 1).



The genus *Rhodobaenus* was recorded for the first time to Brazilian Amazon while the genus *Sphenophorus* was recorded for the first time in the MPEG Entomological Collection. In the Brazilian Amazon are known five species as endemic to the region (Table 1): *Belopoeus orbignyae* Bondar, 1954; *Belopoeus heikeae* Vanin, 1995; *C. marlucae*; *F. maculatus* and; *P. cristulatus* (Wibmer & O'Brien, 1986; Vanin, 1995, 1998; O'Brien, 2003), of which only *B. orbignyae* and *B. heikeae* are absent in the Collection. The richest genera in the Collection were *Metamasius* and *Mesocordylus* (both with six species), and the most abundant species were *Metamasius hemipterus* (Linnaeus, 1758) (390 specimens)

Table 1. Number of species of Dryophthorinae known for the Brazilian Amazon, known as endemic to Brazilian Amazon, and number of species represented in the MPEG Entomological Collection. Notation: (-) = none; (*) = morphotypes not included in the total.

Genus	Brazilian Amazon	Known as endemic	MPEG collection
Orthognathini Orthognathina			
<i>Mesocordylus</i> Lacordaire, 1866	6	-	6
<i>Orthognathus</i> Schoenherr, 1838	3	-	2
Rhinostomina			
<i>Rhinostomus</i> Rafinesque, 1815	2	-	1
Rhynchophorini Rhynchophorina			
<i>Dynamis</i> Chevrolat, 1883	3	-	3
<i>Rhynchodynamis</i> Heller, 1906	2	-	-
<i>Rhynchophorus</i> Herbst, 1795	2	-	1
Litosomina			
<i>Neophrynoides</i> O'Brien & Wibmer, 1982	1	-	-
<i>Sitophilus</i> Schoenherr, 1838	3	-	1
<i>Toxorhinus</i> Lacordaire, 1866	1	-	1
Sphenophorina			
<i>Alloscolytroproctus</i> Hustache, 1929	1	-	-
<i>Belopoeus</i> Schoenherr, 1838	5	2	2
<i>Cactophagus</i> Le Conte, 1876	10	-	2
<i>Cosmopolites</i> Chevrolat, 1885	1	-	1
<i>Cyrtomasius</i> Vanin, 1998	1	1	1
<i>Foveolus</i> Vaurie, 1968	4	1	2
<i>Metamasius</i> Horn, 1873	9	-	6
<i>Paradiaphorus</i> Chevrolat, 1885	1	-	-
<i>Paramasius</i> Kuschel, 1958	3	1	2
<i>Rhodobaenus</i> Le Conte, 1876	-	-	1
<i>Scyphophorus</i> Schoenherr, 1838	1	-	-
<i>Sphenophorus</i> Schoenherr, 1838	2	-	2*
TOTAL	61	5	32



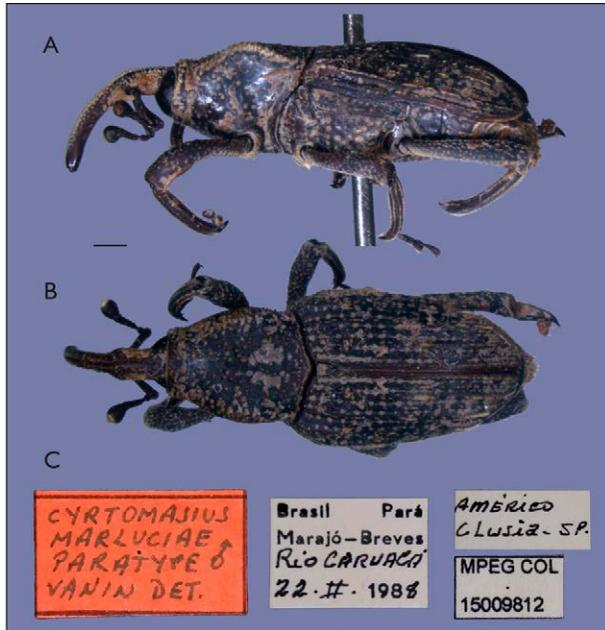


Figure 1. Paratype male of *Cyrtomasius marluciae* Vanin, 1998: A) lateral view; B) dorsal view; C) labels. Scale = 1 mm.

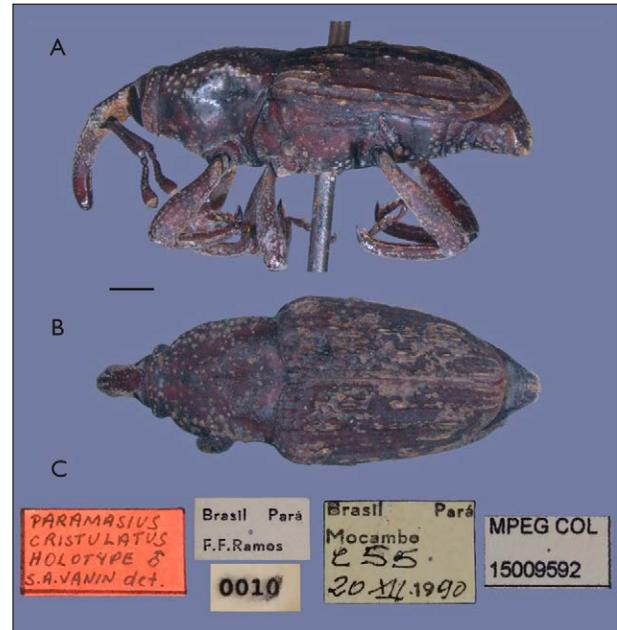


Figure 3. Holotype male of *Paramasius cristulatus* Vanin, 1998: A) lateral view; B) dorsal view; C) labels. Scale = 1 mm.

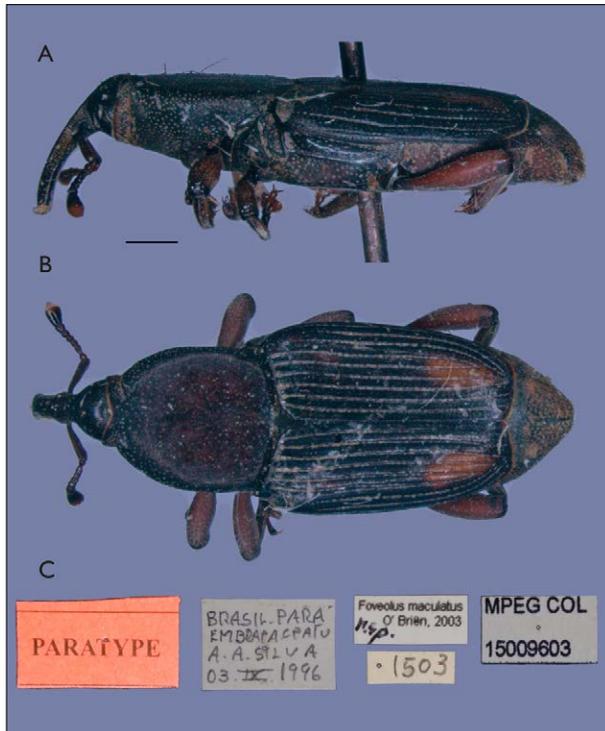


Figure 2. Paratype female of *Foveolus maculatus* O'Brien, 2003: A) lateral view; B) dorsal view; C) labels. Scale = 1 mm.

and *Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1758) (389 specimens). In contrast, five species were represented by a single specimen each (see the list below).

Many of specimens examined were collected casually, so little biological or ecological information have been recorded on them. Exceptions are cited to specimens of *Dynamis borassi* (Fabricius, 1801); *Rhynchophorus palmarum*; *Belopoeus carmelita* Gyllenhal, 1838; *Belopoeus caudatus*; *Foveolus anomalus* Vaurie, 1968; *Foveolus maculatus* and *Metamasius hemipterus* on several palms and; *Cyrtomasius marluciae* and *Paramasius cristulatus* on *Clusia* (see the list below).

The material examined was collected exclusively in Brazil (from 90 municipalities from 13 states), especially from the state of Pará (from 40 municipalities) (Figure 4). The highest value of the species richness of Dryophthorinae in the MPEG Entomological Collection was also recorded from the state of Pará (29 species), followed by the states of Amazonas and Mato Grosso (both with eight species) (Figure 4). These occurrences do not necessarily represent the geographic distribution of the species, they are mainly

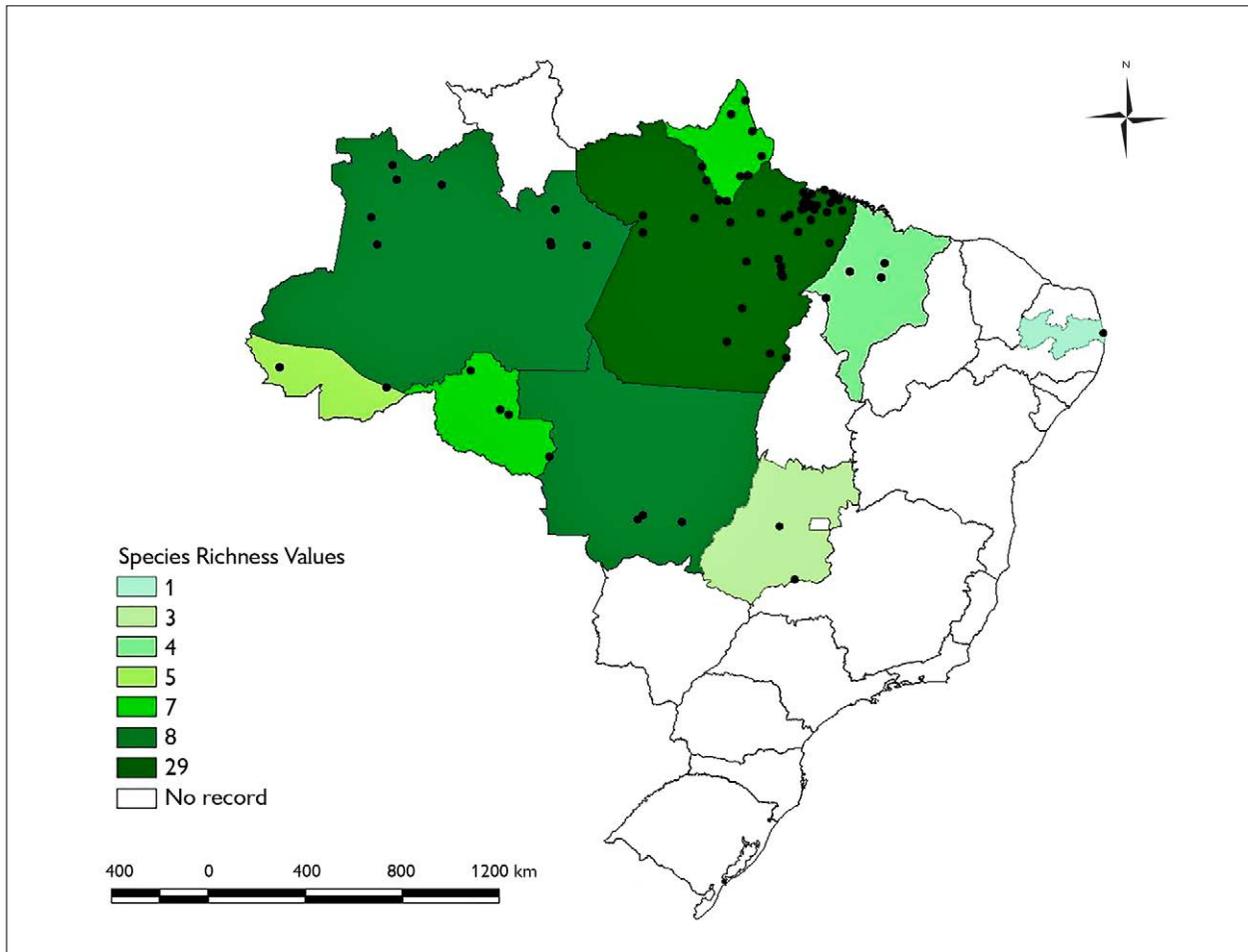


Figure 4. Occurrence and species richness of the Dryophthorinae deposited in the MPEG Entomological Collection. Points indicate the localities recorded in the material examined.

the result of surveys carried out over the years by the staff of MPEG. Nevertheless, the material examined also includes specimens from regions already affected by human intervention, especially from Belém, Tucuruí, and Parauapebas, all in the state of Pará. Besides specimens collected by Adolpho Ducke in the early 1900s' and, Walter Egler, Jan Karel Bechyné, and Bohumila Springlová Bechyné in the early 1960's. Thereafter, a significant amount was added to the Collection as result of the surveys conducted by the staff of MPEG in the 1970-1990's, specially Drs. Bento Melo Mascarenhas, William Leslie Overal, and Inocência de Sousa Gorayeb, together the assistants: Ramiro Bittencourt

Neto, Waldemar Miranda da Silva França, Francisco Ferreira Ramos, Maria Fernanda Pinto Torres, Márcio Zanuto, and José Orlando Dias.

LIST OF SPECIES OF DRYOPHTHORINAE IN THE MPEG ENTOMOLOGICAL COLLECTION

Curculionidae
 Dryophthorinae
 Orthognathini
 Orthognathina
Mesocordylus Lacordaire, 1866

Mesocordylus apiciclava Vaurie, 1970

Material examined: 1 specimen. Brazil: Rondônia: Ji-Paraná, Fazenda Sinueira, 29-IX-1989, M. Zanuto Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Rondônia (Ji-Paraná).

Mesocordylus cerinus Vaurie, 1970

Material examined: 2 specimens. Brazil: Pará: Parauapebas, Caldeirão, Serra Norte, 27-X-1984, M.F. Torres Coll. (2).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Parauapebas).

Mesocordylus papulatus (Fahraeus, 1845)

Material examined: 1 specimen. Brazil: Amazonas: Manaus, 1 km W Tarumã, 2-III-1981, C. Young Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Amazonas (Manaus).

Mesocordylus scutellaris (Erichson, 1847)

Material examined: 2 specimens. Brazil: Acre: Porto Acre, Humaitá, Mata de Terra Firme, 15-VI to 2-VII-1992, I. S. Gorayeb & J.A. Pena Colls (1). Pará: Benevides, 23-III-1993, J.A. Pena Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Acre (Porto Acre); Pará (Benevides).

Mesocordylus striatus (Boheman, 1838)

Material examined: 8 specimens. Brazil: Maranhão: Lago Verde, 8-II-1983, R.B. Neto Coll. (1); Lago Verde, 2-III-1983, W. França Coll. (1). Mato Grosso: Barra dos[do] Bugres, R. E. Serra das Araras, 23-24-I-1986, M. Zanuto Coll. (1). Pará: [without municipality], [?]-[?]-1900, Ducke Coll. (1); Belém, Utinga, 10-I-1978, M.F. Torres Coll. (1); Bragança, 15-I-1978, J. Batista Coll. (1); Peixe-Boi, 13-IV-1977, M.F. Torres Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, margem direita, Chiqueirinho, 3-IV-1984, F.F. Ramos Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Maranhão (Lago Verde); Mato Grosso (Barra do Bugres); Pará (Belém, Bragança, Peixe-Boi, Tucuruí).

Mesocordylus subulatus (Germar, 1824)

Material examined: 1 specimen. Brazil: Pará: Paragominas, Fazenda Cachoeira do Rio Vermelho, 15-I-1991, P. Tadeu Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Paragominas).

Orthognathus Schoenherr, 1838

Orthognathus lividus Gyllenhal, 1838

Material examined: 8 specimens. Brazil: Goiás: Corumbá de Goiás, 3-I-1962, J. & B. Bechné Cols (1); same but, 4-II-1962, (1). Mato Grosso: Chapada dos Guimarães, Fazenda Buriti, 17-II-1982, M. Zanuto & W. Overal Colls (2), same but, 16-II-1982, W.L. Overal Coll. (1). Pará: Parauapebas, Serra Norte, N3, Armadilha Malayse, 9-12-II-1985 (1); Parauapebas, Serra Norte, Caldeirão, com luz, M.F. Torres Coll. (1); Pará: Parauapebas, Serra Norte, N1 (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Goiás (Corumbá de Goiás); Mato Grosso (Chapada dos Guimarães); Pará (Parauapebas).

Orthognathus subparallelus (Chevrolat, 1880)

Material examined: 2 specimens. Brazil: Mato Grosso: Chapada dos Guimarães, Fazenda Buriti, 12-II-1982, M. Zanuto & W. Overal Colls (1). Pará: Benevides, PA-408, km 06, flight trap, 1-V-1981, I.S. Gorayeb Coll. (1)

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Mato Grosso (Chapada dos Guimarães); Pará (Benevides).

Rhinostomina

Rhinostomus Rafinesque, 1815

Rhinostomus barbirostris (Fabricius, 1775)

Material examined: 47 specimens. Brazil: Acre: Rio Branco, 25-X to 8-XI-1991, F.F. Ramos & A. Henriques Colls (1). Amapá: [Laranjal do Jari], Cachoeira Aurucuatapá, Rio Jari, 18-VIII-1961, W. Egler Coll. (1); Laranjal do Jari, BR-156, km 14, Rio Matapi, 26-XI-1981, Coleta luz U.V., I.S. Gorayeb Coll. (4). Maranhão: Lago Verde, 7-XI-1983, W. França Coll. (1); Lago Verde, Lago Rodrigues, 25-V-1979, M.F.



Torres Coll. (2). Mato Grosso: Serra dos [do] Bugres, Res. E. Serra das Araras, 24-I-1986, Armadilha Suspensa 1,6m (1). Pará: Belém, Ilha do Jutuba, 30-XI-1977, R. Ferreira Coll. (1); Belém, Campus MPEG, 3-II-1986, Sandoval Coll. (1); Belém, Campus MPEG, 11-III-1986, J. Dias Coll. (1); Belém, MPEG, 7-V-1974, B. Mascarenhas Coll. (1); Belém, Mocambo, 23-VII-1984, W.L. Overal Coll. (1); Belém, Utinga, 27-VI-1977, L. Hock Coll. (1); Bujaru, 21-IV-1979, R.B. Neto Coll. (1); Conceição do Araguaia, 17-21-XI-1979, R.B. Neto Coll. (4); Maracanã, Algodão, 24-II-1990, J.M. da Rocha Coll. (1); Melgaço, Caxiuanã, ECFPn, 1º 44" 27.6'/1º 27" 34.2" W, 18-VIII-1995, R.M. Valente Coll. (1); Melgaço, Caxiuanã, ECFPn, 4-8-VIII-2000, H Ho & C.K. Starr Colls (2); Óbidos, [?]-[?]-1906, P. Le Cointe Coll. (1); Parauapebas, Serra Norte, Igarapé Pojuca, 3-XI-1983, Coleta de Luz, F.F. Ramos Coll. (1); Parauapebas, Serra Norte, Manganês, 24-X-1984, Coleta Noturna, M.F. Torres Coll. (1); Primavera, Boa Vista, Ilha Arapiranga, Armadilha Malayse, 23-24-XI-1992, B. Mascarenhas Coll. (1); [Santarém], Taperinha, 24-I-1944 (1); Soure, 23-II-1979, S.A. Santos Coll. (1); Soure, 24-II-1979, P. Eremita Coll. (1); Soure, 24-II-1979, S.A. Santos Coll. (1); Soure, 25-II-1979 (1); Soure, 25-II-1979, S.A. Santos Coll (2); Soure, 25-II-1979, P. Eremita Coll. (1); Soure, 25-II-1979, P. Nolasco Coll. (2); Soure, 27-II-1979, S.A. Santos Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 21-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (2); Vigia, 11-VIII-1982, R.B. Neto Coll. (1). Rondônia: Ji-Paraná, 11-VIII-1984 (1); Ouro Preto do Oeste, Margem esquerda Rio Sta. Helena, 20-III-1985, M.F. Torres Coll. (1); Ouro Preto do Oeste, Reserva do INPA, 30-XI-1985, J. Dias Coll. (1); Ouro Preto do Oeste, Reserva do INPA, 24-VIII-1986, F.F. Ramos Coll. (1); Vilhena, 20-II-1961, J. & B. Bechyné Colls (1). Without label (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Acre (Rio Branco); Amapá (Laranjal do Jari); Maranhão (Lago Verde); Mato Grosso (Serra do Bugres); Pará (Belém, Bujaru, Conceição do Araguaia, Maracanã, Melgaço, Óbidos, Parauapebas, Primavera, Santarém, Soure, Tucuruí, Vigia); Rondônia (Ji-Paraná, Ouro Preto do Oeste, Vilhena).

Rhynchophorini

Rhynchophorina

Dynamis Chevrolat, 1883

Dynamis borassi (Fabricius, 1801)

Material examined: 15 specimens. Brazil: Amazônia, without other information (1)*. Amazonas: Manaus, PDBFF / R-1302, [?]-[?]-1986, M. Martins Coll. (1); Manaus, 1 km W Tarumã 100 m, 16-II-1981, C. Young Coll. (1); [Santa Isabel do] Rio Negro, B. Cauaburi, 28-I-1963, J. & B. Bechyné Colls (1). Pará: Acará, Ilha do Combu, 25-X-1989, R.B. Neto Coll. (1); same but, 26-X-1989 (1); Barcarena, Ilha das Onças, 30-I-1977, W.L. Overal Coll. (1); Belém, 19-IV-1980, M.F. Torres Coll. (1); Belém, Coqueiro, 3-VIII-1960, Inácio Coll. (1); Belém, P. MPEG, 6-III-1978, M.F. Torres Coll. (1); Belém, Mosqueiro, 16-VIII-1989, Coletado em palmeira, R.M. Valente Coll. (1); Belém [?], Pedreirinha, 8-IX-1960, Inácio Coll. (1)*; Breves, Ilha do Marajó, Rio Curuaçá, 6-III-1988, J. Dias Coll. (1); Paragominas, Fazenda Cachoeira do Rio Vermelho, 16-I-1991, P. Tadeu Coll. (1); Santa Izabel[do Pará], 12-XII-1993, B. Mascarenhas Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Amazonas (Manaus, Santa Isabel do Rio Negro); Pará (Acará, Barcarena, Belém, Breves, Paragominas, Santa Izabel do Pará).

Dynamis nitidulus (Guérin, 1844)

Material examined: 2 specimens. Brazil: Pará: Barcarena, Ilha das Onças, 7-II-1977, W.L. Overal Coll. (1); same but, 6-III-1977 (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Barcarena).

Dynamis peropacus Champion, 1910

Material examined: 3 specimens. Brazil: Pará: Acará, 25-I-1978, P. Tadeu Coll. (1); Belém, Mocambo, 6-II-1979, F.F. Ramos Coll. (1); Belém, Mocambo, 31-I-1980, M.F. Torres Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Acará, Belém).



***Rhynchophorus* Herbst, 1795**

***Rhynchophorus palmarum* (Linnaeus, 1758)**

Material examined: 389 exemplares. Brazil: Acre: Alto Purus, [?]-[?]-1904, Ducke Col (1). Amapá: Itaubal do Piririm, Piririm, 19-X-1975, Damasceno Coll. (1); Macapá, Base da FAB, 4-IV-1961, J. Flávio, C. Fr. Coll. (1); Mazagão, Camaipi km 14, 3-I-1980, E.L. Oliveira Coll. (1); [Oiapoque], [Vila Velha do] Cassiporé, [?]-[?]-1939 (3). Amazonas: Manaus, PDBFF, R-1302, [?]-[?]-1986, M. Martins Coll. (1); Maraã, Rio Japurá, Lago Paricá, 12-XI-1985, D.C. Neto Coll. (1); Maraã, Rio Japurá, Maguari, 11-X-1988, J. Dias Coll. (1); Presidente Figueiredo, UHH Balbina, 22-I-1988, B. Mascarenhas Coll. (1); [Santa Isabel do Rio Negro], Tapurucuara [Tapuruquara], Rio Negro, 2-II-1963, J. & B. Bechyné Colls (1); same but, 4-II-1963 (4), 9-II-1963 (1), 24-IV-1964 (1). Maranhão: Buriticupu, 5-X-1978, R.B. Neto Coll. (1); Imperatriz, Ribeirãozinho, 9-VIII-1989, armadilha de luz, F.F. Ramos Coll. (1); Lago Verde, 10-III-1982, W.L. Overal Coll. (1); same but, 12-III-1982 (31); Lago Verde, 1-II-1983, R.B. Neto Coll. (10); same but, W. França Coll. (20); Lago Verde, 2-II-1983, R.B. Neto Coll. (8); same but, W. França Coll. (8); Lago Verde, 3-II-1983, R.B. Neto Coll. (2); same but, W. França Coll. (4); Lago Verde, 7-II-1983, W. França Coll. (1); Lago Verde, 8-II-1983, R.B. Neto Coll. (2); same but, W. França Coll. (1). Pará: Acará, Ilha do Combu, 11-VIII-1989, R.B. Neto Coll. (1); same but, 12-VIII-1989 (4), 15-VIII-1989 (7), 28-VIII-1989 (7); Ananindeua, Fazenda da Pirelli, 18-IV-1990, R.B. Neto Coll. (2); Belém, 3-VII-1961, J. & B. Bechyné, Colls (1); Belém, 28-VI-1962, Fer. C. Pinto Coll. (3); Belém, 8-VII-1962, A. Souza Coll. (1); Belém, 23-IV-1974, Fernanda Coll. (1); Belém, 18-IX-1976, Fernanda Coll. (1); Belém, 30-VII-1977, A.Y. Harada Coll. (1); Belém, 7-VIII-1977, M.F. Torres Coll. (1); Belém, 10-IX-1977, F. Nascimento Coll. (1); Belém, 20-I-1978, M.F. Torres Col (1); Belém, 21-V-1979, M.F. Torres Col (1); Belém, Campus FCAP, 23-III-2001, L.A.S. Sousa Col (4); Belém, Campus MPEG, 9-X-1990, M. Zanuto Coll. (1); Belém, Campus MPEG, 20-XII-1997, Moacir Ribeiro Coll. (1); Belém, Campus MPEG, 9-IX-2001 (1); same but, 12-IX-2001 (1); Belém, Cotijuba, 3-IX-1994,

J. Dias Coll. (1); Belém, EMBRAPA, 6-V-1978, H. Estevam (3); Belém, IAN, 29-VIII-1960, Inácio Coll. (1); same but, 26-X-1960 (1); Belém, Ilha Grande, 4-IX-1973, J. Queiroz Coll. (1); Belém, km 07, E. F. B., 8-X-1960, Inácio Coll. (2); Belém, Mocambo, 12-VI-1977, W.L. Overal Coll. (4); Belém, Mocambo, 6-VII-1977, P. Tadeu Coll. (1); same but, 6-VI-1978, (1); Belém, Mocambo, 13-VI-1978, Pe. Romeu Coll. (1); Belém, Mocambo, 2-V-1981, Luiz Gouvea Coll. (1); Belém, Mosqueiro, 16-VIII-1989, coletado em palmeira, R.M. Valente Coll. (1); Belém, Parque MPEG, 20-III-1978, M.F. Torres Coll. (1); Belém, Parque MPEG, 9-VII-1981, E. Melo Coll. (1); Belém, Parque MPEG, 23-VII-1985, M. Zanuto Coll. (1); Belém, Utinga, 1-IX-1960, Inácio (1); Belém, Utinga, 7-IX-1947 (1); same but, 8-IX-1947 (3), 9-IX-1947 (1); Belém, Utinga, [?]-III-1996, A. Souza Col (2); Benevides, Benfica, 11-V-1961, Bechyné Coll. (1); Breves, Marajó, Rio Curuaçá, B6, área 1, 7-II-1988, J. Dias Coll. (1); Breves, Marajó, Rio Curuaçá, margem SE, 22-II-1988, isca 1, solo (2); Breves, Marajó, Rio Curuaçá, margem W, 22-II-1988, Isca 1, solo (1); Breves, Marajó, Rio Curuaçá, linha 1, 22-II-1988, Isca: abacaxi (1); Breves, Marajó, Rio Curuaçá, área 2, 22-II-1988, Isca 1, coleta solo (1); Breves, Marajó, Rio Curuaçá, área 2, linha 2, 22-II-1988, Isca: abacaxi (1); Bujaru, 4-VI-1981, C.N. Arcanjo Coll. (1) (4); Bujaru, 3-VI-1982, W. França Coll. (2); Bujaru, 4-VI-1982 (1); Castanhal, 3-IV-1977, C.A. Batista Coll. (1); Conceição do Araguaia, 17-21-XI-1979, R.B. Neto Coll. (6); same but, W. França Coll. (2), P. Maurício Coll. (1); Melgaço, Caxiuanã, 20-V-1991, Janduarir Coll. (1); Moju, Fazenda Latoniz, 25-V-1994, J. Dias Coll. (1); Ourilândia do Norte, Gorotire, Xingu, 14-XI-1977, D.A. Pasy Coll. (1); Parauapebas, Serra Norte, 3 alfa, 18-X-1986 (1); Parauapebas, Serra Norte, Manganês, 18-IX-1985, F.F. Ramos Coll. (1); Parauapebas, Serra Norte, Manganês, 13-IX-1986, armadilha Shanon, J. Dias Coll. (1); Peixe-Boi, 22-IV-1978, H. Estevam Coll. (3); Peixe-Boi, 24-IV-1978, W. França Coll. (1); Redenção, Ribeirão do Fogo, 20-XI, N.H. Rosa Coll. (1); São João de Pirabas, 26-VII-1947, M.F. Torres Coll. (1); same but, 25-VII-1978 (7), 26-VII-1978 (8), 27-VII-1978 (2); São João de Pirabas, Japerica, 22-XII-1992,



J. Dias Coll. (1); São Miguel do Guamá, 24-III-1964, A. Souza Coll. (2); São Miguel do Guamá, 24-IV-1964, W. França Coll. (1); Tucuruí, 20-VI-1980, palmeira inajá, B. Mascarenhas Coll. (6); same but 17-VI-1981 (7); Tucuruí, Ilha, 8-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (1); same but, 21-VII-1984 (1), 24-VII-1984 (4), 27-VII-1984 (5), 28-VII-1984 (1), 27-VIII-1984 (2); Tucuruí, Ilha, 27-VII-1984, W.L. Overal Coll. (4); Tucuruí, Margem esquerda, 13-III-1979, R.B. Neto Coll. (2); Tucuruí, Rio Tocantins, 3-III-1984, R.B. Neto Coll. (2); Tucuruí, Rio Tocantins, 70 km ao Sul de Tucuruí, 9-IV-1984, M.F. Torres Coll. (5); Tucuruí, Rio Tocantins, Canoal, 28-III-1984, M.F. Torres Coll. (1), same but, 31-III-1984 (5); Tucuruí, Rio Tocantins, Chiqueirão, 6-IV-1984, M.F. Torres Coll. (2); same but, 7-IV-1984 (4), 8-IV-1984 (1), 9-IV-1984 (1), 11-IV-1984 (2); Tucuruí, Rio Tocantins, Chiqueirinho, 7-IV-1984, M.F. Torres Coll. (1), same but, 9-IV-1984 (1), 10-IV-1984 (4); Tucuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 20-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (2); same but, 21-VII-1984 (3), 26-VII-1984 (2), 28-VIII-1984 (1), 3-VIII-1984 (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 7-V-1981, W. França Coll. (1); same but 29-IV-1984 (13), 2-V-1984 (1), 7-V-1984 (5), 8-V-1984 (1), 10-V-1984 (1), 13-V-1984 (2), 17-V-1984 (2); Tucuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 1-V-1984, C.N. Arcanjo Coll. (1); same but, 2-V-1984 (2), 4-V-1984 (4), 5-V-1984 (2), 6-V-1984 (5), 8-V-1984 (1), 16-V-1984 (1), 17-V-1984 (4); Tucuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 30-V-1984, W.L. Overal Coll. (3); Tucuruí, Rio Tocantins, Jacundá, Margem direita, 6-V-1984, C.N. Arcanjo Coll. (5); Tucuruí, Rio Tocantins, Margem direita; 10-III-1984, W.L. Overal Coll. (4); Tucuruí, Rio Tocantins, Saúde, 11-13-VI-1984, F. F. Ramos Coll. (1); [without municipality], 27-VI-1994 (1); [without municipality], [without date] (1); Tracuateua, Bragança, 4-XI-1990 (1); Tracuateua, Bragança, Santa Maria, 1-X-1988, I.S. Gorayeb Coll. (1). Pará/Amapá: Boca do Carecurú, Rio Jari, 9-VIII-1961, W. Egler Coll. (1). Rondônia: [Candeias do Jamari], Rio Janari [Jamari], 5-11-XII-1988, N. Degalier Coll. (5); Ji-Paraná, 23-XI-1984, F.F. Ramos Coll. (1); Ouro Preto do Oeste, Linha 212, 8-IV-1985, J. Dias Coll. (6); Ouro Preto do Oeste, Linha

62, km 16, 9-XI-1984, R.B. Neto Coll. (1); Ouro Preto do Oeste, Margem direita Rio Santa Helena, 21-III-1985, M.F. Torres Coll. (1). [Without label] (10)*.

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Acre (Alto Purus); Amapá (Itaubal do Piririm, Macapá, Mazagão, Oiapoque); Amazonas (Manaus, Maraã, Presidente Figueiredo, Santa Isabel do Rio Negro); Maranhão (Buriticupu, Imperatriz, Lago Verde); Pará (Acará, Ananindeua, Belém, Benevides, Breves, Bujaru, Castanhal, Conceição do Araguaia, Melgaço, Moju, Ourilândia do Norte, Parauapebas, Peixe-Boi, Redenção, São João de Pirabas, São Miguel do Guamá, Tucuruí, Tracuateua); Rondônia (Candeias do Jamari, Ji-Paraná, Ouro Preto do Oeste).

Litosomina

Sitophilus Schoenherr, 1838

Sitophilus zeamais Motschulsky, 1855

Material examined: 11 specimens. Brazil: Amapá: [Oiapoque], Serra Lombard [Serra Lombarda], Limão, 15-VIII-1961, J. & B. Bechyné Colls (1); same but 25-VIII-1961 (1); Goiás: Corumbá de Goiás, 5-II-1962, J. & B. Bechyné Colls (1); Mato Grosso: Chapada dos Guimarães, 30-I-1961, J. & B. Bechyné Colls (1); same but, 5-II-1961 (1), 6-II-1961 (1); Cuiabá, 22-III-1961, J. & B. Bechyné Colls (1); Pará: Belém, 8-I-1961, J. & B. Bechyné Colls (1), 28-VI-1962, J. & B. Bechyné Colls (1); Benevides, 20-XI-1961, J. & B. Bechyné Colls (1); Santa Izabel [do Pará], 23-VI-1962, J. & B. Bechyné Colls (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Amapá (Oiapoque); Goiás (Corumbá de Goiás); Mato Grosso (Chapada dos Guimarães, Cuiabá); Pará (Belém, Benevides, Santa Izabel do Pará).

Toxorhinus Lacordaire, 1866

Toxorhinus banonii (Guérin, 1844)

Material examined: 1 specimen. Brazil: Pará: Tucuruí, Rio Tocantins, Saúde, armadilha suspensa 2 m, 1-3-VI-1984 (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Tucuruí).



Sphenophorina

Belopoeus Schoenherr, 1838

Belopoeus carmelita Gyllenhal, 1838

Material examined: 10 specimens. Brazil: Pará: Melgaço, Caxiuanã, ECFPn, 18-VIII-1998, em inflorescência de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart., R.M. Valente Coll. (5); same but, 18-VIII-1998 (5).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Melgaço).

Belopoeus caudatus Vanin, 1995

Material examined: 2 specimens. Brazil: Pará: Melgaço, Caxiuanã, ECFPn, em inflorescência de *Attalea maripa*, 19-VIII-1998, R.M. Valente Coll. (2).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Melgaço).

Cactophagus Le Conte, 1876

Cactophagus limulus (Vaurie, 1967)

Material examined: 2 specimens. Brazil: Pará: Belém, Utinga, 14-I-1954, W. França Coll. (1); Bujaru, Rodovia PA-140, km 26, 28-XII-1983, L.B. Albuquerque Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Belém, Bujaru).

Cactophagus strigosus (Erichson, 1847)

Material examined: 1 specimen. Brazil: Pará: Benevides, PA-408, km 06, 14-V-1981, E.L. Oliveira Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Benevides).

Cosmopolites Chevrolat, 1885

Cosmopolites sordidus (Germar, 1824)

Material examined: 4 specimens. Brazil: Amapá: Mazagão, Camaipi km 14, 3-I-1980, E.L. Oliveira Coll. (1). Pará: Belém, 7-12-1960, Bechyné Coll. (1); Belém, 22-I-1963, F.C. Pinto Coll. (1); Belém, IAN, 26-X-1960, Inácio Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Amapá (Mazagão); Pará (Belém).

Cyrtomasius Vanin, 1998

Cyrtomasius marluciae Vanin, 1998 (Figure 1)

Vanin, S. A. (1998). Revista Brasileira de Entomologia 42(3-4): 111-120.

Material type examined: 11 paratypes. MPEG COL 15009587, male: "Brasil Pará/ *C. grandiflora*/ Mocambo B11/ 03-IV-1987 [label 1], 0023 [label 2], *Cyrtomasius/ marluciae*/ Paratype ♂/ Vanin det. [label 3]". MPEG COL 15009588, male: "Brasil Pará/ Mocambo B38/1-II-1988 [label 1], Brasil Pará/ R. Santos [label 2], 0028 [label 3], *C. grandiflora* [label 4], *Cyrtomasius/ marluciae*/ Paratype ♂/ Vanin det. [label 5]". MPEG COL 15009589, male: "Brasil Pará/ Mocambo B38/28-I-1988 [label 1], Brasil Pará/ R. Santos [label 2], 0029 [label 3], *C. grandiflora* [label 4], *Cyrtomasius/ marluciae*/ Paratype ♂/ Vanin det. [label 5]". MPEG COL 15009590, female: "Brasil Pará/ Mocambo/ B32/ 17-XI-1987 [label 1], Brasil Pará/ M. Martins [label 2], 0021 [label 3], *C. grandiflora* [label 4], *Cyrtomasius/ marluciae*/ Paratype ♀/ Vanin det. [label 5]". MPEG COL 15009591, female: "Brasil Pará/ Mocambo/ B33/ 30-XI-1987 [label 1], Brasil Pará/ M. Martins [label 2], 0019 [label 3], *C. grandiflora* [label 4], *Cyrtomasius/ marluciae*/ Paratype ♀/ Vanin det. [label 5]". MPEG COL 15009810, male: "Brasil Pará Belém/ Mocambo/ B34/ 07-XII-1987 [label 1], Brasil Pará/ M. Martins [label 2], *C. grandiflora* [label 3], *Cyrtomasius/ marluciae*/ Paratype ♂/ Vanin det. [label 4], MPEG [label 5, light blue]". MPEG COL 15009811, male: "Brasil Pará/ Mocambo/ B32/ 17-XI-1987 [label 1], Brasil Pará/ M. Martins [label 2], *C. grandiflora* [label 3], *Cyrtomasius/ marluciae*/ Paratype ♂/ Vanin det. [label 4], MPEG [label 5, light blue]". MPEG COL 15009812, male; MPEG COL 15009813, male; MPEG COL 15009814, female, MPEG COL 15009815, female: "Brasil Pará/ Marajó-Breves/ Rio Caruacá/ 22-II-1988 [label 1], Américo/*Clusia* - sp. [label 2], *Cyrtomasius/ marluciae*/ Paratype ♂/ Vanin det. [label 3], MPEG [label 4, light blue]".

Remarks: specimens pinned. Labels of identification rectangular, red, hand printed ink black. In the publication by Vanin (1998) is not mentioned that the paratype MPEG COL 15009588 is deposited at MPEG. In the Entomological



Collection of the MPEG, all specimens received label with the follow: "Coleoptera: Polyphaga/ Curculionoidea: Curculionidae/ Rhynchophorinae/ *Cyrtomasius marluciae*/ Reincorporação: 4/XI/1998".

Additional material examined: 5 specimens. Brazil: Pará: Belém, Utinga, 15-II-1965, H. Shubart Coll. (1); Belém, Utinga, 27-XII-1977, A.Y. Harada Coll. (1); Santa Bárbara, [?]-II-1965, A. Souza Coll. (3).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Belém, Breves, Santa Bárbara).

Foveolus Vaurie, 1968

Foveolus anomalus Vaurie, 1968

Material examined: 9 specimens. Brazil: Pará: Tucuruí, 20-VI-1980, Palmeira Inajá, B. Mascarenhas Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Canoal, 13-III-1984, palmeira inajá, W.L. Overal Coll. (2); Tucuruí, Rio Tocantins, Canoal, 16-III-1984, em palmeira, W.L. Overal Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, margem esquerda, Canoal, 16-III-1984, W.L. Overal Coll. (3); Tucuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 16-III-1984, W. França Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Rio Arapari, 2-III-1984, W.L. Overal Coll. (1)

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Tucuruí).

Foveolus maculatus O'Brien, 2003 (Figure 2)

O'Brien, C. (2003). Transactions of the American Entomological Society 129(2): 329.

Material type examined: 3 paratypes, sex not determined. MPEG COL 15009601: "BRASIL-PARÁ/ EMBRAPA – A. oriental/ Col.: R.N. MEDEIROS/ 3/IX/1996 [label 1], *Foveolus maculatus*/ n. sp. O'Brien, 2003 [label 2], TRONCO DE AÇÁI [label 3] 15003 [label 4] PARATYPE [label 5]". MPEG COL 15009602: same data. MPEG COL 15009603: "BRASIL-PARÁ/ EMBRAPA – CPATU/ A.A. SILVA / Data: 7/10/1997 [label 1], Açai [label 2], 1503 [label 3], *Foveolus maculatus*/ n. sp. O'Brien, 2003 [label 4], PARATYPE [label 5]".

Remarks: specimens pinned. Labels of paratype rectangular, red, printed. Labels of identification white,

hand printed. In the publication by O'Brien (2003) is not mentioned that exactly these two paratypes are deposited at MPEG.

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Pará (Belém).

Metamasius Horn, 1873

Metamasius anceps (Gyllenhal, 1838)

Material examined: 1 specimen. Brazil: Acre: Porto Acre, Humaitá, Mata de Terra Firme, 15-VI to 2-VII-1992, I.S. Gorayeb & J.A. Pena Colls (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Acre (Porto Acre).

Metamasius cinnamominus (Perty, 1832)

Material examined: 68 specimens. Brazil: Amazonas: [Santa Isabel do] Rio Negro, B. Cauaburi, 28-I-1963, J. & B. Bechyné Colls (1). Pará: Acará, Ilha do Combu, 15-VIII-1989, R.B. Neto Coll. (1), 16-VIII-1989 (7), 17-VIII-1989 (9); Acará, Ilha do Combu, 1-X-1989, Armadilha de Luz, R.B. Neto Coll. (3); Belém, 4-V-1991 (1); Belém, Campus MPEG, 23-II-1987, M. Zanuto Coll. (1); Belém, Fazenda Velha, 18-VIII-1970, T. Pimentel Coll. (1); Belém, IAN, 26-X-1960, Inácio Coll. (1); Belém, Mosqueiro, 22-VII-1989, R.M. Valente Coll. (1); Belém, Mosqueiro, 24-25-V-1997, M.L.J. Macambira Coll. (1); Bujaru, 21-I-1979, R.B. Neto Coll. (1), 20-IV-1979, (5), 21-IV-1979 (9); Conceição do Araguaia, 17-21-XI-1979, W. França Coll. (2); same but, R.B. Neto Coll. (2); [without municipality], São José do Capim, 12-V-1977, F.S. Chagas (1)*; Tucuruí, 5-VI-1978, R.B. Neto Coll. (1); Tucuruí, 5-VII-1978 (1); same but, R.B. Neto Coll. (8), P. Tadeu Coll. (4); Tucuruí, 5-VIII-1978, R.B. Neto Coll. (3); Tucuruí, 7-V-1979 (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 28-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (3).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Amazonas (Santa Isabel do Rio Negro); Pará (Acará, Belém, Bujaru, Conceição do Araguaia, Tucuruí).

Metamasius crustosus Vaurie, 1966

Material examined: 8 specimens. Brazil: Maranhão: Lago Verde, 2-II-1983, W. França Col (1). Pará: [without

municipality, without date] (1)*; Belém, 1-VIII-1979, E. Melo Coll. (1); Belém, km 07, E.F.B., 21-X-1960, Inácio Coll. (1); Belém, Mosqueiro, 10-III-1990, C.N. Oliveira Coll. (1); Bujaru, 21-IV-1979, R.B. Neto Coll. (2); Conceição do Araguaia, 17-21-XI-1979, W.L. Overall Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Maranhão (Lago Verde); Pará (Belém, Bujaru, Conceição do Araguaia).

Metamasius hemipterus (Linnaeus, 1758)

Material examined: 390 specimens. Brazil: Acre: Porto Acre, Humaitá, Mata de Terra Firme, 15-VI to 2-VII-1992, I.S. Gorayeb & J.A. Pena Colls (1); Rio Branco, 25-X to 8-XI-1991, F.F. Ramos & A. Henriques Colls. (1). Amapá: [Ferreira Gomes], Floresta IBDF [Floresta Nacional do Amapá], Rede, 19-II-1981, I.S. Gorayeb Coll. (1)*; Mazagão, Camaipi, km 14, 3-I-1980, E.D. Coll. (1); [Oiapoque], [Vila Velha do] Cassiporé, [?]-[?]-1939 (1). Amazonas: Itacoatiara, 30 km W, Rio Urubú, floresta primária, *sweeping, day*, 13-I-1981, Robert Davidson Coll. (1); Itacoatiara, 30 km W, Rio Urubú, floresta primária, *sweeping, day*, 15-I-1981, Robert Davidson Coll. (1); [Santa Isabel do] Rio Negro, B. Cauaburi, 28-I-1963, J. & B. Bechyné Colls (5). Goiás: Itaguari, [?]-IV-1936 (1). Mato Grosso: Chapada dos Guimarães, 20-I-1961, J. & B. Bechyné Colls (1). Pará: [without municipality] R. Ariranha, Trombetas, 8-10-193 [8-X-1903?], Ducke Coll. (1); Acará, Ilha do Combu, 11-VIII-1989, R.B. Neto Coll. (1); same but, 12-VIII-1989 (8), 15-VII-1989 (15), 16-VIII-1989 (12); Acará, Ilha do Combu, 15-VIII-1989, Armadilha de luz, R.B. Neto Coll. (1); same but, 1-X-1989 (1); Barcarena, 22-I-1984, W. dos Santos Coll. (1); Barcarena, Ilha das Onças, 7-II-1977, W.L. Overall Coll. (1); Belém, 5-VII-1989, R.M. Valente Coll. (1); Belém, Campus MPEG, 2-V-1981, M. Zanuto Coll. (1); Belém, Campus MPEG, 12-VI-1989, J.A. Pena & Deone Sá Colls (1); Belém, Campus MPEG, 20-VI-1989, A. Henriques & Deone Sá Colls (1); Belém, Campus MPEG, 12-VI-1993, Luzanira Costa & Marcio Souza Colls (1); Belém, Fazenda Velha, 18-VIII-1970, T. Pimentel Coll. (1); Belém, Fazenda Velha, 14-V-1977, A.Y. Harada Coll. (2); Belém, Mocambo, 6-V-1977, C. Fonseca Coll. (4); same

but, W.L. Overall Coll. (1), A.Y. Harada Coll. (1), P. Tadeu Coll. (1); Belém, Mocambo, 26-VI-1977, W.L. Overall Coll. (2); Belém, Mocambo, 10-IX-1977, A.Y. Harada Coll. (1); Belém, Mocambo, 11-IV-1978, M.F. Torres Coll. (1); Belém, Mocambo, 13-IV-1978, Pe. Romeu Coll. (2); same but, 13-VI-1978 (1); Belém, Mocambo, 2-V-1981, Luis Gouvea Coll. (1); Belém, Mosqueiro, 25-III-1991, F.A. Ferreira Coll. (1); Belém, Mosqueiro, 27-VII-1991, coletado em palmeira, R.M. Valente Coll. (8); same but, 28-VII-1991, R.M. Valente Coll. (5); Belém, Mosqueiro, Margem esquerda da Rodovia 2,5 km, Rio Mirim-mirim, 9-IV-1985, M. Zanuto Coll. (1); Belém, UFPA, 13-VIII-1991, R.M. Valente Coll. (1); Belém, Utinga, [?]-VIII-1947 (1); Belém, Utinga, 7-V-1977, R. Ferreira Coll. (1); Belém, Utinga, 8-V-1977, W.L. Overall Coll. (5); same but, H. Stevam Coll. (1), A.Y. Harada (1); Benevides, PA-408, km 06, 7-V-1982, W. França Coll. (1); Benevides, Fazenda Morelândia, 5-III-1987, J. Dias Coll. (5); Breves, Marajó, Rio Tapixaua, 18-11-V-1987, N. Degalier Coll. (1); Bujaru, 1-VII-1977, P. Waldir & L. Broack Colls (1); Bujaru, 3-VI-1982, W. França Coll. (4); Bujaru, 16-IV-1982, R.B. Neto Coll. (1); Conceição do Araguaia, 17-21-XI-1979, R.B. Neto Coll. (4); same but, W. França Coll. (2); Limoeiro do Ajuru, 17-XII-1978, W.L. Overall Coll. (1); Melgaço, Caxiuanã, ECFPn, 24-VIII-1994, Bernadete Coll. (1), 17-VII-1995, R.M. Valente Coll. (1); Moju, Fazenda Latoniz, 25-V-1994, J. Dias Coll. (1); Ourilândia do Norte, Gorotire, Xingu, 14-XII-1977, D.A. Posey Col (1); Parauapebas, Serra Norte, Igarapé Pojuca, 3-XI-1983, I.S. Gorayeb Coll. (1), Parauapebas, Serra Norte, Serraria, 7-10-IX-1983 (1); Primavera, 18-II-1982, Palmeira Inajá, M. Zanuto Coll. (1); Óbidos, [?]-[?]-1906, P. Le Cointe Coll. (1); Tucuruí, 6-VII-1978, W.L. Overall Coll. (1); Tucuruí, 17-VI-1981, Palmeira Inajá, B. Mascarenhas Coll. (2); Tucuruí, Rio Tocantins, 3-III-1984, R.B. Neto Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, 1-VIII-1984, armadilha luz, B. Mascarenhas Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Canoal, 31-I-1984, T. Pimentel Coll. (4); same but, B. Mascarenhas Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Canoal, 16-III-1984, W.L. Overall Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Canoal, 1-V-1984, W. França Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, Chiqueirão, 28-VII-1984, M.F. Torres Coll.



(1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Chiqueirinho, 7-IV-1984, M.F. Torres Coll. (4); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha, 24-III-1984, B. Mascarenhas (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha, 25-VII-1984, B. Mascarenhas (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha, 27-VII-1984, B. Mascarenhas (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 19-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 20-VII-1984, W. França Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 24-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 25-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 27-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 28-VII-1984, B. Mascarenhas (3); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 7-IV-1984, W. França Coll. (2); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 28-IV-1984 (4); same but, W. França Coll. (47); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 1-V-1984, W. França Coll. (24); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 4-V-1984 (3); same but, W. França Coll. (2); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 5-V-1984 (1); same but, W. França Coll. (14), C.N. Arcanjo Coll. (7); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 6-V-1984, W. L. Overall Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 7-V-1984 (9); same but W. França Coll. (9); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 8-V-1984, W. França Coll. (8); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 13-V-1984, W. França Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 15-V-1984, W. França Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 16-V-1984, C.N. Arcanjo Coll. (5); same but, W. França Coll. (6); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 17-V-1984, W. França Coll. (18); same but, C.N. Arcanjo Coll. (2); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 28-V-1984, W. França Coll. (4); Tucuuruí, Rio Tocantins, Jacundá, 30-V-1984, W. França Coll. (3); same but W.L. Overall Coll. (4); Tucuuruí, Rio Tocantins, Margem direita, 29-IV-1984 (3); same but, W.L. Overall Coll. (23), W. França Coll. (8); Tucuuruí, Rio Tocantins, Margem direita, 4-V-1984, W. França (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Margem direita, Jacundá, 1-V-1984, C.N. Arcanjo Coll. (8); Tucuuruí, Rio Tocantins, Margem direita, 2 km ao Sul de Jacundá, 7-V-1984, C.N. Arcanjo Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Rio Amapari, 27-IV-1984, T. Pimentel Coll. (2); Tucuuruí, Rio Tocantins, Rio Arapari, 27-III-1984,

F.F. Ramos Coll. (2); Tucuuruí, Rio Tocantins, Saúde, 9-11-VI-1984, armadilha suspensa (1); Paraíba: João Pessoa, Reserva do Buraquinho IBDF, Armadilha Malayse, 25-29-I-1989, Y. Ada Coll. (1). Rondônia: Ouro Preto do Oeste, Reserva do INPA, 25-III-1985, W. França Coll. (1); Ouro Preto do Oeste, Margem direita, Rio Paraíso, 17-III-1985, M.F. Torres Coll. (2); Ouro Preto do Oeste, Margem direita, Sítio Deus é Amor, 26-III-1985, M.F. Torres Coll. (1); Ouro Preto do Oeste, Margem esquerda, Rio Sant Helena, 20-III-1985, M.F. Torres Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Acre (Porto Acre, Rio Branco); Amapá (Ferreira Gomes, Mazagão, Oiapoque); Amazonas (Itacoatiara, Santa Isabel do Rio Negro); Goiás (Itaguari); Mato Grosso (Chapada dos Guimarães); Pará (Acará, Barcarena, Belém, Benevides, Breves, Bujaru, Conceição do Araguaia, Limoeiro do Ajuru, Melgaço, Moju, Ourilândia do Norte, Parauapebas, Primavera, Óbidos, Tucuuruí); Paraíba (João Pessoa); Rondônia (Ouro Preto do Oeste).

Metamasius tectus Vaurie, 1966

Material examined: 10 specimens. Brazil: Acre: Porto Acre, Humaitá, Mata de Terra Firme, 15-VI to 2-VII-1992, I.S. Gorayeb & J.A. Pena Colls (1). Amazonas: São Gabriel da Cachoeira, Maturacá, Rio Negro, 9-I-1963, J. & B. Bechyné Colls (1). Pará: Acará, Ilha do Combu, 16-VIII-1989, R.B. Neto Coll. (4), same but, 28-VIII-1989 (1); Belém, Utinga, 28-V-1977, A.Y. Harada Coll. (1); Tucuuruí, Rio Tocantins, Ilha Tocantins, 28-VII-1984, B. Mascarenhas Coll. (1). Rondônia: Ouro Preto do Oeste, Estrada Rio Santa Helena, 23-III-1985, M.F. Torres (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Acre (Porto Acre); Amazonas (São Gabriel da Cachoeira); Pará (Acará, Belém, Tucuuruí); Rondônia (Ouro Preto do Oeste).

Metamasius tuberculipectus Hustache, 1936

Material examined: 7 specimens. Brazil: Amazonas: Santo Antônio do Itá, 4-IX-1906, Ducke Coll. (1); São Gabriel da Cachoeira, Maturacá, Rio Negro, 6-I-1963, J. & B. Bechyné



Colls (1); same but, 9-I-1963 (1), 12-I-1963 (1), 16-I-1963 (1). Pará: Almerim, Monte Dourado, 2-VI-1979, I.S. Gorayeb Coll. (1); Belém, Mocambo, 26-VI-1977, W.L. Overal Coll. (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Amazonas (Santo Antônio do Itá, São Gabriel da Cachoeira); Pará (Almerim, Belém).

Metamasius spp.

Material examined: 7 specimens. Brazil: Amazonas: São Gabriel da Cachoeira, Maturacá, Rio Negro, 6-I-1963, J. & B. Bechyné Colls (1); same but, 12-I-1963 (1). Pará: Acará, Ilha do Combu, 26-X-1989, R.B. Neto Coll. (1); Belém, Mocambo, 5-IV-1990, J. M. da Rocha Coll. (1); Benevides, 22-IV-1978, L. Texurie Coll. (1); Tucuruí, Rio Tocantins, 23-XII a 7-XII-1986, N. Degallier Col., Arm.[armadilha de] intercepção (2).

Paramasius Kuschel, 1958

Paramasius cristulatus Vanin, 1998 (Figure 3)

Material type examined: holotype, MPEG COL 15009592, male: "Brasil Pará/Mocambo/ C55/ 20-XII-1990 [label 1], Brasil Pará/ F.F. Ramos [label 2], 0010 [label 3] *Paramasius cristulatus*/ Holotype ♂/ Vanin det. [label 4]". 4 paratypes. MPEG COL 15009593, male: Brasil Pará/ Mocambo/ D06002/ 02-III-1991 [label 1], Brasil Pará/ F.F. Ramos [label 2], 0004 [label 3] *Paramasius cristulatus*/ Paratype ♂/ Vanin det. [label 4]". MPEG COL 15009594, female: "Brasil Pará Belém/ Mocambo/ E35015/ 26-V-1992 [label 1], Brasil Pará/ M. Martins [label 2], 0037 [label 3] *Paramasius cristulatus*/ Paratype ♀/ Vanin det. [label 4]". MPEG COL 15009595, female: "Brasil Pará/ Marajó - Breves/ Rio Caruacá/ 22-II-1988 [label 1], Américo/ Clusia - sp. [label 2], 0011 [label 3] *Paramasius cristulatus*/ Paratype ♀/ Vanin det. [label 4]". MPEG COL 15009596, male: "Brasil AM/ Manaus PDBFF/ R 1202 n8/ M. Martins 1986 [label 1], 0012 [label 2], *Paramasius cristulatus*/ Paratype ♀/ Vanin det. [label 3]".

Remarks: specimens pinned. Labels of identification rectangular, red, hand printed ink black. In the Entomological

Collection of the MPEG, all specimens received label with the follow: "Coleoptera: Polyphaga/ Curculionioidea: Curculionidae/ Rhynchophorinae/ *Cyrtomasius marluciae*/ Reincorporação: 4/XI/1998".

Additional material examined: 7 specimens. Brazil: Amapá: [Oiapoque], Serra Lombard [Serra Lombarda], Limão, 21-VIII-1961, J. & B. Bechyné Coll. (1), same but, 24-VIII-1961 (1).

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Amazonas (Manaus); Amapá (Oiapoque); Pará (Belém, Breves).

Paramasius distortus (Gemminger & Harold, 1871)

Material examined: 18 exemplares. Brazil: Amapá: Mazagão, Fazendinha, 9-XI-1978, W. França Coll. (1). Mato Grosso: Chapada dos Guimarães, Fazenda Buriti, 6-III-1982, M. Zanuto & W.L. Overal Colls (1). Pará: Acará, Ilha do Combu, 12-VIII-1989, R.B. Neto Coll. (3); Altamira, 8-22-IV-1988, N. Degallier Coll. (1); Barcarena, Ilha das Onças, 6-III-1977, W.L. Overal Coll. (1); Belém, Fazenda Velha, 14-V-1977, M.F. Torres Coll. (1); Belém, Mocambo, 21-III-1978, M.F. Torres Coll. (1); Belém, Mocambo, *C. grandiflora*, 9-IX-1987 (1); Benevides, Fazenda Morelândia, 5-III-1987, J. Dias Coll. (1); same but, 6-III-1987 (3); Santa Bárbara, [?]-V-1964, W. França Coll. (2); São Miguel do Guamá, 24-III-1964, Apol. Souza Coll. (1); Belém-Brasília, km 90, F. Jaboti, 23-VII-1972, M. Helena Coll. (1)*.

Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Amapá (Mazagão); Mato Grosso (Chapada dos Guimarães); Pará (Acará, Altamira, Barcarena, Belém, Benevides, Santa Bárbara, São Miguel do Guamá).

Rhodoaenus Le Conte, 1876

Rhodoaenus rufirostris (Hustache, 1936)

Material examined: 8 specimens. Brazil: Mato Grosso: Chapada dos Guimarães, 6-II-1961, J. & B. Bechyné Colls (2). Pará: Parauapebas, Pojuca (2); Parauapebas, Caldeirão (1); Rondônia: Ouro Preto do Oeste, Margem esquerda Rio Sta. Helena, 20-III-1985, M.F. Torres Coll. (2); Ouro Preto do Oeste, Sítio Nova Lima, 22-III-1985, M.F. Torres Coll. (1).



Occurrence (MPEG Collection): Brazil: Mato Grosso (Chapada dos Guimarães); Pará (Parauapebas); Rondônia (Ouro Preto do Oeste).

Sphenophorus Schoenherr, 1838

Sphenophorus sp. 1

Material examined: 1 specimen. Brazil: Pará: Acará, 8-XII-1977, R.B. Neto Coll. (1).

Sphenophorus sp. 2

Material examined: 1 specimen. Brazil: Rondônia: Ji-Paraná, [Fazenda Sinueira] n84508, 27-VIII-1985, W.L. Overal Coll. (1).

CONCLUSION

The material examined in the Entomological Collection at *Museu Paraense Emílio Goeldi* represents a temporal and spatial record of Amazonian Dryophthorinae, including specimens collected in the early 1900s' and from regions already affected by human intervention. Additionally, this Collection includes the type specimens of three species of Dryophthorinae and the first recorded of the genus *Rhodobaenus* Le Conte, 1876 from Brazilian Amazon. Currently, 50% of the richness of the Dryophthorinae recorded from Brazilian Amazon is present in the Collection. This study highlights the importance of identifying and inventorying the material deposited in biological collections.

ACKNOWLEDGMENTS

We are thanks to Dr. Orlando Tobias Silveira, curator of the Entomological Collection of the *Museu Paraense Emílio Goeldi*, for granted complete access to the Collection; Augusto Quaresma and José Orlando Dias, for assistance in the Collection; MSc. Ronildon Miranda dos Santos for help with the map; MSc. Gustavo Costa Tavares for help with the illustrations; Dr. Bruno Augusto Souza de Medeiros for reviewing an earlier version of the manuscript and review English text. Our appreciation goes to the *Museu Paraense Emílio Goeldi* for providing facilities and access to the Entomological Collection.

REFERENCES

- ALONSO-ZARAZAGA, M. A. & C. H. C. LYAL, 1999. **A world catalogue of families and genera of Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) (excepting Scolytidae and Platypodidae)**: 5–315. Entomopraxis, Barcelona.
- ALONSO-ZARAZAGA, M. A. & C. H. C. LYAL, 2002a. Addenda and corrigenda to 'A world catalogue of families and genera of Curculionoidea (Insecta: Coleoptera)'. **Zootaxa** 63: 1–37. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.63.1.1>
- ALONSO-ZARAZAGA, M. A. & C. H. C. LYAL, 2002b. **WTaxa**: electronic catalogue of weevil names (Curculionoidea) (version 18, Dec 2017). Available at: <http://wtaxa.csic.es/index.aspx>. Accessed on: 2020, April 20.
- ANDERSON, R. S., 2002a. Curculionidae. In: R. H. ARNETT JR., M. C. THOMAS, P. E. SKELLEY & J. H. FRANK (Ed.): **American beetles**: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea: Vol. 2: 722–815. CRC Press, Boca Raton.
- ANDERSON, R. S., 2002b. The Dryophthoridae of Costa Rica and Panama: checklist with new synonymy and descriptions of new species of *Cactophagus*, *Mesocordylus*, *Metamasius* and *Rhodobaenus* (Coleoptera; Curculionoidea). **Zootaxa** 80: 1–94. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.80.1.1>
- ANDERSON, R. S., 2003. Neotropical Dryophthoridae: Redescription of the Genus *Melchus* Lacordaire with Description of *Daisy* Anderson, New Genus, and Seven New Species (Coleoptera: Curculionoidea) **The Coleopterists Bulletin** 57(4): 413–431. DOI: <https://doi.org/10.1649/579>
- ANDERSON, R. S., 2008a. A review of the Neotropical genus *Eucalandra* Faust, 1899 (Coleoptera; Curculionidae: Dryophthorinae). **Zootaxa** 1791(1): 57–67. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1791.1.3>
- ANDERSON, R. S., 2008b. A review of the Neotropical genus *Alloscolytroproctus* Hustache, 1929 (Coleoptera; Curculionidae: Dryophthorinae). **Zootaxa** 1816(1): 35–43. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1816.1.2>
- ANDERSON, R. S. & A. E. MARVALDI, 2014. Dryophthorinae Schoenherr, 1825. In: R. A. B. LESCHEN & R. G. BEUTEL (Ed.): **Handbook of zoology, Arthropoda**: Insecta: Coleoptera: morphology and systematics (Phytophaga): Vol. 3: 477–483. Walter de Gruyter, Berlin.
- BOUCHARD, P., Y. BOUSQUET, A. E. DAVIES, M. A. ALONSO-ZARAZAGA, J. F. LAWRENCE, C. H. C. LYAL, A. F. NEWTON, C. A. M. REID, M. SCHMITT, S. A. ŚLIPIŃSKI & A. B. T. SMITH, 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). **Zookeys** 88: 1–972. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.88.807>
- CHAMORRO, M. L., 2019. An illustrated synoptic key and comparative morphology of the larvae of Dryophthorinae (Coleoptera, Curculionidae) genera with emphasis on the mouthparts. **Diversity** 11: 4. DOI: <https://doi.org/10.3390/d11010004>



- COSTA, C., S. IDE, G. H. ROSADO-NETO, M. H. M. GALILEO, C. R. V. FONSECA, R. M. VALENTE & M. A. MONNÉ, 2000. Diagnóstico del conocimiento de las principales colecciones brasileras de Coleoptera. In: F. MARTÍN-PIERA, J. J. MORRONE & A. MELIC (Ed.): **Hacia un proyecto Cyted para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica**. PrIBES-2000, Vol. 1: 115–136. Sociedad Entomológica Aragonesa SEA, Zaragoza.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON ZOOLOGICAL NOMENCLATURE (ICZN), 1999. **International Code of Zoological Nomenclature**. 4. ed. London, ICZN. Available at: www.nhm.ac.uk/hosted-sites/iczn/code. Accessed on: 2019, December 5.
- JORDAL, B. H., S. M. SMITH & A. I. COGNATO, 2014. Classification of weevils as a data-driven science: leaving opinion behind. **ZooKeys** 439: 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.439.8391>
- KUSCHEL, G., 1961. On problems of synonymy in the *Sitophilus oryzae* complex (30th contribution, Col. Curculionoidea). **Annals and Magazine of Natural History** 13(4): 241–244.
- KUSCHEL, G., 1995. A phylogenetic classification of Curculionoidea to families and subfamilies. **Memoirs of the Entomological Society of Washington** 14: 5–33.
- MARVALDI, A. E., 1997. Higher level phylogeny of Curculionidae (Coleoptera: Curculionoidea) based mainly on larval characters, with special reference to broad-nosed weevils. **Cladistics** 13: 285–312. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.1997.tb00321.x>
- MARVALDI, A. E. & J. J. MORRONE, 2000. Phylogenetic systematics of weevils (Coleoptera: Curculionoidea): a reappraisal based on larval and adult morphology. **Insect Systematics and Evolution** 31: 43–58. DOI: <https://doi.org/10.1163/187631200X00309>
- MARVALDI, A. E., A. S. SEQUEIRA, C. W. O'BRIEN & B. D. FARRELL, 2002. Molecular and morphological phylogenetics of weevils (Coleoptera, Curculionoidea): do niche shifts accompany diversification? **Systematic Biology** 51: 761–785. DOI: <https://doi.org/10.1080/10635150290102465>
- MCKENNA, D. D., A. S. SEQUEIRA, A. E. MARVALDI & B. D. FARRELL, 2009. Temporal lags and overlap in the diversification of weevils and flowering plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 106: 7083–7088. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0810618106>
- MCKENNA, D. D., D. J. CLARKE, R. S. ANDERSON, J. J. ASTRIN, S. BROWN, M. L. CHAMORRO, S. R. DAVIS, B. DE MEDEIROS, M. G. DEL RIO, J. HARAN, G. KUSCHEL, N. M. FRANZ, B. JORDAL, A. LANTERI, R. A. B. LESCHEN, H. LETSCH, C. H. C. LYAL, A. E. MARVALDI, J. R. MERMUDES, R. G. OBERPRIELER, A. SCHÜTTE, A. SEQUEIRA, S. SHIN, M. H. VAN DAM & G. ZHANG, 2018. Morphological and molecular perspectives on the phylogeny, evolution, and classification of weevils (Coleoptera: Curculionoidea): proceedings from the 2016 International Weevil Meeting. **Diversity** 10: 64. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/d10030064>
- MORRONE, J. J. & P. I. CUEVAS, 2009. On the status of the tribes Orthognathini and Rhinostomini (Coleoptera: Curculionidae: Dryophthorinae). **Zootaxa** 2216: 57–63. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.2216.1.5>
- MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG), [n. d.]. Available at: <https://www.museu-goeldi.br/>. Accessed on: 2019, December 5.
- OBERPRIELER, R. G., A. E. MARVALDI & R. S. ANDERSON, 2007. Weevils, weevils, weevils, everywhere. **Zootaxa** 1668: 491–520. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.24>
- OBERPRIELER, R. G., R. CALDARA, J. SKUHROVEC, A. E. MARVALDI, A. LANTERI, M. G. DEL RIO, M. MEREGALLI, C. H. C. LYAL, H. A. HESPENHEIDE, N. M. FRANZ & B. H. JORDAL, 2014. Curculionidae Latreille, 1802. In: R. A. B. LESCHEN & R. G. BEUTEL (Ed.): **Handbook of zoology, Arthropoda: Insecta: Coleoptera: morphology and systematics (Phytophaga)**: vol. 3: 423–648. Walter de Gruyter, Berlin.
- O'BRIEN, C. W., 2003. *Foveolus maculatus*, a new species of palm weevil on *Euterpe* Mart. (Palmae) (Coleoptera, Dryophthoridae, Rhynchophorinae). **Transactions of the American Entomological Society** 129(2): 329–332.
- ROSKOV, Y., G. OWER, T. ORRELL, D. NICOLSON, N. BAILLY, P. M. KIRK, T. BOURGOIN, R. E. DEWALT, W. DECOCK, E. VAN NIEUKERKEN & L. PENEV, 2020. **Species 2000 & IT IS - Catalogue of Life, 2020-02-24**. Available at: www.catalogueoflife.org/col. Accessed on: 2020, April 20.
- SHIN, S., D. J. CLARKE, A. R. LEMMON, E. M. LEMMON, A. L. AITKEN, S. HADDAD, B. D. FARRELL, A. E. MARVALDI, R. G. OBERPRIELER & D. D. MCKENNA, 2018. Phylogenomic data yield new and robust insights into the phylogeny and evolution of weevils. **Molecular Biology and Evolution** 35: 823–836. DOI: <https://doi.org/10.1093/molbev/msy057>
- SILVA, A. G. A., C. R. GONÇALVES, D. M. GALVÃO, A. J. L. GONÇALVES, J. GOMES, M. N. SILVA & L. SIMONI, 1968. **Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil**. Seus parasitos e predadores: Parte 2, Tomo 1º, insetos, hospedeiros e inimigos naturais: 1–622. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro.
- VALENTE, R. M., F. K. L. DIAMANTINO & C. B. NUNES, 2005. The cholini (Curculionidae: Coleoptera) in the Museu Goeldi Collection. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais** 1: 237–241.
- VANIN, S. A., 1995. Three new species of palm weevils from the Amazonian region (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 39: 871–881.
- VANIN, S. A., 1998. A new genus and two new species of Sphenophorini from the Amazonian region, with notes on *Paramasius distortus* Gemminger & Harold (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 42: 111–120.

- VANIN, S. A., D. C. BENÁ, H. L. RAINHO & M. L. CHAMORRO, 2020. **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Available at: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2>. Accessed on: 2020, April 20.
- VAURIE, P., 1966. A revision of the Neotropical genus *Metamasius* (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). Species group I and II. **Bulletin of the American Museum of Natural History** 131: 211–337.
- VAURIE, P., 1967a. A revision of the Neotropical genus *Metamasius* (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). Species group III. **Bulletin of the American Museum of Natural History** 136: 175–268.
- VAURIE, P., 1967b. The *Nawradii* species group of *Rhodobaenus* (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). Species group III. **American Museum Novitates** 2310: 1–36.
- VAURIE, P., 1968a. New weevils of the genus *Metamasius* from Central and South America (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). Species group III. **American Museum Novitates** 2316: 1–9.
- VAURIE, P., 1968b. A new genus of weevils from South America (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). **American Museum Novitates** 2338: 1–14.
- VAURIE, P., 1968c. Review of South American genus *Belopoes* Schoenherr (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). **The Coleopterists Bulletin** 22: 39–44.
- VAURIE, P., 1970a. Weevils of the tribe Sipalini (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). Part 1, The genera *Rhinostomus* and *Yuccaborus*. **American Museum Novitates** 2419: 1–57.
- VAURIE, P., 1970b. Weevils of the tribe Sipalini (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). Part 2, The genera *Mesocordylus* and *Orthognatus*. **American Museum Novitates** 2441: 1–78.
- VAURIE, P., 1971. Review of *Scyphophorus* (Curculionidae: Rhynchophorinae). **The Coleopterists Bulletin** 25(1): 1–8.
- VAURIE, P., 1977. The Sipalini of the French Guiana (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle** 412: 1227–1223.
- VAURIE, P., 1978. Revision of the genus *Sphenophorus* in South America. **American Museum Novitates** 2656: 1–30.
- VAURIE, P., 1980. A revision of *Rhodobaenus*. Part 1, Species in South America (Coleoptera, Curculionidae, Rhynchophorinae). **Bulletin of the American Museum of Natural History** 167: 1–44.
- WATTANAPONGSIRI, A., 1966. A revision of the genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera, Curculionidae). **Department of Agriculture Science Bulletin** 1: 1–328.
- WIBMER, G. J. & C. W. O'BRIEN, 1986. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae *sensu lato*) of South America (Coleoptera: Curculionoidea). **Memoirs of the American Entomological Institute** 39: 1–563.

Development time, body mass and length of immatures of *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) (Diptera: Calliphoridae) reared under natural conditions in a Central Amazon forest

Tempo de desenvolvimento, massa e comprimento corporal de imaturos de *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) (Diptera: Calliphoridae) criados sob condições naturais em uma floresta da Amazônia central

Tohnsom Sales¹  | Ruth Leila Ferreira-Keppler¹  | Renato Tavares Martins¹  | Luana Machado Barros¹ 

¹Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Coordenação de Biodiversidade. Manaus, Amazonas, Brasil

Abstract: Blow flies (Calliphoridae) are used in forensic entomology studies, because their life cycle help to determine the minimum post-mortem interval (PMI_{min}). *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) is a forensic indicator and is reported from human corpses in the Amazonian region. Our objectives were to describe the development time of *P. fulvinota* under natural conditions at Ducke Reserve (Amazonas), provide the accumulated degree-days (ADD) and accumulated degree-hour (ADH), body length and mass of larvae, and the sex ratio of adults. Pregnant females were sampled on a swine carcass. From hatched eggs, we reared stock colonies and observed the immature development under uncontrolled conditions of temperature (24.5 ± 1.3 °C), rainfall (188 ± 11.5 mm³) and humidity ($84 \pm 3.9\%$). Development time was 11 days. Adult sex ratio was 0.86. Larvae gained mass at constant rates through the instars but grew less in length from the second to the third instar. Accordingly, *P. fulvinota* grows more in mass than in length when in larval stage. The period from first stadium to adults lasted 159.5 degree-days and 3828 degree-hours. Our results may be helpful in providing a more accurate estimate of PMI_{min} on corpses encountered in forested areas of the Amazon region.

Keywords: Blow flies. Bionomy. Forensic entomology. Post-mortem interval.

Resumo: Moscas varejeiras (Calliphoridae) são usadas na entomologia forense, pois seu ciclo de vida ajuda a determinar o intervalo pós-morte mínimo (IPM_{min}). *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) é considerada indicadora forense e é relatada em cadáveres humanos na região amazônica. Nossos objetivos foram descrever o tempo de desenvolvimento dessa espécie em condições naturais na Reserva Ducke (Amazonas), informar sobre grau-dia acumulado (GDA) e grau-hora acumulado (GHA), comprimento e massa corporal das larvas e a razão sexual de adultos. Fêmeas grávidas foram criadas em carcaça suína. A partir de ovos eclodidos, criamos colônias de estoque e estudamos o desenvolvimento dos imaturos sob condições não controladas de temperatura ($24,5 \pm 1,3$ °C), precipitação ($188 \pm 11,5$ mm³) e umidade ($84 \pm 3,9\%$). O tempo de desenvolvimento foi de 11 dias. A razão sexual foi de 0,86. As larvas ganharam massa a taxas constantes através dos ínstar, mas cresceram menos do segundo para o terceiro ínstar. Conseqüentemente, *P. fulvinota* cresce mais em massa do que em comprimento durante o estágio larval. O período de primeiro estágio a adulto durou 159,5 graus-dia e 3.828 graus-hora. Nossos resultados podem ser úteis na estimativa mais precisa do IPM_{min} em cadáveres encontrados em áreas florestais da região amazônica.

Palavras-chave: Mosca varejeira. Bionomia. Entomologia forense. Intervalo pós-morte.

SALES, T., R. L. FERREIRA-KEPPLER, R. T. MARTINS & L. M. BARROS, 2021. Development time, body mass and length of immatures of *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) (Diptera: Calliphoridae) reared under natural conditions in a Central Amazon forest. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 51-58. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.319>.

Autora para correspondência: Luana Machado Barros. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Coordenação de Biodiversidade. Campus II. Av. Bem-Te-Vi, 8406, Bairro Petrópolis. Manaus, AM, Brasil. CEP 69067-001 (barrosluana222@gmail.com).

Recebido em 18/06/2020

Aprovado em 12/10/2020

Responsabilidade editorial: Valéria Juliete Silva



INTRODUCTION

Necrophagous insects are crucial in the decomposition process of cadavers (Feddern *et al.*, 2019). Among the insects that visit corpses, Diptera and Coleoptera may represent up to 60% of the fauna found throughout the decomposition process (Charabidze *et al.*, 2014; Mariani *et al.*, 2014). Blow flies (Diptera: Calliphoridae) are among the first organisms to arrive in newly deceased corpses (Archer, 2003), because they are highly attracted by the odors released even at long distances (Anderson, 2009). Thus, Calliphoridae is a good forensic indicator and is often used for the determination of the minimum post-mortem interval (PMI_{min}) (Vairo *et al.*, 2015; Faris *et al.*, 2016; Abd-Algalil *et al.*, 2017).

The PMI_{min} is usually based on the minimal age of insects associated with the corpses (Nuorteva, 1977), and can be estimated using fly larval body mass and length data (Greenberg & Kunich, 2002). However, the main method to obtain the PMI is using accumulated degree-day (ADD), which is based on an estimated linear relationship between development time and rearing temperature of insects (Amenendt *et al.*, 2007). This relationship can only be linear under controlled conditions of temperature (Higley & Peterson, 1994); under uncontrolled conditions, the temperature varies in a hyperbolic manner (Ikemoto & Takai, 2000).

Most studies on the life cycle of Calliphoridae have been conducted under controlled temperature (Lecheta *et al.*, 2015; Bambaradeniya *et al.*, 2019); however, small variations in temperature may result in alteration of the development time (Grassberger & Reiter, 2002). For example, species of Calliphoridae from different geographic regions may present divergent responses to temperature because they are intrinsically adapted to different conditions (Grassberger & Reiter, 2002).

The first study on the development time of the larval stages of *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) (Diptera: Calliphoridae) under uncontrolled temperature was performed by Greenberg & Szyska (1984) in the Peruvian Amazonia. The first application of forensic entomology in the Brazilian Amazonia was performed by Pujol-Luz *et al.* (2006).

In this study, larvae of *Paralucilia fulvinota* were used to estimate the minimum post-mortem interval (PMI_{min}) of the corpses. The difficulty highlighted by the application of forensic entomology in the Amazon is related to the lack of knowledge about the biology of necrophagous insects (Pujol-Luz *et al.*, 2006). Considering the importance of *P. fulvinota* as a forensic indicator, we conducted a study of this species as a way to provide the first information on ADD and accumulated degree-hour (ADH), body length and mass of immature stages, and the sex ratio of adults. Additionally, we provide a table with the development time in our study and those reported in previous papers. Our results may support PMI_{min} calculation in criminal cases that involves entomological evidence in a Central Amazon forest.

MATERIAL AND METHODS

This study was conducted at Ducke Reserve (02°55'56.7" S, 59°58'30.2" W), a federal protected area of 10,000 ha located on the km-26 of the AM-10 road in Manaus, Amazonas, Brazil. The region has an equatorial climate, with a mean annual temperature of ~26 °C (variation: 23.3-31.4 °C), a mean annual rainfall of ~2,286 mm³ and a mean relative humidity of ~80% (Costa *et al.*, 2013).

This experiment was performed between October and December 2014. The eggs were obtained from mature females of *Paralucilia fulvinota* collected from a carcass of *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) (ethical committee protocol: n° 007/2014-CEUA/UFAM). The females were placed inside rearing cages under uncontrolled temperature and humidity with a photoperiod of 12L:12D and were offered beef to stimulate the oviposition. The laid eggs were transferred to Petri plates containing 1 g of beef, with moistened filtering paper on the bottom.

Six replicate units were used, each containing 60 larvae and 60 g of beef for feeding. The larvae food was not replaced throughout the experiment. We used the individuals (sample unit) of one replicate to assess larval body mass and length throughout the development. The immatures were kept under environmental

temperature, which was recorded using a digital thermo-hygrometer (TH50, Incoterm).

To determine the development time, we made hourly observations from the oviposition period until the hatch of the eggs. Afterwards, observations were restricted to 12-hour intervals, and continued until the larvae ceased feeding (Queiroz, 1996). Then, we counted, weighted, and individualized each third-instar larvae in separate 15-mL Falcon vials. Observation continued until all adults had emerged. Each day, from each larval instar, we separated six of the total number of reared larvae from one replicate unit. Posteriorly, the larvae were killed with hot distilled water and preserved in 96% ethylic alcohol (Bugelli *et al.*, 2017). We identified the instars based on their spiracle openings (Queiroz *et al.*, 1997). The sex ratio of adults was calculated following Silveira-Neto *et al.* (1976). The mature females were identified using the key proposed by Amat (2009).

To evaluate the growth of *Paralucilia fulvinota*, we measured body mass and length. These measurements were taken under a Leica M165C stereomicroscope with calibrated lens (accuracy = 0.001 mm). Larval body length was measured as the distance from the cephalic segment to the distal margin of the final abdominal segment, considering any flexion of the larval body. The weighing of wet mass was performed for all three instars using a scale (ML, Mettler-Toledo, Columbus, EUA, accuracy = 0.01 mg). Larval growth was estimated according to the difference of weight and size between subsequent instars. We performed analysis of variance (ANOVA) in order to verify whether body mass differed among instars. This analysis is too used to test difference of length among instars. Statistically significant test was $p < 0.05$. All analysis was made in statistical software R (R Core Team, 2016).

To calculate accumulated degree-hour (ADH) and accumulated degree-day (ADD), we established a minimum temperature of 10 °C. We did so because there is no existing data on the thermal demands of *P. fulvinota*, and 10 °C is the bottom limit suggested for Neotropical species (Higley & Peterson, 1994). The temperature records were

obtained from the Ducke Reserve Meteorological Station. We used 24.5 °C as the mean temperature, with 27.6 °C and 21.1 °C as the maximum and minimum values, respectively. We followed Higley & Haskell (2003) to calculate ADD and ADH from the formulas below.

$$\text{ADD} = (\text{rearing temperature} - \text{minimum threshold}) \times \text{development time}$$

$$\text{ADH} = (\text{rearing temperature} - \text{minimum threshold}) \times \text{development time}$$

24

RESULTS

We observed a larval survival rate of 14.72%, meaning that only 53 out of the 360 initial larvae developed into adults. Overall development time (immature + imago) lasted around 11 days (264 h). On average, the first-larval instar (L1) lasted 12 hours, the second-larval instar (L2) lasted 36 h, and the final instar (L3) lasted 72 h. Overall, larval stages L1–L3 lasted on average 120 h, while the pupal stage lasted around 144 h (Table 1). The sexual ratio was 0.86, with 46 females and seven males.

During development, the body length at egg hatching stayed around 2.72 ± 0.17 mm. Sixty hours after hatching, the third instar larvae were an average of 11.45 ± 1 mm long, thus significantly larger than L1 (3.05 ± 0.4 mm) and L2 (6.35 ± 1.38) (ANOVA: $F_{2,33} = 119.66$; $p < 0.001$). Larvae grew more in length from the first to the second instar (4.48 mm) than from the second to the third instar (3.58 mm; Figure 1).

The larval mass increased approximately 420%. Larval mass at egg hatching was 0.09 mg, and after 60 h (L3), recorded weight was 31.67 ± 5.09 mg (Figure 2). Third instar larvae were significantly heavier than first (0.32 ± 0.38 mm) and second instar ones (6.59 ± 4.6) (ANOVA: $F_{2,33} = 134.36$; $p < 0.001$). Contrary to the trend observed in body length, larvae gained more mass from the second to the third instar (19.22 mg) than from the first to the second instar (11.89 mg).



The estimates of ADD and ADH for development time of *Paralucilia fulvinota* were 159.5 and 3828, respectively. In both indexes, the values for L1 were lower than other stages (Table 2).

DISCUSSION

We obtained a low emergence rate (14.72%). Pérez *et al.* (2016) also observed a low percentage of emergence in the first generation of *Calliphora vicina* Robineau-

Table 1. Comparison of our results with other studies regarding the development time of *Paralucilia* Brauer & Bergenstamm, 1891 species under natural conditions of temperature (temp; °C). We demonstrate that development time differs even among closely related species. Legends: ¹ = Greenberg & Szyska (1984); ² = Pujol-Luz *et al.* (2006); ³ = Barros-Souza *et al.* (2012); ⁴ = Sales *et al.* (2013); ⁵ = our study.

Species	Temp	Average development time (hours)				
		L1	L2	L3	Pupa	Total
<i>Paralucilia fulvinota</i> ¹	21.7-26.0	18	20.5	99	120	257.5
		26	12	183	120	341
<i>Paralucilia fulvinota</i> ²	26.0	30.3	16	118	122.3	286.6
<i>Paralucilia paraensis</i> ³	25.8	11.4	13	81.1	144.14	249.64
<i>Paralucilia paraensis</i> ⁴	26.0	13	18	46	96	173
<i>Paralucilia fulvinota</i> ⁵	24.5	12	36	72	144	264

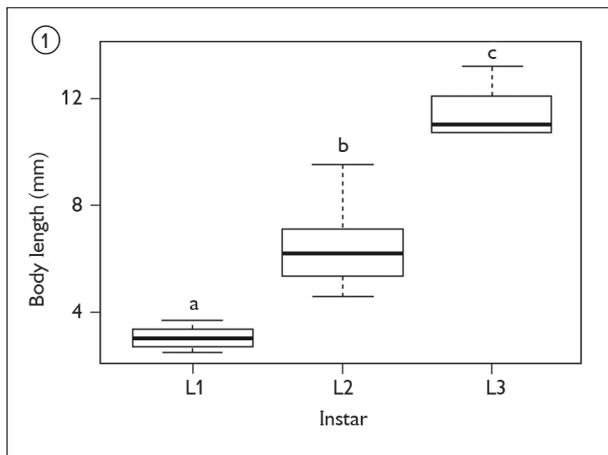


Figure 1. Body length (mm) of larvae of *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) reared under uncontrolled conditions of temperature with average value of 24.5 °C in Ducke Reserve, Manaus, AM. Legends: a (L1) = larvae of 1st instar; b (L2) = larvae of 2nd instar; and c (L3) = larvae of 3rd instar.

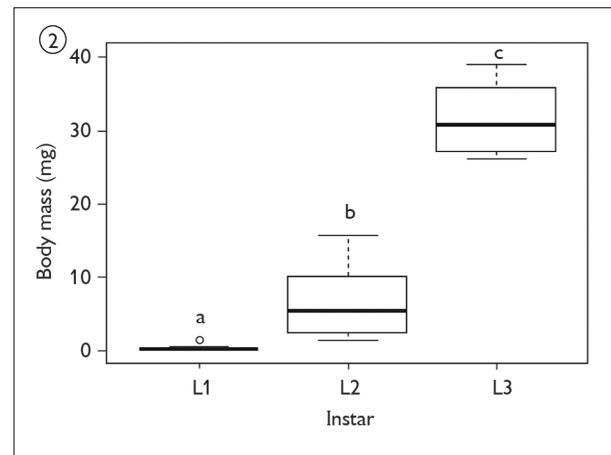


Figure 2. Body mass (mg) of larvae of *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) reared under uncontrolled conditions of temperature with average value of 24.5 °C in Ducke Reserve, Manaus, AM. Legends: a (L1) = larvae of 1st instar; b (L2) = larvae of 2nd instar; and c (L3) = larvae of 3rd instar.

Table 2. Accumulated degree-hour (ADH) and Accumulated degree-day (ADD) for the larval and pupal development of *Paralucilia fulvinota* (Bigot, 1877) in Ducke Reserve, Manaus, AM, Brazil. The values were calculated using 24.5 °C as temperature and 10 °C as bottom limit (Higley & Peterson, 1994).

Index	Stages				
	L1	L2	L3	Pupa	Total
ADH	174.00	522.00	1044.00	2088.00	3828.00
ADD	7.25	21.75	43.5	87	159.5



Desvoidy, 1830. One of the factors that may have influenced our results is diet. We opted to use beef to feed the larvae. This resource is used in the rearing of flies for forensic study (Souza & Kirst, 2010). Nevertheless, the low emergence rate of adults may indicate that the amount of food offered may not have been sufficient for the larvae to complete their energy reserve. During development, the larvae compete for the food resource (personal observation) and some may not assimilate the nutrients necessary to achieve pupation (Gobbi *et al.*, 2013). Furthermore, survive rate is higher for wild immatures than for those reared in the laboratory, which is likely due to wild larvae having access to additional nutrients (Dicke *et al.*, 1989). It is also possible that the laboratory larvae experience stress caused by the inability to migrate to bury themselves in a space that is relatively small compared to the natural environment. This situation was also observed during a study of the development of *Lucilia eximia* (Wiedemann, 1819) (Calliphoridae) in Colombia (Vélez & Wolff, 2008).

Paralucilia fulvinota was recorded in Peru and Brazil (see Table 2) under a temperature range of 21.7 °C to 26 °C. In Peru, the development from L1 to pupa was approximate (~12.5 days; 299.3 h) to our study (Greenberg & Szyska, 1984). In Brazil, Pujol-Luz *et al.* (2006) used a development time of ~287 h, 23 h longer than our study. This difference of ~1 day is relevant, mainly because both studies were performed in Amazonas state. This difference can be related to the diet used during the rearing of the larvae. Pujol-Luz *et al.* (2006) used pork in the rearing of *P. fulvinota*, while the present study used beef. For example, larvae of *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1830) (Calliphoridae) needed more time to develop when reared with swine liver compared to bovine liver (Salazar-Souza *et al.*, 2019).

In urban (Barros-Souza *et al.*, 2012) and forested (Sales *et al.*, 2013) areas of Manaus (Amazonas, Brazil), the development time of *P. paraensis* (Mello, 1969) differ from what we observed with *P. fulvinota* regarding overall development time and duration of instars. This

demonstrates that even morphologically similar species may display differences in life cycle.

We recorded a higher number of females compared to males. On the other hand, Barros-Souza *et al.* (2012) registered a 1:1 ratio in *P. paraensis*. Although we may expect a similar quantity of males and females (e.g. Boatright & Tomberlin, 2010; Li *et al.*, 2014), some females of Calliphoridae species (e.g. *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819)) can reproduce in a monogenetic manner (Serra *et al.*, 2007).

Through the values of body mass and length, we could observe that the juveniles gained more mass than length. Thus, length measurements may not be appropriate variables with which to determine instar and development time in blow flies. Furthermore, according to Day & Wallman (2006), the larvae develop a slight bend on the anterior edge of the ventral side, which may mislead measurements. To overcome this issue, it was suggested that studies should use the junction of the width of the fifth and sixth segments in relation to body length (Day & Walmann, 2006).

In an urban area of Manaus, Barros-Souza *et al.* (2012) registered 4841.06 degree-hours and 201.71 degree-days for *P. paraensis* in uncontrolled conditions of temperature. Such values were similar to those recorded by our study (ADH = 3828; ADD = 159.5) and the differences may be due to the variation between the study areas (urban *versus* primary forest), species-specific features, and the climatic conditions of the experiments. Furthermore, studies conducted under uncontrolled temperature conditions are fundamental for obtaining more accurate values of PMI (Barros-Souza *et al.*, 2012), as forensic entomology practices are applied in dynamic environments.

Studies with blow flies of forensic value are rather common in several regions (Nabity *et al.*, 2006; Badenhorst & Villet, 2018; Langer *et al.*, 2019). However, bionomic data on necrophagous species should not be extrapolated to differences localities, as this may mislead the PMI estimations (Barros *et al.*, 2019). Therefore, the precise development of data for forensic indicator species is essential for accuracy in PMI estimates (Nabity *et al.*, 2006).

CONCLUSION

This study presents bionomic data on *P. fulvinota* in Amazonas state under uncontrolled conditions, contributing information on development time. It is the first study with data on ADH, ADD, and growth rates for larval stages of this species. This information is important in order to minimize errors in the calculation of PMI_{min} for subsequent utilization in medico-legal procedures. Moreover, our data may provide useful bionomic information on *P. fulvinota* for solving crimes associated with forested areas of similar characteristics in which this species is an entomological vestige.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to Dr. Rubens Pinto de Mello for identification confirmation of *Paralucilia fulvinota* and Dr. Margareth Queiroz for suggestions in experimental design. TS received a master's scholarship from the *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq). RLFK received research fellowships (Process: 307039/2016-1) from the CNPq. LMB received a Fellowship Ph.D. from the CNPq. RTM received a fellowship from the *Programa de Apoio à Fixação de Doutores no Amazonas* (FIXAM/AM) (FAPEAM). The present work was supported in part by PRONEX/CNPq/FAPEAM-Aquatic insects and INCT ADAPTA II funded by CNPq – Brazilian National Research Council (465540/2014-7), FAPEAM – Amazonas State Research Foundation (062.1187/2017), and CAPES - Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel.

REFERENCES

ABD-ALGALIL, F. M. A., S. P. ZAMBARE, L. A. KHAN & K. H. MALI, 2017. Effect of seasonal temperature variations on the life cycle duration of forensically important calliphorid fly, *Chrysomya saffrana* (Bigot, 1877). *Journal of Forensic Research* 8: 1-6. DOI: <https://doi.org/10.4172/2157-7145.1000364>

AMAT, E., 2009. Contribución al conocimiento de las Chrysominae y Toxotarsinae (Diptera: Calliphoridae) de Colômbia. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 693-708.

AMENDT, J., C. P. CAMPOBASSO, E. GAUDRY, C. REITER, H. N. LEBLANC & M. J. HALL, 2007. Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. *International Journal of Legal Medicine* 121(2): 90-104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-006-0086-x>

ANDERSON, G. S., 2009. Factors that influence insect succession on carrion. In: J. L. BYRD & J. H. CASTNER (Ed.): **Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations**: 201-250. CRC Press, Boca Raton.

ARCHER, M. S., 2003. Annual variation in arrival and departure times of carrion insects at carcasses: implications for succession studies in forensic entomology. *Australian Journal Zoology* 51(6): 569-576. DOI: <https://doi.org/10.1071/ZO03053>

BADENHORST, R. & M. H. VILLET, 2018. The uses of *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) (Diptera: Calliphoridae) in forensic entomology. *Forensic sciences research* 3(1): 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1426136>

BAMBARADENIYA, Y. T. B., W. A. I. P. KARUNARATNE, J. K. TOMBERLIN, I. GOONERATHNE, R. B. KOTAKADENIYA & P. MAGNI, 2019. Effect of temperature and tissue type on the development of the forensic fly *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology* 56(6): 1571-1581. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjz097>

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>

BARROS-SOUZA, A. S., R. L. FERREIRA-KEPPLER & D. B. AGRA, 2012. Development period of forensic importance Calliphoridae (Diptera: Brachycera) in urban area under natural conditions in Manaus, Amazonas, Brasil. *EntomoBrasilis* 5(2): 99-105. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v5i2.201>

BOATRIGHT, A. S. & J. K. TOMBERLIN, 2010. Effects of temperature and tissue type on the development of *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). *Journal of Medical Entomology* 47(5): 917-923. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmedent/47.5.917>

BUGELLI, V., C. P. CAMPOBASSO, M. A. VERHOFF & J. AMENDT, 2017. Effects of different storage and measuring methods on larval length values for the blow flies (Diptera: Calliphoridae) *Lucilia sericata* and *Calliphora vicina*. *Science & Justice* 57(3): 159-164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scjus.2016.10.008>

CHARABIDZE, D., T. COLARD, B. VINCENT, T. PASQUERAULT & V. HEDOUIN, 2014. Involvement of larder beetles (Coleoptera: Dermestidae) on human cadavers: a review of 81 forensic cases. *International Journal of Legal Medicine* 128: 1021-1230. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-013-0945-1>



- COSTA, A. C. L., J. A. S. 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.
- DAY, D. M. & J. F. WALLMAN, 2006. Influence of substrate tissue type on larval growth in *Calliphora augur* and *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Forensic Science** 51(3): 657-663. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00127.x>
- DICKE, M., M. DEJONG, M. P. T. ALERS, F. C. T. STELDER, R. WUNDERINK & J. POST, 1989. Quality control of mass-reared arthropods: nutritional effects on performance of predatory mites. **Journal of Applied Entomology** 107: 462-475.
- FARIS, A. M., H. H. WANG, A. M. TARONE & W. E. GRANT, 2016. Forensic entomology: evaluating uncertainty associated with postmortem interval (PMI) estimates with ecological models. **Journal of Medical Entomology** 53(5): 1117-1130. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjw070>
- FEDDERN, N., E. A. MITCHELL, J. AMENDT, I. SZELE CZ & C. V. SEPPEY, 2019. Decomposition and insect colonization patterns of pig cadavers lying on forest soil and suspended above ground. **Forensic Science, Medicine and Pathology** 15: 342-351. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12024-019-00121-6>
- GOBBI, P., A. MARTÍNEZ-SÁNCHEZ & S. ROJO, 2013. The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). **European Journal of Entomology** 110(3): 461-468. Available at: <http://www.eje.cz/pdfs/110/3/461>. Accessed on: 10/01/2020
- GRASSBERGER, M. & C. REITER, 2002. Effect of temperature on development of the forensically important holarctic blow fly *Protophormia terranova* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). **Forensic Science International** 128(3): 177-182. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(02\)00199-8](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(02)00199-8)
- GREENBERG, B. & L. M. SZYSKA, 1984. Immature stages and biology of fifteen species of Peruvian Calliphoridae. **Annals of the Entomological Society of America** 77(5): 488-515. DOI: <https://doi.org/10.1093/aesa/77.5.488>
- GREENBERG, G. & J. C. KUNICH, 2002. **Entomology and the law, flies as forensic indicators**: 1-330. University Press, Cambridge.
- HIGLEY, L. G. & R. K. D. PETERSON, 1994. Initiating sampling programs. In: L. P. PEDIGO & G. D. BUNTIN (Ed.): **Handbook of sampling methods for arthropods in investigations**: 120-136. CRC Press LLC, Boca Ranton.
- HIGLEY, L. G. & N. H. HASKELL, 2003. Insect development and forensic entomology. In: J. H. BYRD & J. L. CASTNER (Ed.): **Forensic entomology: the utility of arthropods in legal investigations**: 287-302. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
- IKEMOTO, T. & K. TAKAI, 2000. A new linearized formula for the law of total effective temperature and the evaluation of line-fitting methods with both variables subject to error. **Environmental Entomology** 29(4): 671-682. DOI: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-29.4.671>
- LANGER, S. V., C. J. KYLE, M. ILLES, S. LARKIN & D. V. BERESFORD, 2019. Urban and rural spatial delineations in blow fly species (Diptera: Calliphoridae) across Canada: implications for forensic entomology. **Journal of Medical Entomology** 56(4): 927-935. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjz047>
- LECHETA, M. C., P. J. THYSSEN & M. O. MOURA, 2015. The effect of temperature on development of *Sarconesia chlorogaster*, a blowfly of forensic importance. **Forensic Science, Medicine, and Pathology** 11: 538-543. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12024-015-9727-z>
- LI, X., Y. YANG, G. LI, H. LI, Q. WANG & L. WAN, 2014. The effect of dietary fat levels on the size and development of *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). **Journal of Insect Science** 14(1): 174. DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieu036>
- MARIANI, R., R. GARCIA-MANCUSO, G. L. VARELA & A. M. INDA, 2014. Entomofauna of a buried body: study of the exhumation of a human cadaver in Buenos Aires, Argentina. **Forensic Science International** 237: 19-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.12.029>
- NABITY, P. D., G. L. HIGLEY & T. M. HENG-MOSS, 2006. Effects of temperature on development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) and use of developmental data in determining time intervals in forensic entomology. **Journal of Medical Entomology** 43(6): 1276-1286. DOI: <https://doi.org/10.1093/jmedent/43.6.1276>
- NUORTEVA, P., 1977. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In: C. G. TEDESCHI, W. G. ECKERT & L. G. TEDESCHI (Ed.): **Forensic medicine: a study in trauma and environmental hazards**: v. 2: 1072-1095. W. B. Saunders Co., Pennsylvania.
- PÉREZ, C., N. A. SEGURA, M. N. PATARROYO & F. BELLO, 2016. Evaluating the Biological Cycle and Reproductive and Population Parameters of *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) Reared on Three Different Diets. **Journal of Medical Entomology** 53(6): 1268-1275. DOI: <https://doi.org/10.1093/jme/tjw114>
- PUJOL-LUZ, J. R., H. MARQUES, A. URURAHY-RODRIGUES, J. A. RAFAEL, F. H. SANTANA, L. C. ARANTES & R. CONSTANTINO, 2006. A forensic entomology case from the Amazon rain forest of Brazil. **Journal of Forensic Science** 51(5): 1151-1153. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00217.x>
- QUEIROZ, M. M. C., 1996. Temperature requirements of *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819) (Diptera, Calliphoridae) under laboratory conditions. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 91(6): 785-788. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761996000600027>

- QUEIROZ, M. M. C., R. P. MELLO & M. M. LIMA, 1997. Morphological aspects of the larval instars of *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae) reared in the laboratory. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 92(2): 187-196. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02761997000200010>
- R CORE TEAM, 2016. **R**: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- SALAZAR-SOUZA, M., M. S. COURI & V. M. AGUIAR, 2019. Post-embryonic development of *Chrysomya putoria* (Diptera: Calliphoridae) in swine and bovine tissues in South America: implications for forensic entomology. **Austral Entomology** 58(2): 329-335. DOI: <https://doi.org/10.1111/aen.12311>
- SALES, T., R. L. FERREIRA-KEPPLER, A. OLIVEIRA-DA-SILVA & A. S. B. SOUZA, 2013. Description of immature stages and development time of *Paralucilia paraensis* (Mello) (Diptera: Calliphoridae) associated with the decomposition of a partially submerged swine carcass. **Neotropical Entomology** 42: 211-215. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0097-x>
- SERRA, H., W. A. C. GODOY, F. J. VON ZUBEN, C. J. VON ZUBEN & S. F. REIS, 2007. Sex ratio and dynamic behavior in populations of the exotic blowfly *Chrysomya albiceps* (Diptera, Calliphoridae). **Brazilian Journal of Biology** 67(2): 347-353. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000200022>
- SILVEIRA-NETO, S., O. NAKANO, D. BARBIN & N. M. VILLANOVA, 1976. **Manual de ecologia de insetos**: 1-419. Editora Agronômica Ceres, São Paulo.
- SOUZA, A. S. B. & F. D. KIRST, 2010. Aspectos da bionomia e metodologia de criação de Dipteros de interesse forense. In: L. GOMES (Ed.): **Entomologia forense**: novas tendências e tecnologias nas ciências criminais: 1. ed.: 169-182. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.
- VAIRO, K. P., R. C. CORRÊA, M. C. LECHETA, M. F. CANEPARO, K. M. MISE, D. PRETI, C. J. CARVALHO, L. M. ALMEIDA & M. O. MOURA, 2015. Forensic use of a subtropical blowfly: the first case indicating minimum postmortem interval (mPMI) in southern Brazil and first record of *Sarconesia chlorogaster* from a human corpse. **Journal of Forensic Science** 60(s1): S257-S260. DOI: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12596>
- VÉLEZ, C. & M. WOLFF, 2008. Rearing five species of Diptera (Calliphoridae) of forensic importance in Colombia in semicontrolled field conditions. **Papéis Avulsos de Zoologia** 48(6): 41-47. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0031-10492008000600001>

Caracterização da pesca e importância dos crustáceos a partir da percepção de pescadores artesanais do sul do Espírito Santo, Brasil

Characterization of fishing and importance of crustaceans in the perception of artisanal fishermen, southern Espírito Santo, Brazil

Adriane Araújo Braga^{I, III}  | Ana Carolina Machado de Oliveira^{II}  | Camilah Antunes Zappes^{II, III, IV} 

^IUniversidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Biologia. Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde.
Alegre, Espírito Santo, Brasil

^{II}Universidade Federal do Espírito Santo. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental. Vitória, Espírito Santo, Brasil

^{III}Grupo de Ecologia Humana e Conservação de Recursos Naturais e Culturais. Universidade Federal Fluminense.
Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil

^{IV}Universidade Federal Fluminense. Laboratório de Geografia Física. Departamento de Geografia de Campos.
Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil

Resumo: O conhecimento tradicional de pescadores acerca da biologia e da ecologia dos recursos naturais é importante para sua preservação e conservação. O presente estudo descreveu a importância dos crustáceos a partir da percepção de pescadores artesanais que atuam no litoral sul do estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Essas observações foram realizadas entre setembro de 2016 e fevereiro de 2017, totalizando 92 entrevistas. Os pescadores são do sexo masculino, com idades entre 18 e 71 anos e possuem baixa escolaridade. Para os entrevistados, os crustáceos apresentam importância ecológica, pois fazem parte da cadeia alimentar e do ecossistema, sendo utilizados para comercialização e consumo próprio. Relatam também o uso de siris e caranguejos na confecção de isca. Os pescadores consideram o período do defeso importante, porém incorreto para a região. Os resultados demonstram a importância dos estudos etnoecológicos para compreender a percepção de atores locais envolvidos na pesca artesanal e, com isso, facilitar o diálogo entre gestores e comunidades pesqueiras.

Palavras-chave: Conhecimento tradicional. Pesca camaroneira. Sudeste do Brasil.

Abstract: The traditional knowledge of fishermen about the biology and ecology of natural resources can play an important role in their preservation and conservation. The present study describes the importance of crustaceans based on the perception of artisanal fishers that work along the southern coast of the state of Espírito Santo state in south-eastern Brazil. The observations were made between September 2016 and February 2017, totalling 92 interviews. The fishermen are male, between 18 and 71 years old and with low education. For them, the decapod crustaceans are of ecological importance, as they form part of the food chain and the ecosystem, as well as being commercialized, used for proper consumption, and serving as bait. Fishermen consider the closed season, in which fishery is forbidden, important but incorrect for the region. The results demonstrate the importance of ethno-ecological studies to understand the perception of local players who work in artisanal fishing and thereby to facilitate the dialogue between managers and fishing communities.

Keywords: Traditional knowledge. Crab fishery. Southeastern Brazil.

BRAGA, A. A., A. C. M. OLIVEIRA & C. A. ZAPPES, 2021. Caracterização da pesca e importância dos crustáceos a partir da percepção de pescadores artesanais do sul do Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 59-71. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.208>.

Autora para correspondência: Adriane Araújo Braga. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde. Departamento de Biologia. Rua Alto Universitário, s/n – Guararema. Alegre, ES, Brasil. CEP 29500-000 (dricrab@yahoo.com.br).

Recebido em 09/11/2019

Aprovado em 29/06/2020

Responsabilidade editorial: Valéria Juliete Silva



INTRODUÇÃO

Os crustáceos apresentam grande diversidade de organismos dentro do filo Arthropoda, com aproximadamente 68.200 espécies descritas, distribuídas em seis classes e 47 ordens (Martin & Davis, 2001; Amaral & Jablonski, 2005). Entre essas ordens, destaca-se Decapoda, considerada a mais representativa desse táxon, com cerca de 15.000 espécies (De Grave *et al.*, 2009; Wolfe *et al.*, 2019) e com os representantes conhecidos popularmente como camarões, caranguejos, siris, lagostins e lagostas, as espécies comercializáveis. Estes animais são importantes integrantes da comunidade bentônica e desempenham relevante papel ecológico na estabilidade da cadeia trófica do ecossistema marinho, sendo fonte direta de alimento para outras espécies (Severino-Rodrigues *et al.*, 2002; Branco & Fracasso, 2004; Calumby *et al.*, 2016). Apresentam, ainda, importância relacionada às atividades econômicas, sociais e culturais de muitas comunidades humanas (Ahyong, 2001).

Entre os representantes de Decapoda, os camarões peneídeos constituem os recursos pesqueiros de importância econômica e social no litoral brasileiro, sendo capturados principalmente por meio do uso de embarcações equipadas com rede de arrasto (Di Benedetto, 2001; Branco, 2005; Freitas-Netto & Di Benedetto, 2007; Eutrópio *et al.*, 2013; Calumby *et al.*, 2016; Silva-Gonçalves & D'Incao, 2016). Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) mostram que a captura mundial de camarão se mantém estável desde 2012, com uma média de 3,5 milhões de toneladas (FAO, 2016). No Brasil, os dados mais recentes são de 2011 e indicam que a produção de crustáceos foi de cerca de 57.000 toneladas, sendo os camarões peneídeos correspondentes a aproximadamente 60% desse total (MPA, 2011).

No litoral sul do estado do Espírito Santo (ES), Sudeste do Brasil, a pesca artesanal de arrasto é direcionada à captura do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967)) e *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817)), do camarão-branco (*Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936)) e do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862)

(Freitas-Netto & Di Benedetto, 2007). Esta pescaria possui sua carcinofauna acompanhante constituída principalmente por indivíduos das famílias Portunidae, Aethridae e Leucosiidae, tendo, respectivamente, por exemplares *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 e *Callinectes danae* Smith, 1869; *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785); e *Persephona punctata* (Linnaeus, 1758) (Eutrópio *et al.*, 2013).

Interações desta carcinofauna acompanhante e de espécies de camarões, que são alvo da pesca, com o ambiente marinho, bem como seu papel ecológico e sua biologia são algumas das informações contidas nos saberes de comunidades tradicionais litorâneas (Vasques & Couto, 2011; Musiello-Fernandes *et al.*, 2017). Tais saberes são adquiridos por meio da prática diária da pesca, momento no qual os pescadores entram em contato direto com o ambiente, obtendo, assim, conhecimento sobre a biologia e a ecologia desses organismos. Além disso, os pescadores utilizam os recursos naturais da região onde vivem, assegurando informações cruciais para o manejo desses recursos pesqueiros locais (Diegues, 2000, 2004).

A pesca artesanal é importante para a economia brasileira, respondendo por 45% da produção de pescado (MPA, 2011). No sul do estado do Espírito Santo, a atividade sustenta financeiramente e culturalmente as comunidades litorâneas (Martins & Doxsey, 2006; Freitas-Netto & Di Benedetto, 2007), sendo importante para o abastecimento dos mercados de pescados, local e regional, proporcionando emprego e renda para uma parcela da população litorânea (Cabral, 1997 *apud* Branco *et al.*, 2006).

A pesca artesanal, mesmo quando caracterizada como uma atividade cultural para as comunidades pesqueiras, deve respeitar a legislação, a fim de evitar a depleção dos recursos naturais. No Espírito Santo, a pesca de arrasto com tração motorizada voltada a camarões peneídeos era proibida apenas entre 1º de abril e 31 de maio, e entre 15 de novembro e 15 de janeiro (IBAMA, 2008). Em setembro de 2018, mais uma medida de ordenamento pesqueiro para o estado foi definida, proibindo a pesca de arrasto também no período entre 1º de dezembro e 29 de fevereiro (MAPA, 2018).

Durante estes períodos, os pescadores artesanais de arrasto recebem um auxílio econômico, denominado de seguro-defeso, equivalente a um salário mínimo no país (Brasil, 2003). A função deste auxílio é garantir uma renda mínima de subsistência aos trabalhadores que têm sua atividade econômica suspensa.

A manutenção de recursos pesqueiros permite o desenvolvimento de atividades de comunidades tradicionais que habitam os ambientes costeiros (Özyurt & Ergin, 2009). Desta forma, é importante considerar o conhecimento e a cultura dos atores locais nas tomadas de decisão voltadas à gestão da pesca (Wilson *et al.*, 2006). Alguns estudos realizados na Oceania, na Europa, na África do Sul, na América do Norte e na América Central descreveram resultados positivos na gestão quando o conhecimento local foi incluído nas ações de gestão (Mauro & Hardison, 2000; Harris *et al.*, 2003; Communications Branch Fisheries and Oceans Canada, 2005; Oracion *et al.*, 2005; Wilson *et al.*, 2006; Jennings & Rice, 2011; Chuenpagdee *et al.*, 2013).

Neste contexto, torna-se importante realizar estudos sobre o conhecimento local de comunidades pesqueiras.

A etnocarcinologia envolve estudos sobre a percepção de pescadores acerca de crustáceos e, nos últimos anos, pesquisas voltadas à percepção de pescadores sobre espécies de interesse socioeconômico têm sido intensificadas (Souto, 2004; Vasques & Couto, 2011; Musiello-Fernandes *et al.*, 2017, 2018; Braga *et al.*, 2018; Côrtes *et al.*, 2018, 2019). Assim, este estudo descreveu a importância dos crustáceos a partir da percepção de pescadores artesanais de arrasto que atuam nas comunidades de Anchieta, Piúma e Marataízes, localizadas ao sul do estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo se concentrou em três colônias de pescadores, localizadas no litoral sul do estado do Espírito Santo (Figura 1): 1) “Colônia de Pescadores Z-4 Marcílio Dias”,

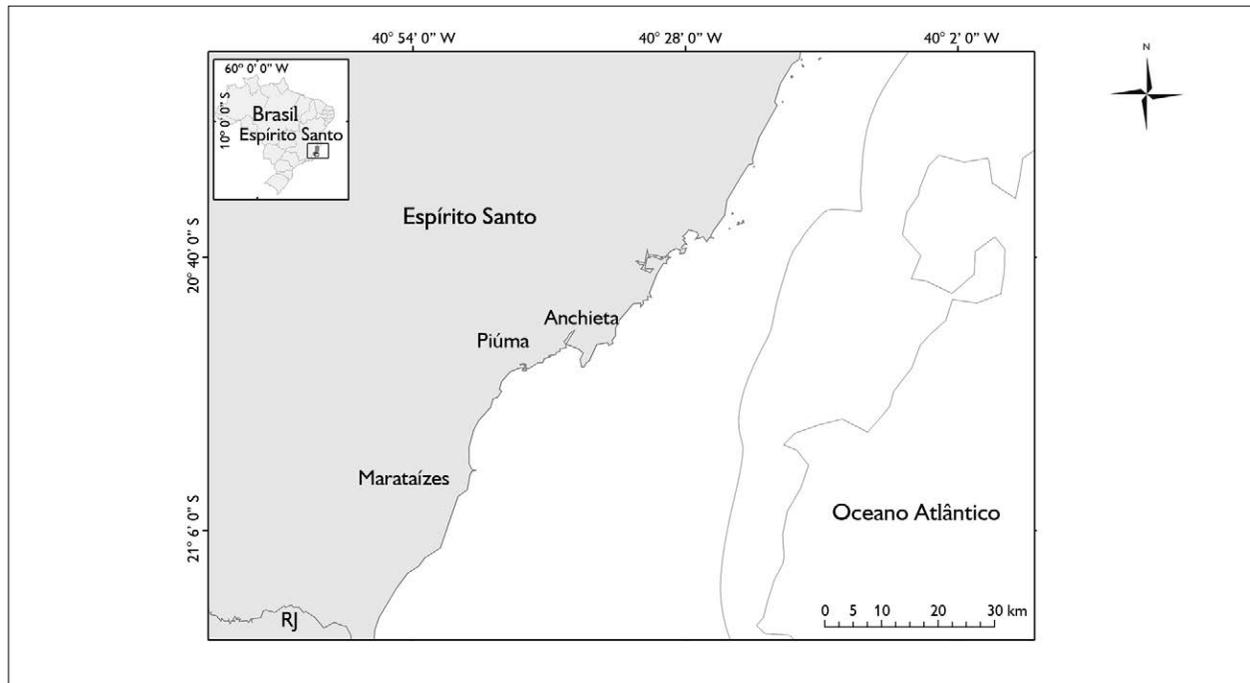


Figura 1. Localização das comunidades pesqueiras estudadas nos municípios de Anchieta, Piúma e Marataízes, sul do estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil. Mapa: Sérgio Carvalho Moreira (2017).

município de Anchieta (20° 48' S-40° 38' O); 2) “Colônia de Pescadores Z-9”, município de Piúma (20° 50' S-40° 43' O); e 3) “Colônia de Pescadores Z-8 Nossa Senhora dos Navegantes”, município de Marataízes (21° 02' S-40° 49' O). Estas comunidades possuem a pesca de arrasto como uma das principais atividades neste âmbito, seguida da pesca de linha e, em menor frequência, do uso da rede de espera (Soares & Hostim-Silva, 2011; Eutrópio *et al.*, 2013; Musiello-Fernandes *et al.*, 2017).

PROCEDIMENTOS

As informações foram obtidas entre os meses de setembro de 2016 e fevereiro de 2017, durante duas semanas em cada mês, totalizando 12 visitas a campo. No início da pesquisa, foi aplicado o método de observação participante, que consiste na verificação do cotidiano dos pescadores nas atividades relacionadas à pesca artesanal (Malinowski, 1978), como o desembarque pesqueiro, a triagem das espécies e a comercialização. Esse método busca promover interação direta entre o entrevistador e o grupo a ser analisado, para, assim, estabelecer proximidade e relação de confiança entre os mesmos (Clifford, 1998; Viertler, 2002; Miranda & Hanazaki, 2009). A partir do momento em que se observa um padrão na rotina de pesca sem inserção de novas informações, o pesquisador entende que alcançou o ponto de saturação da observação participante e, com isso, o método deve ser interrompido. Todas as informações obtidas por esse método foram registradas em um diário de campo (Clifford, 1998).

Estudos etnográficos indicam um tamanho amostral com uma média de 30 a 60 entrevistas como suficiente para pesquisas relacionadas à percepção cultural (Mason, 2010). Assim, a fim de se obter informações frente aos pescadores, foram realizadas 92 entrevistas etnográficas (Anchieta: n = 30; Piúma: n = 31; e Marataízes: n = 31), sendo entrevistados somente os pescadores que atuavam na pescaria de arrasto e eram cadastrados nas instituições de pesca supracitadas. Expressões e palavras locais foram utilizadas durante as entrevistas com o objetivo de gerar maior confiança entre as partes (Costa-Neto & Marques, 2000).

Um questionário semiestruturado (Schensul *et al.*, 1999), composto por perguntas abertas e fechadas (Quadro 1), foi aplicado em cada uma das localidades. Após esta aplicação, uma prancha contendo fotos de crustáceos decápodes (caranguejos: *Hepatus pudibundus*, *Persephona punctata*; siri: *Callinectes ornatus*; ermitão: *Petrochirus diogenes* (Linnaeus, 1758); camarão: *Litopenaeus schmitti*, *Xiphopenaeus kroyeri*, *Farfantepenaeus brasiliensis* e *Exhippolysmata oplophoroides* (Holthuis, 1948)) foi apresentada ao entrevistado, com objetivo de verificar a sua habilidade de identificação dos animais, a fim de permitir a etnoidentificação.

A seleção dos entrevistados ocorreu por meio de: 1) guia local, geralmente aquele que melhor conhece os atores locais, como o presidente da colônia de pesca (Sanchez, 2004); 2) método bola-de-neve, em que um entrevistado é indicado por pescadores que já foram entrevistados (Bailey, 1982); e 3) encontros oportunistas com pescadores durante o trabalho de campo (Zappes *et al.*, 2016). Todas as entrevistas foram realizadas por meio de diálogo entre entrevistador/entrevistado e de modo

Quadro 1. Temas abordados no questionário semiestruturado apresentado aos pescadores do sul do estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil.

<p>1. Perfil dos entrevistados</p> <p>Sexo Idade Escolaridade Tempo de atuação na pesca local</p> <p>2. Características da pesca de arrasto</p> <p>Descrição da rede Duração de cada arrasto Período do ano da prática desta pescaria Tipo de embarcação Horário da pescaria Espécie-alvo</p> <p>3. Percepção ambiental</p> <p>Percepção sobre a importância ecológica/ambiental de crustáceos Uso dos crustáceos pelos pescadores Informações gerais do período do defeso de crustáceos (função, período, efetividade, valor do seguro-defeso)</p>
--

individual, para evitar interferência nas respostas uns dos outros (Opdenakker, 2006).

Os entrevistados foram informados sobre os objetivos da pesquisa e esclarecidos da não utilização de informações em produtos comercializáveis (Librett & Perrone, 2010). Este estudo foi submetido à Plataforma Brasil (base brasileira unificada para registros de pesquisas envolvendo seres humanos) e ao Sistema de Gestão Nacional do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN). A anuência que permite a realização desta pesquisa frente aos pescadores foi assinada pelos presidentes das instituições de pesca envolvidas, pois são os representantes legais destes trabalhadores (Azevedo, 2005).

Os relatos foram agrupados em categorias, seguindo o questionário, para facilitar a interpretação das entrevistas (Bogdan & Biklen, 1994; Ryan & Bernard, 2000). Cada entrevistado foi considerado como um número amostral e, nas questões abertas em que era possível fornecer mais de uma resposta, cada relato também foi considerado um número amostral, sendo esta informação descrita nos resultados, a fim de evitar superestimativa ou subestimativa. Informações obtidas por meio de observação participante, diário de campo e entrevistas foram cruzadas pelo método de triangulação (Teis & Teis, 2006). A fim de comparar os dados fornecidos pelos pescadores sobre os crustáceos decápodes com a literatura, foi utilizada a técnica de informações repetidas em situação sincrônica, em que o mesmo questionário foi aplicado a todos os entrevistados (Goldenberg, 2000; Opdenakker, 2006). Os relatos foram quantificados e expressos sob a forma de frequências de porcentagens, permitindo a integração entre os dados qualitativos e quantitativos.

RESULTADOS

Os pescadores entrevistados são homens com idade entre 18 e 71 anos (média = 46; desvio padrão = 12,7) (somente três entrevistados estavam abaixo dos 25 anos de idade), de baixa escolaridade, sendo que a maioria não concluiu o Ensino Fundamental I (n = 61; 66,3%). O tempo de

atuação na atividade pesqueira de arrasto varia de um ano até acima de 41 anos de experiência.

Nas comunidades estudadas, a pesca é realizada por meio de embarcações de madeira que medem entre cinco e 10 m de comprimento, denominadas saveiros, em que podem fazer parte da tripulação até quatro pescadores, sendo um mestre da embarcação e três pescadores. Geralmente, o mestre é o proprietário do barco e os demais são considerados 'camaradas' que podem atuar como pescadores fixos ou com atuação esporádica naquela embarcação. Nesta pescaria, as embarcações de arrasto são equipadas com uma rede em formato de funil, conhecida também como balão, que possui oito metros de comprimento, sete a nove metros de abertura horizontal na boca da rede e malha que varia entre cinco e 25 mm. Este balão é comprado pronto, mas em caso de reparo são os próprios pescadores que o fazem. Entre os pescadores entrevistados, 15 mencionaram o uso de embarcações com até duas redes. Na divisão do lucro bruto da produção, metade é destinada ao proprietário da embarcação, a fim de cobrir as despesas, e a outra metade é dividida entre a tripulação.

Em Anchieta, a pescaria do arrasto é voltada, principalmente, para a captura de camarões sete-barbas, rosa e branco; e em Piúma e Marataízes, para o camarão sete-barbas. Geralmente, os pescadores saem do porto de madrugada e retornam em torno das 12:00 horas. O tempo de cada arrasto varia de acordo com a distância onde se localiza o pesqueiro de cada região, tendo duração entre uma a quatro horas, em Anchieta e Piúma, e uma a duas horas, em Marataízes. A atividade é realizada diariamente e durante todo o ano, exceto no período do defeso sugerido para o estado.

Estes são alguns relatos que expõem a percepção dos pescadores sobre o período do defeso: "No verão não pegamos camarão, porque no verão é proibido... É o defeso!" (pescador C. A., colônia de pescadores Z-4 Marçílio Dias, Anchieta, Espírito Santo, comunicação pessoal, 17 set. 2016); "No verão é proibido pegar camarão, pois é a época de acasalamento deles" (pescador P. Q., colônia

de pescadores Z-9, Piúma, Espírito Santo, comunicação pessoal, 3 fev. 2017); “Ah... No verão não dá pra pescar não... É proibido, é o defeso! Porque é a época da desova do camarão” (pescador A. S., colônia de pescadores Z-8 Nossa Senhora dos Navegantes, Marataízes, Espírito Santo, comunicação pessoal, 11 jan. 2017).

Do total de entrevistados (n = 92), 84 (91,3%) (Anchieta: n = 26; Piúma: n = 29; Marataízes: n = 29) afirmam que tanto os camarões peneídeos quanto a carcinofauna acompanhante apresentam alguma importância etnoecológica para o ambiente; seis (6,5%) não acreditam que os mesmos possuam alguma importância; e dois (2,2%) não souberam responder. Desses 84 pescadores, 29 (34,5%) apresentaram como justificativa o fato de estes organismos “fazerem parte da cadeia alimentar”, 26 (31%) atribuíram ao fato de “fazerem parte da diversidade do mar”, ressaltando que “todos os animais marinhos são importantes”, e um (1,2%) pescador mencionou que é “para se reproduzirem e sempre ter”.

Para exemplificar essas questões, destacam-se os seguintes trechos de entrevistas: “Tudo na natureza tem importância! Precisam se reproduzir pra gente ter sempre pra pescar. Eles fazem parte da natureza!” (pescador J. S., colônia de pescadores Z-4 Marclício Dias, Anchieta, Espírito Santo, comunicação pessoal, 27 out. 2016); “Estes animais são importantes para a diversidade do mar, e se ‘tão’ em falta é porque o ambiente não ‘tá’ legal!” (pescador W. S., colônia de pescadores Z-9, Piúma, Espírito Santo, comunicação pessoal, 2 fev. 2017); “Os peixes se ‘alimenta’ deles, né? Servem de alimento. Tudo que ‘tá’ no mar é importante!” (pescador L. C., colônia de pescadores Z-8 Nossa Senhora dos Navegantes, Marataízes, Espírito Santo, comunicação pessoal, 9 jan. 2017).

Em relação aos modos de uso dos crustáceos decápodes, 82 (89,1%) (Anchieta: n = 23; Piúma: n = 31; e Marataízes: n = 28) pescadores descreveram que esses animais podem ser utilizados para a comercialização e alimentação familiar, sendo os camarões peneídeos e os caranguejos utilizados para venda e consumo; siris e

caranguejos (*Callinectes ornatus*, *Hepatus pudibundus* e *Persephona punctata*) são amassados e triturados para serem usados como isca (chamada de ‘engodo’) na pesca de baiacu e peroá. Esta técnica é relatada como uma atividade recente nas três regiões. Entre os outros dez (10,9%) entrevistados, sete não souberam responder e três afirmaram que tais animais não apresentam nenhuma importância para eles, pois não são a espécie-alvo da pesca, já que o foco são os camarões obtidos na pescaria de arrasto.

Os relatos a seguir evidenciam os modos de uso dos crustáceos decápodes: “A gente usa eles pra sustento, né? A gente vende muito pra ter a nossa sobrevivência de pagar as contas da família!” (pescador D. S., colônia de pescadores Z-4 Marclício Dias, Anchieta, Espírito Santo, comunicação pessoal, 18 out. 2016); “Desse pescado [camarão], o que não vende vira comida pra família. A gente aproveita tudo, né?” (pescador J. M., colônia de pescadores Z-9, Piúma, Espírito Santo, comunicação pessoal, 3 jan. 2017); “Os ‘siri’ e os ‘caranguejo’ a gente usa pra engodo de peroá e baiacu. É uma isca muito boa esse engodo!” (pescador F. L., colônia de pescadores Z-8 Nossa Senhora dos Navegantes, Marataízes, Espírito Santo, comunicação pessoal, 11 jan. 2017).

A percepção sobre o período do defeso foi diversa entre os 92 entrevistados e os relatos envolveram: 1) importância da prática como medida de ordenamento pesqueiro, mas com período errado, 2) função e 3) efetividade desta atividade.

Desta forma, 44 (47,8%) pescadores afirmaram que, apesar de importante, o período de 1º de abril a 31 de maio não está correto para a região sul do Espírito Santo, pois “na época da proibição os camarões se encontram em tamanho maior”, ideal para comercialização, e, quando esse período termina, “os camarões estão pequenos ou somem”.

Já para o período do defeso definido entre 15 de novembro e 15 de janeiro, não houve registro de objeção por parte dos pescadores. Eles mencionaram, ainda, que não entendem o fato de o norte do “estado do Rio de Janeiro possuir defeso diferente da região sul do Espírito

Santo, se são locais próximos e que possuem águas em temperatura semelhante”; também sugerem a alteração do período para os meses de maio e julho, pois, para os pescadores, este é o período em que não há risco de capturar ‘filhotes’ de camarão, apenas ‘adultos’.

Para 41 (44,56%) pescadores, a função do defeso está relacionada à reprodução das espécies e consequentemente à manutenção da pesca. Ainda, quatro (4,34%) entrevistados afirmaram que a proibição seria eficaz, caso fosse realmente obedecida pelos pescadores de arrasto; dois (2,2) não acreditam haver importância; e um (1,1%) não soube responder. Ainda, para todos os entrevistados (n = 92), o valor recebido por eles no seguro-defeso é insuficiente, já que é menor do que o lucro habitual obtido com a pesca de arrasto.

DISCUSSÃO

O perfil dos pescadores entrevistados reflete a realidade da pesca artesanal em outras áreas do país, com prevalência do sexo masculino atuando na captura do pescado, sendo que estes trabalhadores possuem baixa escolaridade (Maruyama *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2016; Zappes *et al.*, 2016; Musiello-Fernandes *et al.*, 2017). Isso pode ser explicado pela inserção precoce desses pescadores na atividade, devido à cultura familiar, o que implica baixa frequência escolar e posterior abandono do sistema formal de ensino (Alves & Nishida, 2002). Além disso, um fato importante observado é a baixa presença de jovens no grupo estudado, o que pode indicar que a pesca camaroneira, apesar de ser uma atividade familiar tradicional nas regiões do litoral sul do Espírito Santo, vem atraindo cada vez menos os filhos dos pescadores. Isso ocorre provavelmente devido ao baixo rendimento da pesca, o que leva os jovens a procurarem outros mercados de trabalho (D’Incao *et al.*, 2002), podendo, consequentemente, levar à diminuição do número de trabalhadores do setor pesqueiro artesanal.

Outra justificativa é o fato de os pais incentivarem a continuidade da formação escolar dos filhos, permitindo

que eles busquem novas oportunidades de emprego fora da pesca artesanal (Zappes *et al.*, 2016). Desta forma, a característica da profissão de ser uma tradição familiar, transmitida entre gerações, aparentemente não está refletindo o cenário atual, pois os jovens estão cada vez mais se distanciando da pesca, devido às dificuldades relacionadas à atividade. Além disso, destaca-se que o incentivo à capacitação técnica tem se tornado mais acessível, com a interiorização dos institutos federais de educação.

A pesca de camarões no sul do Espírito Santo, geralmente, é realizada com embarcações de pequeno porte feitas de madeira, que possuem uma rede balão, tendo como espécies-alvo os camarões branco, rosa e sete-barbas (Freitas-Netto & Di Benedetto, 2007; Musiello-Fernandes *et al.*, 2017). Embora tenha sido relatado por alguns pescadores, ainda que em baixa frequência, o uso de dois balões (arrasto duplo) não é comum na região de estudo (Perez *et al.*, 2001; Basilio *et al.*, 2015).

Os pescadores descrevem a importância dos crustáceos como um elo da teia trófica, mas não explicam o papel efetivo desses organismos na dinâmica da comunidade marinha, principalmente na função de presas/predadores, e sua relação nos processos de ciclagem da matéria orgânica e no fluxo de energia em diversos níveis tróficos (Silva, 2014; Braga *et al.*, 2018). Ainda, mesmo considerando a importância econômica dos crustáceos para a pesca artesanal, os pescadores não reconhecem a importância destes organismos para a alimentação familiar, provavelmente por ser algo rotineiro, que não é considerado na percepção local como importante.

Quanto às formas de uso das espécies-alvo de crustáceos, percebe-se a dependência das comunidades litorâneas em relação a esse recurso pesqueiro, pois são utilizados para a venda e, secundariamente, como forma de subsistência (Silva, 2014). Com relação à carcinofauna acompanhante, algumas espécies de braquiúros são utilizadas como isca, sendo esta uma prática comum entre os pescadores artesanais (Clauzet *et al.*, 2005; Magalhães *et al.*, 2011). Isso demonstra um conhecimento acerca dos

processos ecológicos, particularmente com os níveis tróficos, pois os pescadores identificam a preferência alimentar de algumas espécies de peixes por esses crustáceos (Tonini *et al.*, 2007; U. Souza *et al.*, 2008; Macedo-Soares *et al.*, 2009; Silva, 2014), como confirmado em alguns estudos relacionados com o conteúdo estomacal de peixes marinhos (Brewer *et al.*, 1995; Clemente *et al.*, 2014; Zeineddine *et al.*, 2015).

A definição de períodos de defeso como uma medida de ordenamento pesqueiro de camarões ocorreu devido a estes se tornarem importantes recursos gastronômicos no Brasil, o que intensificou a demanda do mercado (Gasalla & Gandini, 2016). No entanto, a implementação dessas medidas se mostrou pouco eficaz, devido a questões como: deficiência na coleta de dados científicos e estatísticos para o setor, já que não existe monitoramento constante dos números da pesca no país; pouca participação dos envolvidos nas tomadas de decisão; fiscalização deficiente; e ausência de diálogo entre órgãos gestores e o setor produtivo (Franco *et al.*, 2009; Abreu *et al.*, 2017).

Entre as espécies de crustáceos, os camarões sete-barbas, branco e rosa são economicamente explorados na pesca artesanal do Espírito Santo, para o que foi necessária a definição de uma medida protetiva dos estoques, estabelecendo períodos de defeso específicos para o estado (IBAMA, 2008). O período de defeso estabelecido para o Espírito Santo é diferente do de outros estados da região Sudeste e de estados da região Nordeste, devido ao aumento da frota pesqueira ocorrido até o ano de 2006, o que resultou na Instrução Normativa n. 189, de setembro de 2008 (Costa, 2007; Leite Júnior, 2010).

Outras problemáticas do defeso são o atraso no pagamento do benefício e o seu valor inferior ao total das despesas que os pescadores possuem por mês, sendo este um problema que também ocorre em outros estados do país (K. Souza *et al.*, 2009b; Fernandes *et al.*, 2014). Deste modo, mesmo conhecendo a relevância do defeso, alguns pescadores continuam com a prática da pesca de arrasto durante a proibição, para obtenção de renda extra. Ainda, a fim de complementar a renda durante o defeso, pescadores

do sul do estado da Bahia e de outras regiões do Espírito Santo precisam atuar em atividades fora da pesca (Musiello-Fernandes *et al.*, 2017). Isso demonstra que, em diversas áreas no país, o pagamento do benefício não é suficiente para manter a qualidade de vida das famílias dependentes da pesca artesanal, sendo necessária a elaboração de políticas públicas, a fim de reduzir a pobreza em comunidades com pouca escolaridade (Beddington *et al.*, 2007; K. Souza *et al.*, 2009a). A baixa escolaridade também é um fator que interfere na situação dos pescadores, pois a falta de qualificação profissional impede estes trabalhadores de conseguirem melhores empregos (Maruyama *et al.*, 2009).

Para os pescadores, o defeso é necessário para a manutenção da pesca, porém consideram a época inadequada para a região, uma vez que, no período da proibição, os camarões estão grandes e prontos para comercialização e, após o defeso, eles estão pequenos. Por isso, eles sugerem a alteração do defeso para os meses de maio e julho. Knox & Trigueiro (2014) e Musiello-Fernandes *et al.* (2017) também encontraram discordâncias sobre o período de defeso para o Espírito Santo a partir da percepção dos pescadores. Para Vasques & Couto (2011), a temporada fechada tem como objetivo reduzir a pesca de espécies de camarão durante as estações de reprodução e, desta forma, busca garantir o recrutamento de recursos para a troca de estoque e o ganho de peso de indivíduos.

Para melhor eficácia dessa medida, faz-se necessário maior diálogo entre órgãos legisladores e regulamentadores da pesca com as comunidades pesqueiras de arrasto, para que estas possam compreender a função do período do defeso e contribuir para o estabelecimento adequado dessa medida. A ausência de diálogo entre gestores, pesquisadores e atores locais desenvolve este desencontro de informações, com os trabalhadores da pesca artesanal não concordando com as medidas de gestão, o que dificulta a implementação destas e, conseqüentemente, interfere no sucesso para a conservação (Abreu *et al.*, 2017).

A troca de informações entre os envolvidos poderia contribuir para o manejo cooperativo da pesca de arrasto,

uma vez que os pescadores podem inibir práticas ilegais dentro de sua comunidade. Essas funções aproximariam órgãos governamentais dos pescadores, estabelecendo maior confiabilidade entre eles e diminuindo conflitos. Por isso, torna-se importante a ação de profissionais que atuem na extensão pesqueira, a fim de desenvolver nas comunidades de pesca o sentimento de valorização e organização da profissão, por meio de ações que envolvam a participação dos interessados (K. Souza *et al.*, 2009a).

Desta forma, este estudo contribui para a aproximação entre os envolvidos com a gestão da pesca e as comunidades, pois descreve a percepção de pescadores de três comunidades sobre crustáceos marinhos, interligando os conhecimentos tradicional e científico e facilitando a compreensão entre as linguagens utilizadas nestes dois saberes.

CONCLUSÃO

Pescadores das comunidades do litoral sul do Espírito Santo possuem uma percepção importante sobre crustáceos capturados na pesca de arrasto. Para estes trabalhadores, tais animais são componentes da diversidade do mar e participam da cadeia alimentar marinha, fazendo parte da renda e do consumo familiar. A compreensão dessas informações provenientes de observações realizadas durante a prática pesqueira pode contribuir na elaboração de medidas de manejo, além de garantir ações conservacionistas mais efetivas, o que produz melhores resultados. No entanto, é necessário maior diálogo entre órgãos fiscalizadores e comunidades pesqueiras de arrasto, para que compreendam a função da estação fechada como uma medida pública de manejo. De modo geral, é possível afirmar que todo esse conhecimento apresentado pelos pescadores é relevante e que estudos etnocarionológicos constituem uma importante ferramenta para o manejo pesqueiro.

AGRADECIMENTOS

Aos presidentes das colônias de pescadores Z-4 (Anchieta), Z-8 (Marataízes) e Z-9 (Piúma) do litoral sul do Espírito

Santo. As autoras agradecem à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ E-26/203.202/2016; E-26/202.789/2019) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 400053/2016-0), pelo fomento à pesquisa. A Sérgio Carvalho Moreira, pela elaboração do mapa. A segunda autora agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (código 001), pelo fomento à bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

- ABREU, J. S., C. DOMIT & C. A. ZAPPES, 2017. Is there dialogue between researchers and traditional community members? The importance of integration between traditional knowledge and scientific knowledge to coastal management. **Ocean & Coastal Management** 141: 10-19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.003>
- AHYONG, S. T., 2001. Revision of the Australian Stomatopod Crustacea. **Records of the Australian Museum** 26: 1-326. DOI: <https://doi.org/10.3853/j.0812-7387.26.2001.1333>
- ALVES, R. R. N. & A. K. NISHIDA, 2002. A ecdise do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* L. (Decapoda, Brachyura) na visão dos caranguejeiros. **Interciência** 27(3): 110-117.
- AMARAL, A. C. Z. & S. JABLONSKI, 2005. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade** 1(1): 43-51.
- AZEVEDO, C. M. A., 2005. A regulamentação do acesso aos recursos genéticos e aos conhecimentos tradicionais associados no Brasil. **Biota Neotropica** 5(1): 19-27. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000100002>
- BAILEY, K. D., 1982. **Methods of social research**: 2 ed.: 1-553. The Free Press, Macmillan Publishers, New York.
- BASILIO, T. H., E. V. SILVA, D. B. FIORESI, M. P. GOMES & D. S. GARCEZ, 2015. Sustentabilidade das atividades pesqueiras do município de Piúma, litoral sul do Espírito Santo, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar** 48(1): 69-86.
- BEDDINGTON, J. R., D. J. AGNEW & C. W. CLARK, 2007. Current problems in the management of marine fisheries. **Science** 316(5832): 1713-1716. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1137362>
- BOGDAN, R. & S. BIKLEN, 1994. Características da investigação qualitativa. In: R. BOGDAN & S. BIKLEN (Ed.): **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos: 47-51. Porto Editora, Porto.



- BRAGA, A. A., C. A. ZAPPES & A. C. M. OLIVEIRA, 2018. Estudo do conhecimento tradicional de pescadores do litoral sul do Espírito Santo sobre a carcinofauna acompanhante da pesca de camarões. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology** 22(2): 1-11. DOI: <https://doi.org/10.14210/bjast.v22n2.11931>
- BRANCO, J. O., 2005. Biologia e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22(4): 1050-1062. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000400034>
- BRANCO, J. O. & H. A. A. FRACASSO, 2004. Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 21(2): 295-301. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000200022>
- BRANCO, J. O., G. C. BAIL, J. R. VERANI & A. W. C. MARENZI, 2006. Aspectos socioeconômicos da pesca artesanal do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) na região de Penha, SC. In: J. O. BRANCO & A. W. C. MARENZI (Org.): **Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável**: estudos de caso em Penha, SC: 253-268. Editora da UNIVALI, Itajaí.
- BRASIL, 2003. Lei n. 10.779, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a concessão do benefício de seguro desemprego, durante o período de defeso, ao pescador profissional que exerce a atividade pesqueira de forma artesanal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 26 de novembro de 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.779compilado.htm. Acesso em: 24 abril 2020.
- BREWER, D. T., S. J. M. BLABER, J. P. SALINI & M. J. FARMER, 1995. Feeding ecology of predatory fishes from Groote Eylandt in the Gulf of Carpentaria Australia, with special reference to predation on Penaeid prawns. **Estuarine Coastal and Shelf Science** 40(5): 577-600. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.1995.0039>
- CALUMBY, J. A., R. S. LIMA, A. D. BONIFÁCIO & E. C. SOARES, 2016. Monitoramento da captura de camarões marinhos *Litopenaeus schmitti*, *Farfantepenaeus subtilis* e *Xiphopenaeus kroyeri* no município de Coruripe, estado de Alagoas, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources** 4(2): 82-90. DOI: <https://doi.org/10.2312/ActaFish.2016.4.2.82-90>
- CHUENPAGDEE, R., J. J. PASCUAL-FERNANDEZ, E. SZELIANSZKY, J. L. ALERGRET, J. FRAGA & S. JENTOFT, 2013. Marine protected areas: re-thinking their inception. **Marine Policy** 39: 234-240. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.10.016>
- CLAUZET, M., M. RAMIRES & W. BARRELLA, 2005. Pesca artesanal e conhecimento local de duas populações caiçaras (enseada do mar virado e barra do una) no litoral de São Paulo, Brasil. **Multiciência** 4: 1-22.
- CLEMENTE, R. R. B. S., P. A. S. COSTA & A. S. MARTINS, 2014. Distribution and feeding habits of three sea robin species (*Bellator brachyichir*, *Prionotus nudigula* and *Prionotus punctatus*) in the Campos Basin, southeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research** 42(3): 488-496.
- CLIFFORD, J., 1998. Sobre a autoridade etnográfica. In: J. R. S. GONÇALVES (Org.): **A experiência etnográfica**: antropologia e literatura do século XX: 17-62. Editora UFRJ, Rio de Janeiro.
- COMMUNICATIONS BRANCH FISHERIES AND OCEANS CANADA, 2005. **Canada's oceans action plan: for present and future generations**. Disponível em: <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/315255e.pdf>. Acesso em: 24 abril 2020.
- CÔRTEZ, L. H. O., A. P. M. DI BENEDITTO & C. A. ZAPPES, 2018. Captura do caranguejo-uçá a partir do conhecimento tradicional: perfil socioeconômico e inovação da extração no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 13(1): 45-55.
- CÔRTEZ, L. H. O., C. A. ZAPPES & A. P. M. DI BENEDITTO, 2019. Sustainability of mangrove crab (*Ucides cordatus*) gathering in the southeast Brazil: A MESMIS-based assessment. **Ocean and Coastal Management** 179: 104862. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104862>
- COSTA, R. A., 2007. **Licenciamento das embarcações atuantes na pesca de arrasto pelos sistemas de portas para a captura do camarão nas áreas costeiras do estado do Espírito Santo**. Documento Técnico. Gerência Executiva do IBAMA no Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, Brasil.
- COSTA-NETO, E. M. & J. G. W. MARQUES, 2000. A etnotaxonomia de recursos ictiofaunísticos pelos pescadores da comunidade de Siribinha, Norte do Estado da Bahia, Brasil. **Biociências** 8(2): 61-76.
- DE GRAVE, S., N. D. PENTCHEFF, S. T. AHYONG, T. Y. CHAN, K. A. CRANDALL, P. C. DWORSCHAK, D. L. FELDER, R. M. FELDMANN, C. H. J. M. FRANSEN, L. Y. D. GOULDING, R. LEMAITRE, M. E. Y. LOW, J. W. MARTIN, P. K. L. NG, C. E. SCHWEITZER, S. H. TAN, D. TSHUDY & R. WETZER, 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. **The Raffles Bulletin of Zoology** 21(Supplement): 1-109.
- DI BENEDITTO, A. P. M., 2001. A pesca artesanal na costa Norte do Rio de Janeiro. **Bioikos** 15(2): 103-107.
- DIEGUES, A. C., 2000. **Etnoconservação**: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos: 1-286. Nupaub LTDA, São Paulo.
- DIEGUES, A. C. 2004. **A pesca construindo sociedades**: leituras em antropologia marítima e pesqueira: 1-315. EdUSP, São Paulo.
- D'INCAO, F., H. VALENTINI & L. F. RODRIGUES, 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, 1965-1999. **Atlantica** 24(2): 103-116.

- EUTRÓPIO, F. J., F. L. F. MARIANTE, P. D. FERREIRA JÚNIOR & W. KROHLING, 2013. Population parameters of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeidae), caught by artisanal fisheries in Anchieta, Espírito Santo State. **Acta Scientiarum** 35(2): 141-147. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v35i2.13408>
- FERNANDES, L. P., K. A. KEUNECKE & A. P. M. BENEDITTO, 2014. Produção e socioeconomia da pesca do camarão sete-barbas no norte do estado do Rio de Janeiro. **Boletim do Instituto da Pesca** 40(4): 541-555.
- FRANCO, A. C. N. P., R. SCHWARZ JUNIOR, N. PIERRI & G. C. SANTOS, 2009. Levantamento, sistematização e análise da legislação aplicada ao defeso da pesca de camarões para as regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca** 35(4): 687-699.
- FREITAS-NETTO, R. & A. P. M. DI BENEDITTO, 2007. Diversidade de artefatos da pesca artesanal marinha do Espírito Santo. **Biotemas** 20(2): 107-119.
- GASALLA, M. A. & F. C. GANDINI, 2016. The loss of fishing territories in coastal areas: the case of seabob-shrimp small-scale fisheries in São Paulo, Brazil. **Maritime Studies** 15: 9. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s40152-016-0044-2>
- GOLDENBERG, M., 2000. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**: 1-107. Ed. Record, São Paulo.
- HARRIS, J. M., G. M. BRANCH, C. SIBIYA & C. BILL, 2003. The Sokhulu subsistence mussel-harvesting project: co-management in action. In: M. HAUCK & M. SOWMAN (Ed.): **Waves of change: coastal and fisheries co-management in Southern Africa**: 61-98. University of Cape Town Press, Lansdowne.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA), 2008. Instrução Normativa nº 189, de 23 de setembro de 2008. **Diário Oficial da União**, 24 setembro 2008. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2008/in_ibama_189_2008_defesocamaroes_revoga_in_ibama_91_2006_92_2006.pdf. Acesso em: 24 abril 2020.
- JENNINGS, S. & J. RICE, 2011. Towards an ecosystem approach to fisheries in Europe: a perspective on existing progress and future directions. **Fish and Fisheries** 12(2): 125-137. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2011.00409.x>
- KNOX, W. & A. TRIGUEIRO, 2014. A pesca artesanal, conflitos e novas configurações. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão** 8(2): 1-18. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5019.8806>
- LEITE JÚNIOR, N. O., 2010. **Histórico sobre o defeso do camarão na costa do Espírito Santo**. Documento Técnico. Centro Nacional de Conservação e Manejo das Tartarugas Marinhas, ICMBIO, Vitória, Espírito Santo, Brasil.
- LIBRETT, M. & D. PERRONE, 2010. Apples and oranges: ethnography and the IRB. **Qualitative Research** 10(6): 729-747. DOI: <https://doi.org/10.1177/1468794110380548>
- MACEDO-SOARES L. C. P., M. C. MOREIRA & A. SACCOL-PEREIRA, 2009. Hábito alimentar do robalo *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Osteichthyes, Centropomidae) na Lagoa do Peri (Santa Catarina), sul do Brasil. In: M. CANTOR, L. C. P. MACEDO-SOARES & N. HANAZAKI (Ed.): **Ecologia de campo na Lagoa do Peri**: 132-144. Programa de Programa de Pós-Graduação em Ecologia – UFSC, Florianópolis.
- MAGALHÃES, H. F., E. M. COSTA NETO & A. SCHIAVETTI, 2011. Fishing knowledge related to the catch of crabs (Decapoda: Brachyura) in the municipality of Conde, Bahia State. **Biota Neotropica** 11(2): 45-5. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000200005>
- MALINOWSKI, B. K., 1978. **Os pensadores: argonautas do pacífico ocidental: um relato do empreendimento e da aventura dos nativos nos arquipélagos da Nova Guiné Melanésia**: 1-86. Abril Cultural, São Paulo.
- MARTIN, J. W. & G. E. DAVIS, 2001. **An update classification of the recent Crustacea**: 1-124. Natural History of Los Angeles County Science Series, Los Angeles.
- MARTINS, A. S. & J. R. DOXSEY, 2006. Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Espírito Santo. In: V. J. ISAAC, A. S. MARTINS, M. HAIMOVICI & J. M. ANDRIGUETTO FILHO (Ed.): **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais**: 93-115. Universidade Federal do Pará, Belém.
- MARUYAMA, L. S., P. M. G. CASTRO & P. P. PAIVA, 2009. Pesca artesanal no médio e baixo Tietê, São Paulo, Brasil: aspectos estruturais e socioeconômicos. **Boletim Instituto de Pesca** 35(1): 61-81.
- MASON, M., 2010. Sample size and saturation in PhD studies using qualitative interviews. **Forum Qualitative Social Research** 11(3). DOI: <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-11.3.1428>
- MAURO, F. & P. D. HARDISON, 2000. Traditional knowledge of indigenous and local communities: international debate and policy initiatives. **Ecological Applications** 10(5): 1263-1269. DOI: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[1263:TKOIAL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1263:TKOIAL]2.0.CO;2)
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), 2018. Portaria Interministerial nº 47, de 11 de setembro de 2018. **Diário Oficial da União**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/legislacao/defesos/portaria-sg-mma-no-47_09_2018.pdf. Acesso em: 24 abril 2020.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA (MPA), 2011. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Ministério da Pesca e Aquicultura, Brasília.
- MIRANDA, T. M. & N. HANAZAKI, 2009. Etnobotânica e Antropologia: descobertas, questionamentos e dificuldades em uma pesquisa de campo. In: T. A. SARAÚJO & U. P. ALBUQUERQUE (Org.): **Encontros e desencontros na pesquisa etnobiológica e etnoecológica: os desafios do trabalho em campo**: 121-143. NUPEEA, Recife.



- MUSIELLO-FERNANDES, J., C. A. ZAPPES & M. HOSTIM-SILVA, 2017. Small-scale shrimp fisheries on the Brazilian coast: Stakeholders perceptions of the closed season and integrated management. **Ocean & Coastal Management** 148: 89-96. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.07.018>
- MUSIELLO-FERNANDES, J., C. A. ZAPPES & M. HOSTIM-SILVA, 2018. Small-scale fisheries of the Atlantic seabob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*): continuity of commercialization and maintenance of the local culture through making public policies on the Brazilian coast. **Ocean & Coastal Management** 155: 76-82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.033>
- OLIVEIRA, P. C., A. P. DI BENEDITTO, E. M. R. BULHÕES & C. A. ZAPPES, 2016. Artisanal fishery versus port activity in southern Brazil. **Ocean & Coastal Management** 129: 149-157. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.05.005>
- OPDENAKKER, R. J. G., 2006. Advantages and disadvantages of four interview techniques in qualitative research. **Forum: Qualitative Social Research** 7(4): 11.
- ORACION, E. G., M. L. MILLER & P. CHRISTIE, 2005. Marine protected areas for whom? Fisheries, tourism, and solidarity in a Philippine community. **Ocean & Coastal Management** 48(3-6): 393-410. DOI: <https://doi.org/doi:10.1016/j.ocecoaman.2005.04.013>
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO), 2016. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. FAO, Roma.
- ÖZYURT, G. & A. ERGIN, 2009. Application of sea level rise vulnerability assessment model to selected coastal areas of Turkey. **Journal of Coastal Research** 56: 248-251.
- PEREZ, J. A. A., P. R. PEZZUTO, L. F. RODRÍGUEZ, H. VALENTINI & C. M. VOOREN, 2001. Relatório da reunião técnica de ordenamento da pesca demersal nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Notas Técnicas da FACIMAR** 5: 1-34.
- RYAN, G. & H. R. BERNARD, 2000. Data management and analysis methods. In: N. K. DENZIN & Y. S. LINCOLN (Ed.): **Handbook of qualitative research**: 769-802. Sage Publications, Thousand Oaks.
- SANCHES, R. A., 2004. Caíças e a Estação Ecológica de Juréia-Itatins. Histórico de ocupação no contexto político, econômico, social e ambiental do Vale do Ribeira. In: O. A. V. MARQUES & W. DULEBA (Ed.): **Estação Ecológica Juréia-Itatins**. Ambiente físico, flora e fauna: 349-359. Holos Editora, São Paulo.
- SCHENSUL, S. L., J. J. SCHENSUL & M. D. LECOMPTE, 1999. Essential ethnographic methods: observations, interviews & questionnaires. In: J. J. SCHENSUL & M. D. LECOMPTE (Ed.): **Ethnographer's toolkit**: 69-89. Altamira Press, Walnut Creek.
- SEVERINO-RODRIGUES, E., D. S. F. GUERRA & R. GRAÇA-LOPES, 2002. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão-setebarbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcada na Praia do Perequê, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca** 28(1): 33-48. DOI: <http://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n3p611>
- SILVA, F. P. M., 2014. **Aspectos etnozoológicos sobre os crustáceos estomatópodes e decápodes das praias do litoral norte da Bahia, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- SILVA-GONÇALVES, R. & F. D'INCAO, 2016. Perfil socioeconômico e laboral dos pescadores artesanais de camarão-rosa no complexo estuarino de Tramandaí (RS), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca** 42(2): 387-401. DOI: <http://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n2p387>
- SOARES, S. S. G. & M. HOSTIM-SILVA, 2011. **Boletim estatístico da pesca do Espírito Santo - Ano 2011**: 1. ed. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- SOUTO, F. J. B., 2004. **A ciência que veio da lama**: uma abordagem etnoecológica abrangente das relações ser humano-manguezal na comunidade pesqueira de Acupe, Santo Amaro – BA: 1-319. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, Brasil.
- SOUZA, U. P., R. C. COSTA, I. A. MARTINS & A. FRANSOZO, 2008. Associações entre as biomassas de peixes Sciaenidae (Teleostei: Perciformes) e de camarões Penaeoidea (Decapoda: Dendrobranchiata) no litoral norte do estado de São Paulo. **Biota Neotropica** 8(1): 83-92. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000100011>
- SOUZA, K. M., C. A. ARFELLI & R. GRAÇA-LOPES, 2009a. Perfil socioeconômico dos pescadores de camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) da praia do Perequê, Guarujá (SP). **Boletim do Instituto de Pesca** 35(4): 647-655.
- SOUZA, K. M., N. J. R. SILVA, R. G. LOPES & C. A. ARFELLI, 2009b. Análise da política pública do defeso do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) na comunidade pesqueira do Perequê (Guarujá, São Paulo, Brasil). **Leopoldianum** 97: 61-71.
- TEIS, M. A. & D. T. A. TEIS, 2006. Abordagem qualitativa: a leitura no campo de pesquisa. **Biblioteca On-line de Ciências da Comunicação** 1: 1-8.
- TONINI, W. C. T., L. G. T. BRAGA & D. L. D. VILLA NOVA, 2007. Dieta de juvenis do Robalo *Centropomus parallelus* (POEY, 1860) no sul da Bahia, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca** 33(1): 85-91.
- VASQUES, R. O. R. & E. C. G. COUTO, 2011. Percepção dos pescadores quanto ao estabelecimento do período de defeso da pesca de arrasto para a região de Ilhéus (Bahia, Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada** 11(4): 479-485.

VIERTLER, R. B., 2002. Métodos antropológicos como ferramenta para estudos em etnobiologia e etnoecologia. In: M. C. M. AMOROZO, L. C. MING & S. P. SILVA (Ed.): **Métodos de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas**: 11-29. UNESP/CNPq, São Paulo.

WILSON, D. C., J. RAAKJÆR & P. DEGNBOL, 2006. Local ecological knowledge and practical fisheries management in the tropics: a policy brief. **Marine Policy** 30(6): 794-801. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2006.02.004>

WOLFE, J. M., J. W. BREINHOLT, K. A. GRANDALL, A. R. LEMMON, E. M. LEMMON, L. E. TIMM, M. E. SIDDALL & H. D. BRACKEN-GRISSOM, 2019. A phylogenomic framework, evolutionary timeline and genomic resources for comparative studies of decapod crustaceans. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** 286(1901): 20190079. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.0079>

ZAPPES, C. A., P. C. OLIVEIRA & A. P. M. DI BENEDITTO, 2016. Percepção de pescadores do Norte Fluminense sobre a viabilidade da pesca artesanal com a implantação de megaempreendimento portuário. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo** 42(1): 73-88. DOI: <https://doi.org/10.20950/1678.2305.2016v42n1p73>

ZEINEDDINE, G., W. BARRELLA, M. M. ROTUNDO, M. CLAUZET & M. RAMIRES, 2015. Etnoecologia da pesca de camarões usados como isca viva na Barra do Una, Peruíbe (SP/Brasil). **Revista Brasileira de Zoociências** 16(1-3): 67-83.

Taxonomic synopsis of Leguminosae subfamilies Cercidoideae, Detarioideae, and Dialioideae in the National Forest of Caxiuanã, Pará, Brazil

Sinopse taxonômica das subfamílias Cercidoideae, Detarioideae e Dialioideae (Leguminosae) na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil

Catarina Silva de Carvalho^I  | Rafael Barbosa Pinto^{II}  | Marli Pires Morim^I  | João Ubiratan Moreira dos Santos^{III} 

^IInstituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

^{II}Universidade Federal de Goiás. Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Botânica. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular. Goiânia, Goiás, Brasil

^{III}Universidade Federal Rural da Amazônia. Instituto de Ciências Agrárias. Belém, Pará, Brasil

Abstract: We conducted a floristic study in the National Forest of Caxiuanã (FLONA Caxiuanã) located in the state of Pará, Brazil, in the municipalities of Portel and Melgaço. This forest is characterized by Amazonian physiognomies such as lowlands, seasonally flooded areas (*várzea* and *igapó*), Amazonian white-sand scrub (*campinarana*) and secondary forests. This article provides a taxonomic synopsis of the members of the Leguminosae subfamilies Cercidoideae, Detarioideae, and Dialioideae that occur in the FLONA Caxiuanã, based on herbarium studies and field expeditions. Nineteen species were catalogued, including two members of Cercidoideae, 16 of Detarioideae, and one of Dialioideae. The species of Cercidoideae from FLONA Caxiuanã are restricted to the Amazon forest, and one of them is exclusive to the Brazilian Amazon. Of the species of Detarioideae, 81.25% are restricted to the Amazon forest and 25% are exclusive to the Brazilian Amazon. The single species of Dialioideae is restricted to the Amazon forest. The most species-rich genera belong to Detarioideae: *Macrolobium* (six species). The two members of Cercidoideae and the only Dialioideae species occur in *terra firme* forest; the 56.25% species of Detarioideae occur in *igapó* forests. We include an identification key for the species presented in the synopsis, with illustrations, diagnoses, and taxonomic comments for all catalogued species.

Keywords: Amazon. Fabaceae. FLONA. Flora. Taxonomy.

Resumo: O estudo foi conduzido na Floresta Nacional de Caxiuanã (FLONA Caxiuanã), localizada no Norte do Brasil, estado do Pará, nos municípios de Portel e Melgaço, abrangendo os tipos de vegetação das florestas de Terra Firme, Várzea, Igapó, Campinarana e Capoeira. O objetivo foi realizar uma sinopse taxonômica acerca das subfamílias de Leguminosae Cercidoideae, Detarioideae e Dialioideae, que ocorrem na FLONA Caxiuanã, baseada em consultas a herbários e em expedições de campo. Foram tratadas 19 espécies, sendo que destas duas são de Cercidoideae, 16 são de Detarioideae e uma de Dialioideae. As duas espécies de Cercidoideae da FLONA Caxiuanã são restritas à Amazônia e uma destas com ocorrência exclusiva na Amazônia brasileira; das espécies de Detarioideae, 81,25% são restritas à Amazônia e destas, 25% ocorrem exclusivamente na Amazônia brasileira; a única espécie de Dialioideae é restrita à Amazônia. O gênero mais representativo pertence à subfamília Detarioideae: *Macrolobium* (com seis espécies). As duas espécies de Cercidoideae e a única espécie de Dialioideae ocorrem em florestas de Terra Firme; as espécies de Detarioideae ocorrem em sua maioria (56,25%) nas florestas de Igapó. A presente sinopse inclui uma chave de identificação para as espécies, ilustrações, diagnoses e comentários para cada espécie.

Palavras-chave: Amazônia. Fabaceae. FLONA. Flora. Taxonomia.

CARVALHO, C. S., R. B. PINTO, M. P. MORIM & J. U. M. SANTOS, 2021. Taxonomic synopsis of Leguminosae subfamilies Cercidoideae, Detarioideae, and Dialioideae in the National Forest of Caxiuanã, Pará, Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 73-88. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.437>.

Autora para correspondência: Catarina Silva de Carvalho. Rua Otávio Cabral, 550 - Petrópolis. Manaus, AM, Brasil. CEP 69067-370 (carvalho_catarina@outlook.com).

Recebido em 13/10/2020

Aprovado em 18/02/2021

Responsabilidade editorial: Ana Kelly Koch



INTRODUCTION

Floristic studies are essential to improve knowledge of the plant variety of a region, especially in the Amazon forest, where the diversity of species is still underestimated (e.g., Nogueira *et al.*, 2009; Forzza *et al.*, 2012; ter Steege *et al.*, 2013; Loyola *et al.*, 2014; Cardoso *et al.*, 2017; BFG, 2018). The legumes family is among the most important of Angiosperm, because of its diversity, ecology, and economic uses, and its representatives can be found in many different ecosystems (Lewis *et al.*, 2005; LPWG, 2017). Leguminosae is currently composed of six subfamilies: Caesalpinioideae DC., Cercidoideae LPWG, Detarioideae Burmeist., Dialioideae LPWG, Papilionoideae DC., and Duparquetioideae LPWG, the only one without species in Brazil (LPWG, 2017). In Brazil, Leguminosae is represented by 220 genera and 2,852 species, of which 1,139 occur in the Amazon domain (BFG, 2015, 2018).

Several combined characteristics are used as diagnostic for the subfamilies, such as pinnate, uni- or bifoliate leaflets, and the presence of a mucro at the apex or between the leaflets for Cercidoideae; resin-producing capability, intrapetiolar stipule, paripinnate leaves, small number of leaflets, frequently petaloid bracts, and valvar or imbricate petals for Detarioideae; and imparipinnate leaves, opposite leaflets, tyrsoid inflorescences, and drupaceous or samaroid legumes for Dialioideae (LPWG, 2017).

The National Forest of Caxiuanã (henceforward FLONA Caxiuanã) is currently managed by the governmental agency *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade* (ICMBio) (ICMBio, 2020). About 100 species of legumes are estimated to inhabit this national forest (Carvalho, 2016). Several taxonomic studies have treated subfamilies of Leguminosae from the FLONA Caxiuanã; for example, Carvalho *et al.* (2020) studied 53 species of the subfamily Caesalpinioideae; Bonadeu & Santos (2013) studied the tribe Ingeae (subfamily Caesalpinioideae, Mimosoid clade); and

Félix-da-Silva *et al.* (2013) focused on the species of *Macrolobium* Schreb. (subfamily Detarioideae).

This study aims characterize the subfamilies species Cercidoideae, Detarioideae, and Dialioideae of FLONA Caxiuanã, complementary to the studies of Bonadeu & Santos (2013), Félix-da-Silva *et al.* (2013), Carvalho (2016), and Carvalho *et al.* (2020), as well as contribute to knowledge of the plant biodiversity of the FLONA Caxiuanã, the first protected reserve in the Amazon forest (ICMBio, 2020).

MATERIAL AND METHODS

The FLONA Caxiuanã is situated in the municipalities of Portel (01° 56' 09" S, 50° 49' 15" W) and Melgaço (01° 48' 21.44" S, 50° 43' 00" W) in the state of Pará, Brazil, and covers 317,946.37 ha (Figure 1). It includes the Amazonian physiognomies of lowlands (*terra firme*), seasonally flooded areas (*várzea* and *igapó*), Amazonian white-sand scrub (*campinarana*), and secondary forests (capoeira; Figures 2A-2E). For a complete characterization of the area, see Carvalho *et al.* (2020).

Three field expeditions, lasting one month each, were conducted during August 2014 and July 2015 in different parts of the area (Figure 1). The collections followed the techniques of Fidalgo & Bononi (1984). The material collected was deposited in the MG, IAN and RB herbaria (acronyms according to Thiers, 2021). These herbaria were also consulted for additional collections from the area.

The genera and species were identified using previous taxonomic revisions and identification keys (Ducke, 1949; Cowan, 1953; Dwyer, 1958; Koeppen & Iltis, 1962; Lee & Langenheim, 1975; Silva, 1976; Vieira, 1990; Wunderlin, 1998; Martins-da-Silva *et al.*, 2008; Félix-da-Silva *et al.*, 2013) and through comparison with virtual collections (INCT, 2020; JSTOR, 2020; Reflora, 2020; Tropicos, 2020). The delimitation of the subfamilies follows LPWG (2017). For the species of *Macrolobium* we provide only taxonomic comments and distribution

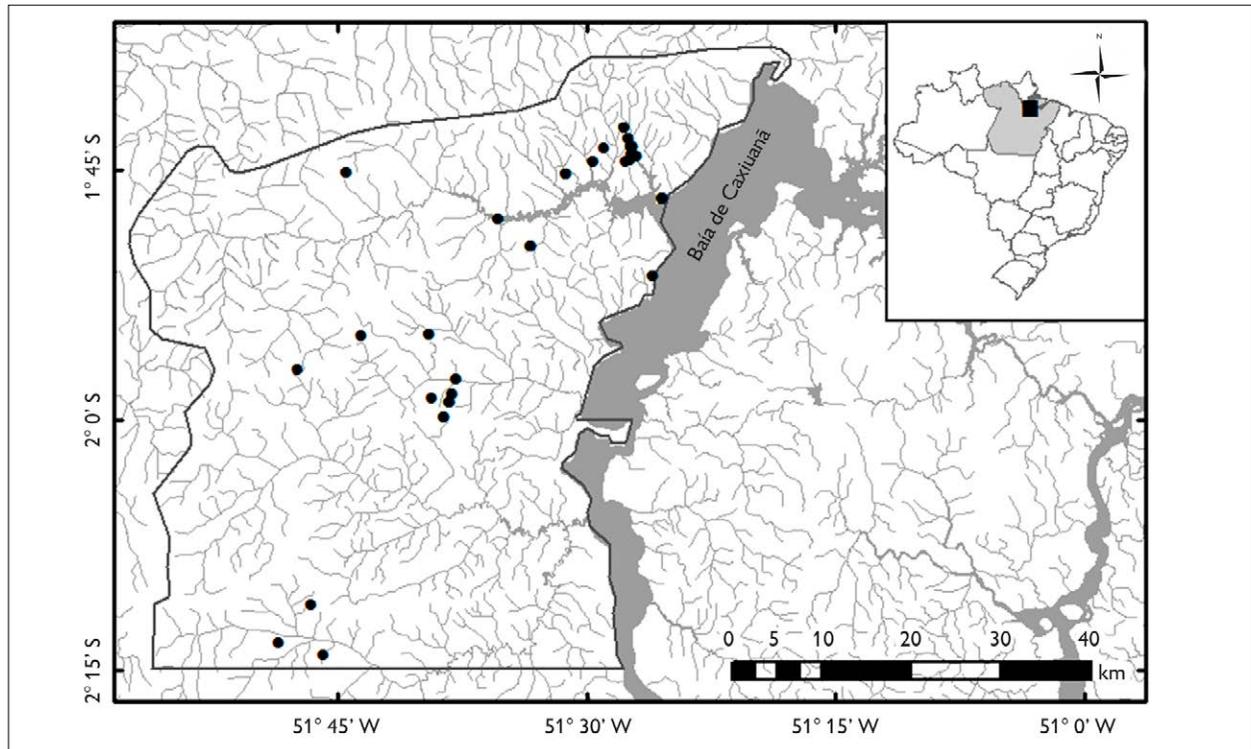


Figure 1. Map of FLONA Caxiuanã showing the points where were made the field expeditions. Map: Erlane J. Cunha (2015).

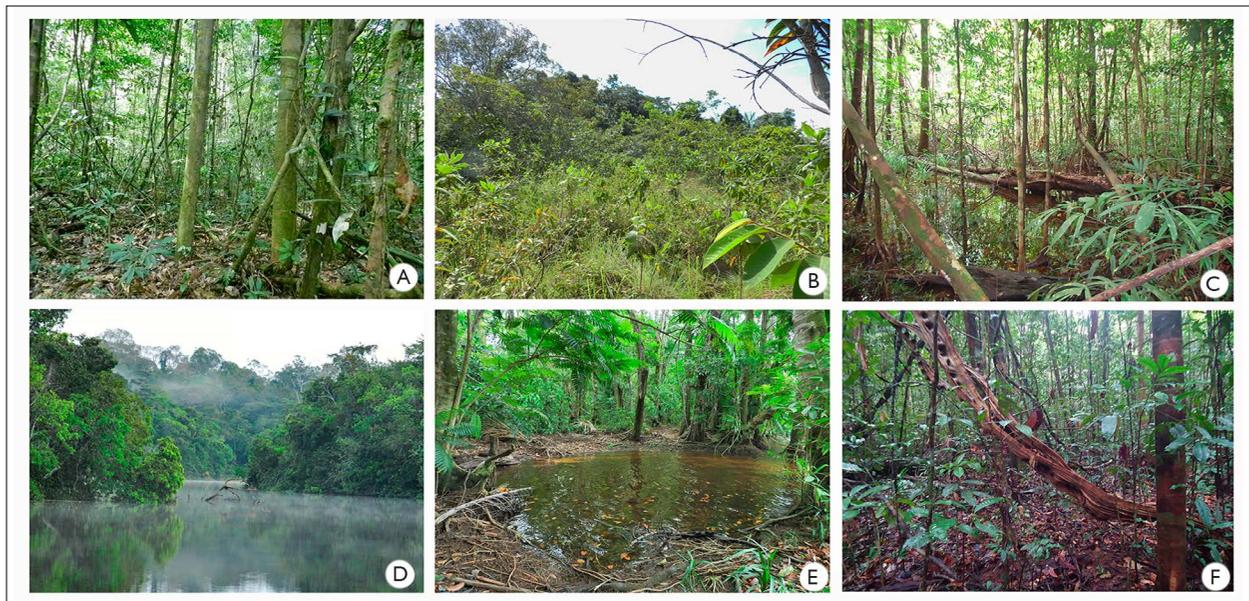


Figure 2. A-E) Characterization of the Amazonian physiognomies of FLONA Caxiuanã: A) *terra firme*; B) *campinarana*; C) *igapó*; D) *igapó* river; E) *várzea*; F) the trunk of *Schnella rutilans*, that are commonly recognized as 'escada de macaco', in the *terra firme* forests. Photos: Catarina S. Carvalho (2015).

information, since descriptions and illustrations can be found in Félix-da-Silva *et al.* (2013). The accepted names follow Flora do Brasil 2020 (2021). Author names follow Brummitt & Powell (1992), the morphological terminology for venation patterns follows Ellis *et al.* (2009), for fruits and seeds follows Barroso *et al.* (1999), and for other structures follows Bentje (2010). When necessary, additional materials were used for description of reproductive characters.

RESULTS AND DISCUSSION

Nineteen species were catalogued (Table 1). The most species-rich subfamily was Detarioideae (16 species), followed by Cercidoideae (two species) and Dialioideae (one species). *Macrolobium* was the largest genus of Detarioideae (six species), followed by *Crudia*

Schreb. (three species), *Cynometra* L. (two species), *Hymenaea* L. (two species) and *Copaifera* L. (two species). Cercidoideae was represented by *Schnella* Raddi (two species) and Dialioideae was represented by *Martiodendron* Gleason (one species).

According to the databases of BFG (2015) and Cardoso *et al.* (2017), the two species of *Schnella* are restricted to the Amazon domain and *Schnella rutilans* (Spruce ex Benth.) Pittier is endemic to the Brazilian Amazon. Of the species of Detarioideae, 81.25% are restricted to the Amazon domain and 25% are exclusive to the Brazilian Amazon. The single species of Dialioideae is restricted to the Amazon domain. The two species of Cercidoideae and the single of Dialioideae occur in *terra firme* forests; the species of Detarioideae occur mainly in *igapó* forests (56.25%) (Table 1).

Table 1. List of the species of Leguminosae subfamilies, Cercidoideae, Detarioideae, and Dialioideae, that occur in the FLONA Caxiuanã, Pará, Brazil. Legends: * = restrict to Amazon; ** = restrict to the Brazilian Amazon; I = *igapó*; TF = *terra firme*; V = *várzea*.

Species	Subfamily	Habitat
<i>Schnella rutilans</i> **	Cercidoideae	TF
<i>Schnella splendens</i> *	Cercidoideae	TF
<i>Copaifera duckei</i>	Detarioideae	TF
<i>Crudia aequalis</i> *	Detarioideae	I
<i>Crudia bracteata</i> *	Detarioideae	I
<i>Crudia oblonga</i> *	Detarioideae	I
<i>Cynometra bauhinaefolia</i>	Detarioideae	TF
<i>Cynometra longicuspis</i> **	Detarioideae	TF
<i>Eperua bijuga</i> *	Detarioideae	V
<i>Hymenaea courbaril</i>	Detarioideae	TF
<i>Hymenaea intermedia</i> *	Detarioideae	TF
<i>Macrolobium angustifolium</i> *	Detarioideae	I, V
<i>Macrolobium bifolium</i> *	Detarioideae	I
<i>Macrolobium brevense</i> **	Detarioideae	I
<i>Macrolobium campestre</i> var. <i>arboreum</i> **	Detarioideae	TF
<i>Macrolobium huberianum</i> var. <i>huberianum</i> *	Detarioideae	I
<i>Macrolobium pendulum</i> **	Detarioideae	I
<i>Peltogyne venosa</i> subsp. <i>densiflora</i> *	Detarioideae	I, V
<i>Martiodendron parviflorum</i> *	Dialioideae	TF



Identification key to the species of Cercidoideae, Detarioideae, and Dialioideae from FLONA Caxiuanã

1. Leaves apparently simple or bilobed 2 (Cercidoideae)
 Leaves notably pinnate 3
2. Branches smooth; leaves apparently simple or rarely slit until 1/3 of the blade; hypanthium urceolate, striate *Schnella rutilans*
 Branches striate; leaves bilobed, the slit until the base; hypanthium campanulate, smooth *Schnella splendens*
3. Anthers poricidal, sagittate (Dialioideae) *Martiodendron parviflorum*
 Anthers rimose, oblong (Detarioideae) 4
4. Leaves with 2 leaflets 5
 Leaves with more than 2 leaflets 12
5. Leaflets 2-9 cm width; fruit legume 6
 Leaflets 1.5-4 cm width; fruits bacoid legumes or camara 9
6. Leaflets with glands in upper and lower surface *Peltogyne venosa* subsp. *densiflora*
 Leaflets without glands 7
7. Leaflets elliptic, flaky; legume ovoid *Macrolobium pendulum*
 Leaflets lanceolate, falcate; legume elliptic, elliptic-obovoid, and oblongoid 8
8. Leaflets lower surface with trichomes; ovary with trichomes only in the margins *Macrolobium angustifolium*
 Leaflets lower surface glabrous; ovary with tomentose surface *Macrolobium bifolium*
9. Flowers with hypanthium 4-5 mm long, nectariferous disc absent in the base of the corolla and stamens; fruit bacoid legume, no-resinous surface 10
 Flowers with hypanthium 12-15 mm long, nectariferous disc present in the base of the corolla and stamens; fruit camara with resinous surface 11
10. Leaflets with apex emarginate and caudate, 1 conspicuous vein *Cynometra longicuspis*
 Leaflets with apex emarginate-rounded, 3 conspicuous vein *Cynometra bauhiniaefolia*
11. Leaf rachis 0.7-1.1 cm long; leaflets elliptic-falcate, translucent glands presents in the blade; camara piriform or oblongoid, lustrous-brown, 8-15 × 4-6 cm; seeds 5-8 per fruit *Hymenaea courbaril*
 Leaf rachis ca. 0.3 cm long; leaflets oblong, without glands translucent glands in the blade; camara ovoid or rhomboid, opaque-brown, 6-7.5 × 3-4.5 cm; seeds 1-3 per fruit *Hymenaea intermedia*
12. Leaflets opposite; flowers differentiate into petals and sepals 13
 Leaflets alternate; flowers no-differentiate into petals and sepals 16
13. Glands present in the base of the leaflets; filaments fused *Eperua bijuga*
 Glands absent; filaments free 14
14. Leaflets 3-12 × 2-6 cm *Macrolobium campestre* var. *arboreum*
 Leaflets 0.2-2 × 0.1-0.6 cm 15
15. Branch glabrous; leaflets discolorous, apex rounded; axis of inflorescence glabrous; legumes 2.5-3.5 cm width *Macrolobium huberianum* var. *huberianum*
 Branch covered by trichomes; leaflets concolorous, apex retuse or emarginate; axis of inflorescence covered with trichomes; legumes 3.5-4.5 cm width *Macrolobium brevense*



16. Leaflets 10, venation craspedodromous; fruit ca. 3.1 cm long *Copaifera duckei*
 Leaflets 5-8, venation brochidocromous; fruit 6-9.1 cm long 17
17. Leaves rachis 8-11.2 cm long; fruit legume ovoid or rhombic *Crudia aequalis*
 Leaves rachis 4-6.2 cm long; legume oblongoid, obovoid or globoid 18
18. Leaflets 8, oblong or obovate, apex rounded; ovary ca. 3 mm long, stipe tomentose *Crudia oblonga*
 Leaflets 5-7, ovate, apex attenuate; ovary ca. 8 mm long, stipe glabrous *Crudia bracteata*

CERCIDOIDEAE FROM FLONA CAXIUANÃ

Schnella Raddi, Quar. Piant. Nuov. Bras. 32. 1820

Liana. Stipules sericeous, sessile. Leaves apparently simple or bilobed, leaflets without glands, ovate or oblong base rounded or cordate, apex acuminate, venation acrodromous. Flowers differentiate into sepals and petals, with urceolate or campanulate hypanthium, stamens 10, free filaments, anthers globose, rimose; staminodes absent; nectariferous disc absent; ovary oblongoid, ca. 3 mm long. Fruit legume, oblongoid, surface rugose. Seeds do not see.

Schnella rutilans (Spruce ex Benth.) Pittier, Third Conf. Interamer. Agric. Caracas 362. 1945 (Figures 3A-3B)

Branch smooth, sericeous; stipules ovate, ca. 1.5 × 2 mm. Leaves simple, rarely slit until 1/3 of the blade; leaflets ovate; base rounded, 6.3-12.7 × 5.1-7.3 cm. Flowers with urceolate hypanthium, striate, ca. 8 mm long. Legumes ca. 7.5 × 2.2 cm.

Distribution: Colombia, Ecuador, Peru, Venezuela, and Brazil: Amapá, Pará, and Roraima (Wunderlin, 1998; BFG, 2015, 2018; Trethowan *et al.*, 2015).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, “entre os rios Curuá e Puraquequara ao lado da torre de observação”, 21.XI.1994, fl., A.S.L. Silva *et al.* 3116 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, “trilha principal atrás da base física da FLONA ao plote 1 do TEAM”, 1° 74' 12" S, 51° 45' 62" W, 18.II.2015, fl., C. Carvalho 259 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira

Penna, “trilha atrás da base física da FLONA”, 1° 74' 12" S, 51° 45' 62" W, 13.II.2015, fr., C. Carvalho 255 (MG).

Schnella rutilans is restricted to the Amazon rain forest and occurs in all *terra firme* forests of the FLONA Caxiuanã. It is commonly known as ‘escada de macaco’, for its resemblance to stairs in the forest (Figure 2F). It differs from *S. splendens* (Kunth) Benth. by the leaflets generally entire, if slit, only up to 1/3 of the blade; and by the flowers with an urceolate hypanthium (*versus* fully slit leaves and flowers with a campanulate hypanthium in *S. splendens*).

Schnella splendens (Kunth) Benth., J. Bot. (Hooker) 2(10): 97. 1840 (Figures 3C-3D)

Branch striate, glabrescent; stipules deltate, ca. 1 × 0.8 mm. Leaves bilobed, the slit until the base; leaflets ovate or oblong; base cordate, 3-9 × 1.2-6 cm. Flowers with campanulate hypanthium, smooth, ca. 5 mm long. Legumes ca. 5-7.7 × 1.5-2 cm.

Distribution: Nicaragua, Panama, Colombia, Trinidad, Ecuador, Venezuela, and Brazil: in all Amazon forest, except in Tocantins (BFG, 2015, 2018; Trethowan *et al.*, 2015).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, “Estação Científica Ferreira Penna (plote 2 do Team)”, 1° 74' 23" S, 51° 49' 43" W, 19.II.2015, fl., C. Carvalho 260 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, “margem do rio Caxiuanã”, 1° 46' 32" S, 51° 28' 47" W, 02.IX.2014, fl., C. Carvalho 219 (MG).

Schnella splendens, as does *S. rutilans*, occurs in *terra firme* forests of the FLONA Caxiuanã, and is also commonly called ‘escada de macaco’ (Figure 2F).



The diagnostic characters of *S. splendens* are treated in the above comments on *S. rutilans*.

DETARIOIDEAE FROM FLONA CAXIUANÃ

Copaifera L. Sp. Pl. (ed. 2) 1: 557. 1762

Copaifera duckei Dwyer, Brittonia 7(3): 163-164.

1951 (Figure 3E and complementary illustrations in Martins-da-Silva *et al.*, 2008)

Trees ca. 40 m high. Branches striate, tomentose; stipules deltate, tomentose, sessile, ca. 1.9×1 mm. Leaves notably pinnate, paripinnate, rachis pubescent, ca. 10.5 cm long; leaflets 10, alternate, glands absent, falcate, base cuneate, apex attenuate, $5-9 \times 2-3.5$ cm, venation craspedodromous. Flowers differentiate into sepals and petals, campanulate hypanthium, ca. 3 mm long; stamens 10, free filaments, anthers rimose, oblong; staminodes absent; nectariferous disc absent; ovary oblongoid, ca. 2.5 mm long. Fruit legume, obovoid or oblique-oblongoid, surface rugose, no-resinous, ca. 3.1×4.5 cm. Seeds do not see.

Distribution: Bolivia and Brazil: Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Bahia, and Rio de Janeiro (BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Portel, FLONA Caxiuanã, "plote 2 do TEAM", $1^{\circ} 74' 23''$ S, $51^{\circ} 49' 43''$ W, 19.II.2015, fr., C. Carvalho 262 (MG).

Additional specimen: Brazil. Pará: Bragança, "Sítio do Joca, Benjamim Constante, Arv. 05", 9.X.2004, fl., J.C.L. Oliveira 436 (IAN).

Copaifera duckei is distributed in Brazilian rain forests and Brazilian savannas (*Cerrado*), and is among the taller trees of *terra firme* forests of the FLONA Caxiuanã. Because of its habit, alternate leaflets, and the flowers not differentiated into sepals and petals, *C. duckei* is morphologically closest to *Crudia aequalis* Ducke. However, *C. duckei* is readily recognized by the number of leaflets (10), falcate, and the legume ca. 3.1×4.5 cm,

and rugose surface (*versus* 7 leaflets, ovate or elliptic, $7-11 \times 6-8$ cm, and showy striate surface in *C. aequalis*).

Crudia Schreb., Gen. Pl. 282. 1789

Trees. Branches smooth or fissured; stipules do not see. Leaves notably pinnate, imparipinnate, rachis glabrous or sericeous; leaflets alternate, glands absent, venation brochidodromous. Flowers differentiate into petals and sepals, campanulate hypanthium; stamens 10, free filaments, anthers rimose, oblong; staminodes absent; nectariferous disc absent; ovary ovoid or oblongoid. Fruit legume, surface striate, no-resinous. Seeds do not see.

Crudia aequalis Ducke, Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro 3: 91. 1922 (Figure 3F and complementary illustrations in Vieira, 1990)

Trees ca. 30 m high. Branches smooth. Leaves with glabrous rachis, 8-11.2 cm long; leaflets 7, ovate or elliptic, base cuneate, apex caudate, $5.5-11.3 \times 2.1-4$ cm. Flowers with hypanthium ca. 1 mm long; ovary ovoid, tomentose, sessile, ca. 8 mm long. Legume ovoid or rhombic, $7-11 \times 6-8$ cm.

Distribution: Colombia, Venezuela, and Brazil: Amazonas, Pará, and Amapá (Kearns, 1998; Ducke, 1949; BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "margem do rio Curuá", X.2015, fr., A.S.L. Silva *et al.* 3811 (MG); Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "margem direita do rio Curuá, em direção ao rio Caxiuanã", 17.XI.1994, fr., A.S.L. Silva *et al.* 3109 (MG); Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "interflúvio Puraquequara – Tijucaquara", 10.VIII.2004, fr., A.S.L. Silva *et al.* 4320 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "trilha principal por trás da base física da estação", $1^{\circ} 71' 41''$ S, $51^{\circ} 45' 33''$ W, 11.II.2015, fr., C. Carvalho 254 (MG).

Crudia aequalis occurs in the *igapó* forests of the FLONA Caxiuanã and is locally known as '*rim de paca*' or '*gitirana*'. It is morphologically close to *C. bracteata* Benth.,

from which it is distinguished by the leaflets 11.3 cm long, base cuneate, apex caudate, and ovoid or rhombic legumes (*versus* leaflets up to 7.5 cm long, base rounded, apex attenuate, and globoid legumes in *C. bracteata*).

Crudia bracteata Benth., J. Bot. (Hooker)

2(10): 101. 1840 (Figure 3G and complementary illustrations in Vieira, 1990)

Trees ca. 25 m high. Branches fissured. Leaves with glabrous rachis, 4-6.2 cm long; leaflets 5-7, ovate, base rounded, apex attenuate, 2.4-7.5 × 1.2-3 cm. Flowers with hypanthium ca. 10 mm long; ovary ovoid, glabrous, 8 mm long, stipe glabrous. Legume obovoid or globoid, 6-8.5 × 3.5-4.5 cm.

Distribution: Guiana Francesa and Brazil: Amazonas, Pará, and Amapá (Vieira, 1990; BFG, 2015, 2018; Re flora, 2020).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "Rio Camuim, Projeto PELD", 20.IX.2011, fr., L.C.B. Lobato & L. Ferreira 4000 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "margem do Igarapé Caquajó", S 1° 57' 37", W 51° 37' 52", 30.I.2007, fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 124 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "margem do Igarapé Caquajó", S 1° 57' 37", W 51° 37' 52", 17.II.2009, fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 566 (MG).

Additional specimen: Suriname. s.l., 23.VII.1908, fl., Tresleing 212 (MG).

Crudia bracteata occurs in *igapó* forests of the FLONA Caxiuanã. It can be recognized by the leaflets with attenuate apex and obovoid legumes. It is morphologically related to *C. aequalis*. For comments regarding the diagnostic characters between the species, see *C. aequalis*.

Crudia oblonga Benth., Bot. Voy. Sulphur 89. 1844

(Figure 3H and complementary illustrations in Vieira, 1990)

Trees ca. 20 m high. Branches fissured. Leaves with

sericeous rachis, 5-6 cm long; leaflets 8, oblong or obovate, base rounded, apex rounded, 1.8-4.2 × 1-2.5 cm. Flowers with hypanthium ca. 5.5 mm long; ovary oblongoid, tomentose, ca. 3 mm long, stipe tomentose. Legume oblongoid or elliptic, ca. 9.1 × 4.3 cm.

Distribution: Guiana, Guiana Francesa, Venezuela, and Brazil: Amazonas, Pará, and Amapá (Vieira, 1990; Kearns, 1998; BFG, 2015, 2018).

Specimen examined: Brazil. Pará: Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "rio Caxiuanã, próximo à praia da Fazenda", 28.VIII.2014, fr., C. Carvalho *et al.* 177 (MG).

Additional specimen: Brazil. Pará: Belém, "Horto do Museu, árvore 286", 1.VII.1975, fl., P. Cavalcante s.n. (RB 49727).

Crudia oblonga Benth. occurs in *igapó* forests of the FLONA Caxiuanã. It is morphologically close to *C. bracteata*, but can be recognized by the oblong leaflets with rounded apex, and oblong legumes (*versus* ovate leaflets with attenuate apex, and globoid or obovoid legumes in *C. bracteata*).

Cynometra L., Sp. Pl. 1: 382. 1753

Trees. Branches striate, puberulent; stipules do not see. Leaves notably pinnate, paripinnate, rachis puberulent; leaflets 2, opposite, glands absent, ovate, base cuneate, apex emarginate-rounded or emarginate-caudate, venation acrodromous. Flowers differentiate into petals and sepals, campanulate hypanthium; stamens 10, filaments fused in the base, anthers rimose, oblong; staminodes absent; nectariferous disc absent; ovary oblongoid, ca. 2-3.5 mm long. Fruit bacoid legume, surface rugose, no-resinous. Seeds do not see.

Cynometra bauhiniaefolia Benth. J. Bot. (Hooker)

2(10): 99-100. 1840 (Figure 3I)

Trees ca. 6 m high. Leaves with rachis 0.4-0.7 cm long; leaflets with apex emarginate-rounded, 3 conspicuous



veins, 3-5.5 × 1.5-3 cm. Flowers with hypanthium ca. 4 mm long. Bacoid legume ca. 2.5 × 2 cm.

Distribution: Argentina, Chile, Peru, Colombia, Peru, Guatemala, French Guyana, Suriname, Venezuela, and Brazil: Amazonas, Pará, Roraima, Maranhão, and Goiás (Dwyer, 1958; BFG, 2015, 2018).

Specimen examined: Brazil. Pará: Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "inventário 8", 1° 44' 30" S, 51° 27' 44" W, 1.IX.2014, C. Carvalho *et al.* 202 (MG).

Additional specimen: Venezuela. Bolívar: locally frequent along Cano Coroso (Rio Caripo) between Rio Orinoco and Lago Coroso, 10.I.1956. J.J. Wurdack & J. V. Monachino 41194 (RB).

Widely distributed in the Neotropic, *C. bauhiniaefolia* is found in the *terra firme* forests of the FLONA Caxiuanã. It is morphologically close to *C. longicuspis*, but can be recognized by the leaflets with 3 conspicuous veins and the apex emarginate-rounded (*versus* leaflets with 1 conspicuous vein and the apex emarginate-caudate in *C. longicuspis* Ducke).

***Cynometra longicuspis* Ducke, Bol. Tecn. Inst. Agron. (2): 11. 1944 (Figure 3J)**

Trees ca. 8 m high. Leaves with rachis 0.6 cm long; leaflets with apex emarginate and caudate, 1 conspicuous vein, 4.5-5.3 × 1.9-2 cm. Flowers with hypanthium ca. 5 mm long. Bacoid legume ca. 2 × 0.5 cm.

Distribution: Brazil: Amazonas and Pará (Dwyer, 1958; BFG, 2015, 2018).

Specimen examined: Brazil. Pará: Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "inventário 8", 1° 44' 30" S, 51° 27' 44" W, 1.IX.2014, C. Carvalho *et al.* 206 (MG).

Cynometra longicuspis is putatively endemic to the Amazon rain forest and is found in *terra firme* forests in the FLONA Caxiuanã. It is morphologically close to *C. bauhiniaefolia*. For comments regarding the diagnostic characters between the species, see *C. bauhiniaefolia*.

***Eperua* Aubl. Hist. Pl. Guiane 1: 369, pl. 142. 1775**

***Eperua bijuga* Mart. ex Benth., Fl. Bras. 15(2): 226.**

1870 (for illustrations, see Félix-da-Silva *et al.*, 2015)

Trees 5-15 m high. Branches striate, glabrous; stipules leaf-shaped, falcate-ovate, glabrous, sessile, 7-15 × 3-11 mm. Leaves notably pinnate, paripinnate, rachis glabrous, 5-20 cm long; leaflets 10, opposite, glands present on the base, falcate-ovate, base rounded, apex acuminate, 8-20 × 3.5-9 cm, venation brochidodromous. Flowers differentiate into petals and sepals, hypanthium cupular, ca. 2 mm long; stamens 9, fused filaments, anthers rimose, oblong; staminodes 1; nectariferous disc absent; ovary oblongoid, 8-9 mm long. Fruit legume, obovoid, surface smooth, no resinous, 6-10 × 5-7 cm. Seeds do not see.

Distribution: French Guyana and Brazil: Amazonas, Amapá, Pará, and Roraima (BFG, 2015, 2018; Re flora, 2020).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "margem do rio Curuá", 16.V.200, fl., J. Oliveira *et al.* 379 (MG); Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "margem do rio Caxiuanã, mata de várzea", 14.X.1991, fr., A.S.L. Silva & M.C. Silva 2392 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, "margem do igarapé Caquajó", 8.VII.2007, fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 125 (MG, IAN).

Eperua bijuga is frequent in *igapó* forests of the FLONA Caxiuanã. The pinnate leaves and the falcate-oblong leaflets up to 20 cm long resemble those of *M. angustifolium* (Benth.) R.S. Cowan. *Eperua bijuga* can be distinguished by the 4 leaflets with glands on the base, and stamens with fused filaments (*versus* 2 leaflets without glands on the base, and stamens with free filaments in *M. angustifolium*).

***Hymenaea* L., Sp. Pl. 2: 1192. 1753**

Trees. Branches striate or scaly, pubescent; stipules do not see. Leaves notably pinnate, with rachis glabrous or pubescent; leaflets 2, opposite, falcate, oblong or elliptic, base asymmetric rounded, apex acuminate or rounded,

venation brochidodromous. Flowers differentiate into petals and sepals with campanulate hypanthium; stamens 10, free filaments, anthers rimose, oblong; staminodes absent; nectariferous disc present in the base of the corolla and stamens; ovary oblongoid or rhombic-ovoid. Fruit camara, surface rugose with resin glands, endocarp farinaceous with strong odor. Seeds lustrous-brownish, smooth.

Hymenaea courbaril L. Sp. Pl. 2: 1192. 1753
(Figure 3K and complementary illustrations in Lee & Langenheim, 1975)

Trees to 20 m high. Branches striate. Leaves with rachis 0.7-1.1 cm long; leaflets with translucent glands present in the blade, elliptic-falcate, 3.5-10.5 × 1.2-4 cm. Flowers with hypanthium ca. 12 mm long; ovary 2-3.5 mm long. Camara piriform or oblongoid, lustrous-brown, 8-15 × 4-6 cm. Seeds 5-8 per fruit.

Distribution: Belize, Caribe, Colombia, Chile, China, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, French Guyana, Guatemala, Guiana, Honduras, Mexico, Nicaragua, Panama, Peru, Suriname, Taiwan, Venezuela, and Brazil: in all the country, except Santa Catarina and Rio Grande do Sul (Lee & Langenheim, 1975; BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, “grade do PPBio, trilha E, entre parcelas 21 e 22”, 1° 58' 58" S, 51° 38' 16" W", 09.XII.2007, fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 243 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, “grade do PPBio, trilha C”, 1° 58' 58" S, 51° 38' 16" W, 22.VII.2008, fl., F. Bonadeu *et al.* 316 (MG).

The species is found in *terra firme* areas of the FLONA Caxiuanã and is commonly recognized as ‘jatobá’. It is morphologically close to *H. intermedia* Ducke, from which it can be distinguished by the shape of the leaflets (oblong in *H. intermedia*), and mainly by the shape and color of the fruit: pyriform or oblongoid and lustrous-brown (*versus* fruits ovoid or rhomboid and opaque-brown in *H. intermedia*).

Hymenaea intermedia Ducke, Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro 3: 92-93. 1922 (Figure 3L and complementary illustrations in Lee & Langenheim, 1975)

Trees to 30 m high. Branches scale. Leaves with rachis to 0.3 cm long; leaflets without translucent glands in the blade, oblong, 6.5-7.5 × 2.5-3.5 cm. Flowers with hypanthium ca. 15 mm long, ovary to 3.5 mm long. Camara ovoid or rhomboid, opaque-brown, 6-7.5 × 3-4.5 cm. Seeds 1-3 per fruit.

Distribution: Colombia, Peru, Venezuela, and Brazil: all Amazon forest (BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Portel, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, “área da baía do rio Caxiuanã”, 1° 46' 32" S, 51° 28' 47" W, 30.VIII.2015, fl., C. Carvalho *et al.* 190 (MG).

Additional specimen: Brazil. Rondônia: Porto Velho, “UHE de Samuel, rio Jamari”, 11.II.1989, fr., U.N. Maciel *et al.* 1562 (MG).

Hymenaea intermedia is widely distributed in *terra firme* forest of the FLONA Caxiuanã and is also popularly called ‘jatobá’. For comments regarding the diagnostic characters between the species, see *H. courbaril*.

Macrolobium Schreb., Gen. Pl. 1: 30. 1789

Trees. Branches glabrous or pilose; stipules do not see. Leaves notably pinnate, paripinnate, or pseudo-imparipinnate; leaflets 2-52, opposite, glands absent, oblong, lanceolate, falcate, elliptic, and flack, base asymmetric rounded, apex acuminate, venation brochidodromous. Flowers differentiate into petals and sepals, campanulate hypanthium, 1-3 mm long; stamens 3, free filaments, anthers rimose, oblong; staminodes absent; nectariferous disc absent; ovary oblongoid. Fruit legume, elliptic, elliptic-obovoid, falcate, oblongoid or obovoid, laterally compress, surface striate, no-resinous. Seeds do not see.

For the taxonomic treatment and illustrations of *Macrolobium* spp. from FLONA Caxiuanã, see Félix-da-Silva *et al.* (2013).



Macrobium angustifolium (Benth.)

R. S. Cowan, Mem. New York Bot.

Gard. 8(4): 314. 1953 (for illustrations,

see Félix-da-Silva *et al.*, 2013)

Distribution: Colombia, Peru, Venezuela, and Brazil: Amazonas, Mato Grosso, and Pará (Félix-da-Silva *et al.*, 2013; BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "rio Curuá", 21.V.2002, fl., J. Oliveira *et al.* 419 (MG); Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "rio Puraquequara, margem", 29.X.1999, fl., A.S.L. Silva *et al.* 3649; Portel, FLONA Caxiuanã, "igarapé Caquajó", 30.I.2007, fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 113 (MG).

Macrobium angustifolium is broadly spread to the *igapó* forests of the FLONA Caxiuanã. The leaflets falcate-oblong, of 6-18 cm long, make this species morphological close to *M. bifolium* (Aubl.) Pers. However, *M. angustifolium* differs of *M. bifolium* by the lower surface of the leaflets puberulent and ovary with trichomes only in the margins (*versus* lower surface of leaflets glabrous and ovary tomentose, in *M. bifolium*).

Macrobium bifolium (Aubl.) Pers.,

Syn. Pl. 1: 39. 1805 (for illustrations,

see Félix-da-Silva *et al.*, 2013)

Distribution: French Guyana, Guyana, Suriname, and Brazil: Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, and Roraima (Cowan, 1953; Félix-da-Silva *et al.*, 2013; BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Portel, FLONA Caxiuanã, "igarapé Caquajó", 30.I.2007, fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 116 (IAN, MG); Portel, FLONA Caxiuanã, "igarapé Caquajó", 1° 57' 37" S, 51° 37' 52" W, fl., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 375 (MG).

Macrobium bifolium occurs in the *igapó* forest of the FLONA Caxiuanã. It is morphologically similar to *M. angustifolium*. For the comments regarding the diagnostic characters between the species, see *M. angustifolium*.

Macrobium brevense Ducke, Arch. Jard. Bot.

Rio de Janeiro 4: 50. 1925 (for illustrations,

see Félix-da-Silva *et al.*, 2013)

Distribution: endemic to Brazil: Amazonas and Pará (Félix-da-Silva *et al.*, 2013; BFG, 2015, 2018).

Specimen examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, "estrada que vai para o trapiche", 14.XII.1999, fr., A.S.L. Silva *et al.* 3737 (MG).

Macrobium brevense occurs in the *terra firme* forests of the FLONA Caxiuanã. The leaflets (14-52) oblong, sessile to sub-sessile, and legumes oblongoid and woody brings *M. brevense* closer to *Macrobium huberianum* Ducke var. *huberianum*. However, it can be distinguished by the pilose branches compress legumes, 3.5-4.5 cm width (*versus* glabrous branches, legumes, 2.5-3.5 cm width, in *M. huberianum* var. *huberianum*).

Macrobium campestre var. *arboresum* R. S. Cowan,

Mem. New York Bot. Gard. 8(4): 301-302 (for

illustrations, see Félix-da-Silva *et al.*, 2013)

Distribution: endemic to Brazil: Acre, Amazonas, Pará, and Rondônia (BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, "local onde será construída a Estação Científica Ferreira Penna", 2-15.II.1991, A.S.L. Silva *et al.* 2227 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, "área de estudos do PPBio, parcela 19", 13.VII.2007, fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 264 (IAN, MG).

Macrobium campestre var. *arboresum* is distributed in the *terra firme* forest of the FLONA Caxiuanã. It can be morphologically distinguished from other members of *Macrobium* by the leaf rachis up to 6.5 cm long, and leaflets 6, elliptic, lanceolate to ovate, symmetrical, and 3-12 × 2-6 cm.

Macrobium huberianum Ducke var. *huberianum*,

Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro 1(1): 26-27, pl. 8-9.

1915 (for illustrations, see Félix-da-Silva *et al.*, 2013)

Distribution: Guyana and Brazil: Amazonas, Amapá, Pará, and Rondônia (Félix-da-Silva *et al.*, 2013; BFG, 2015, 2018).



Specimen examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, “Igarapé Grande”, 09-24.VI.1995, fr., A.S.L. Silva 4371 (MG).

Macrolobium huberianum var. *huberianum* occurs in *terra firme* and *igapó* forests of the FLONA Caxiuanã. It is morphologically similar to *M. brevense*. For the comments regarding the diagnostic characters between the species, see the comments of *M. brevense*.

Macrolobium pendulum Willd. ex Vogel, *Linnaea* 11: 412. 1837 (for illustrations, see Félix-da-Silva *et al.*, 2013)

Distribution: species endemic to Brazil: Amazonas, Maranhão, and Pará (Félix-da-Silva *et al.*, 2013; BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, 15.X.1991, fl., A.S.L. Silva & M.C. Silva 2424 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, “Igarapé Caquajó”, 19.XI.2007, fl., fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 419 (IAN, MG).

Macrolobium pendulum occurs in *igapó* forest of the FLONA Caxiuanã. In the forest, it stands out because of the pendulous terminal inflorescence. It is also distinguished from other species of the genus by the ovate legumes.

Peltogyne Vogel, *Linnaea* 11: 410. 1837

Peltogyne venosa subsp. *densiflora* (Spruce ex Benth.) M.F. Silva, *Acta Amazonica* 6(1): 50. Supl. 1976 (for illustrations, see Félix-da-Silva *et al.*, 2009)

Trees 5-8 m high. Branches striate, pubescent; stipules do not see. Leaves notably pinnate, rachis absent; leaflets 2, opposite, glands present in upper and lower surface, elliptic, falcate, base symmetrical rounded, apex acuminate, 7-18 × 4-9 cm, venation brochidodromous. Flowers differentiate into petals and sepals, campanulate hypanthium, ca. 4 mm long; stamens 10, free filaments, anthers rimose, oblong; staminodes absent; nectariferous disc absent; ovary oblongoid, 4-8 mm long. Fruit legume, obovoid or oblique-oblongoid, surface smooth, non-resinous, 2-4 × 2-3 cm. Seeds do not see.

Distribution: French Guyana, Guyana, Suriname, Venezuela, and Brazil: in all Amazonia, except in the state of Acre (Silva, 1976; BFG, 2015, 2018).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, 15.X.1991, fr., A.S.L. Silva *et al.* 2429 (MG); Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, “rio Caxiuanã”, 14.X.1991, fr., A.S.L. Silva *et al.* 2413 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, “Igarapé Caquajó”, 30.I.2007, fr., M.M. Félix-da-Silva *et al.* 64 (MG, IAN).

Peltogyne venosa subsp. *densiflora* is widely distributed in the *igapó* forests in the FLONA Caxiuanã. The leaves with 2 leaflets and ovary oblongoid morphologically link *P. venosa* subsp. *densiflora* to *Hymenaea* spp. However, the former can be recognized by the symmetrical base of the leaflets and the fruit legume obovoid to oblique-oblongoid (*versus* leaflets with asymmetrical base and the fruit camara, ovoid to rhomboid in *Hymenaea* spp.). In addition, *P. venosa* subsp. *densiflora* is the only species in the FLONA Caxiuanã with the combination of one to two leaflets and legumes 2.5-3.5 × 2.5-3 cm.

DIALIOIDEAE FROM CAXIUANÃ

Martiodendron Gleason, *Phytologia* 1: 141. 1935

Martiodendron parviflorum (Amshoff) R.C.

Koeppen, *Brittonia* 14(2): 202. 1962

(Figure 3M and complementary illustrations in Koeppen & Iltis, 1962)

Trees 30-40 m high. Branches striate, puberulent; stipules deltate, tomentose, sessile, ca. 3.5 × 1.5 mm. Leaves notably pinnate, imparipinnate, rachis 11-20.5 cm long; leaflets 5-7, alternate, glands absent, oblong-ovate, base rounded or cordate, apex acute to acuminate, 5-14 × 3.5-7 cm, venation brochidodromous. Flowers differentiate into petals and sepals, campanulate hypanthium, ca. 16 mm long; stamens 4, free filaments, anthers poricidal, sagittate; staminodes 1; nectariferous disc absent; ovary terete, to



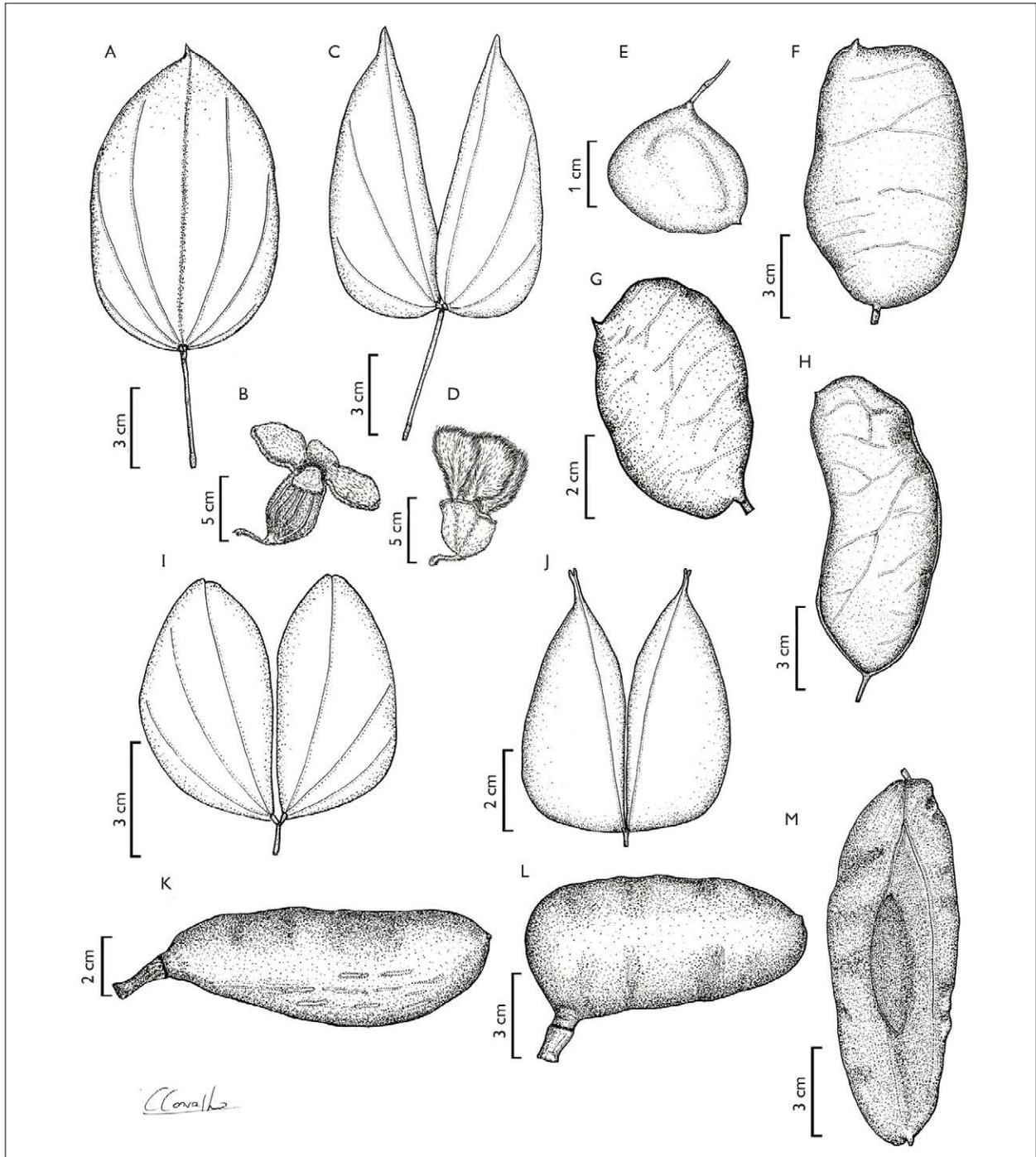


Figure 3. A-B) *Schnella rutilans*: A) leaf (Silva et al. 3116); B) flower, the petals were hidden (Carvalho 219); C-D) *Schnella splendens* – leaf (Carvalho 240); D) flower (Carvalho 259); E) *Copaifera duckei* – legume (Carvalho 262); F) *Crudia aequalis* – legume (Carvalho 296); G) *Crudia bracteata* – legume (Félix-da-Silva et al. 124); H) *Crudia oblonga* – legume (Carvalho et al. 179); I) *Cynometra bauhiniaefolia* – leaf (Carvalho et al. 202); J) *Cynometra longicuspis* – leaf (Carvalho et al. 206); K) *Hymenaea courbaril* – camara (Carvalho et al. 210); L) *Hymenaea intermedia* – camara (Maciel et al. 1562); M) *Martiodendron parviflorum* – samara (Carvalho et al. 167). Illustrations by Catarina S. Carvalho.

5 mm long. Fruit samara, oblongoid, surface striate, non-resinous ca. 9×5 cm. Seeds terete, ca. 4×2 cm.

Distribution: French Guyana, Suriname, and Brazil: Amapá and Pará (Koeppen & Iltis, 1962; BFG, 2015, 2018; Reflora, 2020).

Specimens examined: Brazil. Pará: Melgaço, FLONA Caxiuanã, “rio Curuá-Mirim, mata secundária com 18 anos de recrescimento”, 16.I.1995, fr., L.C. Lobato *et al.* 625 (MG); Melgaço, FLONA Caxiuanã, Estação Científica Ferreira Penna, “próximo ao forno de cerâmica”, 08.IX.2003, fr., M.A. Freitas 906 (MG); Portel, FLONA Caxiuanã, “próximo à base física da FLONA”, 27.08.2014, fr., C. Carvalho 167 (MG).

Additional specimen: Brazil. Pará: Almeirim, “Estrada do Munguba (fazendinha)”, 26.VI.1979, fl., N.T. Silva 5123 (MG).

Martiodendron parviflorum occurs in *terra firme* forests of the FLONA Caxiuanã, and it is recognized by the young leaflets reddish and the samara of the same color. It is morphologically close to *Vocapoua americana* Aubl. (Carvalho *et al.*, 2020) because of the oblong-ovate leaflets. However, it can be distinguished by the leaf rachis without nectaries, anthers sagittate, poricidal, and the fruits samara (*versus* leaves with extrafloral nectaries in the rachis, anthers oblong, rimose, and the fruits legume, in *V. americana*).

ACKNOWLEDGMENTS

This study was conducted with the aid of a fellowship granted by the post-graduate program of the *Museu Paraense Emílio Goeldi* (MPEG) and *Universidade Federal da Amazônia* (UFRA). The study was financed in part by the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*, Brazil (CAPES) – Finance Code 001, provided to first author (master’s research fellowship) and the *Programa Nacional de Apoio e Desenvolvimento da Botânica* (PNADB). We thank the *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade* (ICMBio) for granting the botanical collection license (Sisbio 43489-1). We thank M. Sc. Antonio Sérgio Lima da Silva to provide important

bibliographic references to identify the species; and we particularly thank Dr. Danilo Neves, who made possible the first field work in the FLONA Caxiuanã. We also would like to thank the *Estação Científica Ferreira Penna* (ECFPn-MPEG) and all the staff involved during our stay at the field station, especially Sr. Joca who made it possible to conduct the field work; and the then director of the ECFPn-MPEG, Dr. Leandro Valle Ferreira. Finally, we also thank Janet Reid for the language revision and Erlane J. Cunha for preparing of the map.

REFERENCES

- BARROSO, G. M., M. P. MORIM, A. L. PEIXOTO & C. L. F. ICHASO, 1999. Leguminosae. In: G. M. BARROSO, M. P. MORIM, A. L. PEIXOTO & C. L. F. ICHASO (Ed.): **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de Dicotiledôneas**: 168-221. UFV, Viçosa.
- BENTJE, H., 2010. **The Kew**: plant glossary: 1-165. Royal Botanical Gardens, Kew.
- BONADEU, F. & J. U. M. SANTOS, 2013. Contribuição ao conhecimento dos gêneros da tribo Ingeae ocorrentes em uma Floresta Nacional da Amazônia brasileira. **Rodriguésia** 64: 321-336. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2175-78602013000200009>
- BRAZILIAN FLORISTIC GROUP (BFG), 2015. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia** 66: 1085-1113. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566411>
- BRAZILIAN FLORISTIC GROUP (BFG), 2018. Brazilian Flora 2020: innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation GSPC. **Rodriguésia** 69: 1513-1527. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869402>
- BRUMMITT, R. K. & C. E. POWELL, 1992. **Authors of plant names**: 1-732. Whitstable, Great Britain.
- CARDOSO, D., T. SÄRKINEN, S. ALEXANDER, A. M. AMORIM, V. BITTRICH, M. CELIS, D. C. DALY, P. FIASCHI, V. A. FUNK, L. L. GIACOMIN, R. GOLDENBERG, G. HEIDEN, J. IGANCI, C. L. KELLOFF, S. KNAPP, H. C. LIMA, A. F. P. MACHADO, R. M. SANTOS, R. MELLO-SILVA, R. F. A. MICHELANGELI, J. MITCHELL, P. MOONLIGHT, P. L. R. MORAES, S. A. MORI, T. S. NUNES, T. D. PENNINGTON, J. R. PIRANI, G. T. PRANCE, L. P. QUEIROZ, A. RAPINI, R. RIINA, C. A. V. RINCON, N. ROQUE, G. SHIMIZU, M. SOBRAL, J. R. STEHMANN, W. D. STEVENS, C. M. TAYLOR, M. TROVÓ, C. VAN DEN BERG, H. VAN DER WERFF, P. L. VIANA, C. E. ZARTMAN & R. C. FORZZA, 2017. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 114: 10695-10700. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1706756114>



- CARVALHO, C. S., 2016. **Estudos florísticos em Leguminosae na FLONA de Caxiuanã, Pa, Brasil**: 1-143. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará.
- CARVALHO, C. S., M. P. MORIM & J. U. M. SANTOS, 2020. Sinopse taxonômica de Caesalpinioideae Leguminosae na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brazil. **Rodriguésia** 71: e02982018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860202071067>
- COWAN, R. S., 1953. A taxonomic revision of the genus *Macrobium* Leguminosae-Caesalpinioideae. **Memoirs of the New York Botanical Garden** 8: 257-342.
- DUCKE, A., 1949. Notas sobre a Flora Neotropica 11. As Leguminosae da Amazônia brasileira. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte** 18: 1-248.
- DWYER, J. D., 1958. A new word species of *Cynometra*. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 45: 313-345.
- ELLIS, B., D. C. DALY, L. J. HICKEY, K. R. JOHNSON, J. D. MITCHELL, P. WILF & S. L. WING, 2009. **Manual of leaf architecture**: 1-190. New York Botanical Garden, New York.
- FÉLIX-DA-SILVA, M. M., M. N. C. BASTOS & E. S. C. GURGUEL, 2009. Aspectos taxonômicos e morfológicos do processo germinativo e da plântula de *Peltogyne venosa* subsp. *densiflora* (Spruce ex Benth.) M.F. Silva (Leguminosae – Caesalpinioideae). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 4(3): 291-392.
- FÉLIX-DA-SILVA, M. M., M. N. C. BASTOS & E. S. C. GURGUEL, 2013. *Macrobium* Schreb. Leguminosae, Caesalpinioideae na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 8(1): 75-93.
- FÉLIX-DA-SILVA, M. M., M. N. C. BASTOS & E. S. C. GURGUEL, 2015. Contribuição ao conhecimento de *Eperua bijuga* Mart. ex Benth. (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Biota Amazônia** 5(1): 22-26.
- FIDALGO, O. & V. L. R. BONONI, 1984. **Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico**: (4): 1-62. Instituto de Botânica, São Paulo.
- FLORA DO BRASIL 2020, 2021. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Accessed on: 08 April 2021.
- FORZZA, R. F., J. F. A. BAUMGRATZ, C. E. M. BICUDO, D. A. L. CANHOS, A. A. C. CARVALHO, M. A. NADRUZ COELHO, D. P. COSTA, M. G. HOPKINS, P. LEITMAN, L. G. LOHMANN, E. N. LUGHADHA, L. C. MAIA, G. MARTINELLI, M. MENEZES, M. P. MORIM, A. L. PEIXOTO, J. R. PIRANI, J. PRADO, L. P. QUEIROZ, S. SOUZA, V. C. SOUZA, J. R. STEHMANN, L. S. SYLVESTRE, B. M. T. WALTER & D. C. ZAPPI, 2012. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **Bioscience** 62: 39-45. DOI: <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.8>
- HERBÁRIO VIRTUAL DA FLORA E DOS FUNGOS (INCT), 2020. Available at: <http://inct.splink.org.br/>. Accessed on: 26 August 2020.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio), 2020. Available at: <http://www.icmbio.gov.br/portal/flona-de-caxiuanã>. Accessed on: 28 August 2020.
- JSTOR - GLOBAL PLANTS DATABASE (JSTOR), 2020. Available at: <https://plants.jstor.org/>. Accessed on: 28 August 2020.
- KEARNS, D. M., 1998. *Crudia*. In: J. A. STEYERMARK, P. E. BERRY & B. K. HOLST (Ed.): **Flora of Venezuelan Guayana**: 4: 48-49. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- KOEPPEL, R. & H. ILTIS, 1962. Revision of *Martiodendron* (Cassieae, Caesalpinaceae). **Brittonia** 14(2): 191. DOI: <https://doi.org/10.2307/2805226>
- LEE, Y. T. & J. H. LANGENHEIM, 1975. **Systematic of the genus *Hymenaea* (Leguminosae - Caesalpinioideae, Detarieae)**: 1-101. University California (Publications in Botany, v. 69), Bekerley.
- LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP (LPWG), 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon** 66: 44-77. DOI: <https://doi.org/10.12705/661.3>
- LEWIS, G., B. SCHRIRE, B. MACKINDER & M. LOCK (Ed.), 2005. **Legumes of the world**: 1-577. Royal Botanical Garden, Kew.
- LOYOLA, R., N. MACHADO, D. VILA NOVA, E. MARTINS & G. MARTINELLI, 2014. **Áreas prioritárias para conservação e uso sustentável da flora brasileira ameaçada de extinção**. Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MARTINS-DA-SILVA, R. C. V., J. F. PEREIRA & H. C. LIMA, 2008. O gênero *Copaifera* (Leguminosae - Caesalpinioideae) na Amazônia brasileira. **Rodriguésia** 59(3): 455-476. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860200859304>
- NOGUEIRA, C., P. H. VALDUJO, A. PAESE, M. B. RAMOS NETO & R. B. MACHADO, 2009. Desafios para a identificação de áreas para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade** 5: 43-53.
- REFLORA - HERBÁRIO VIRTUAL (REFLORA), 2020. Available at: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Accessed on: 26 February 2020.
- SILVA, M. F., 1976. Revisão taxonômica do gênero *Peltogyne* Vogel Leguminosae-Caesalpinioideae. **Acta Amazonica** 6(1): supplement.
- TER STEEGE, H. *et al.* 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. **Science** 342: 1243092. DOI: <http://doi.org/10.1126/science.1243092>

THIERS, B., 2021. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. **New York Botanical Garden's Virtual Herbarium**. Available at: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>. Accessed on: 06 August 2020.

TRETHOWAN, L. A., R. P. CLARK & B. A. MACKINDER, 2015. A synopsis of the neotropical genus *Schnella* (Cercideae: Caesalpinioideae: Leguminosae) including 12 new combinations. **Phytotaxa** 204(4): 237-252. DOI: <http://dx.doi.org/10.11646/phytotaxa.204.4.1>

TROPICOS.ORG (2020). Missouri Botanical Garden. Available in: <http://www.tropicos.org>. Accessed on 07 September 2020.

VIEIRA, M. A. G., 1990. Contribuição ao estudo taxonômico do gênero *Crudia* (Caesalpinioideae) na Amazônia brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica** 6(1): 82-112.

WUNDERLIN, R., 1998. Bauhinia. In: J. A. STEYERMARK, P. E. BERRY & B. K. HOLST (Ed.): **Flora of Venezuelan Guayana**: 4: 5-13. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Storage of *Simarouba amara* Aubl. seeds Armazenamento de sementes de *Simarouba amara* Aubl.

Jiovana Santos Pereira Amorim Santos^I  | Andrea Vita Reis Mendonça^{II}  | Edvania da Silva Carvalho^{II}  |
Marcus Dhilermando Hora de Souza^{II}  | Manuela Oliveira de Souza^{II} 

^IUniversidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Feira de Santana, Bahia, Brasil

^{II}Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, Bahia, Brasil

Abstract: Prior knowledge about the physiological behavior of seeds under storage conditions allows the use of appropriate techniques to maintain viability. The goal of the present study was to classify the behavior of *Simarouba amara* seeds regarding their physiological potential during storage. The seeds were obtained from mature fruits, collected from five parent plants located at the Joanes-Ipitanga Environmental Protection Area (EPA) (Simões Filho, Bahia) in January 2018. Two experiments were carried out in a completely randomized design. In the first one, seed desiccation tolerance was evaluated with seven moisture contents: 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%, 25% and 35.6% (initial moisture). A germination test was carried out to evaluate the seeds' vigor. In the second experiment, the seeds were stored with moisture contents of 7.5%, 12.5% and 35.6% at temperatures of 8 °C, 15 °C and 20 °C for two storage periods, two and four months, and samples were taken to determine moisture content and conduct the germination test. Germination tests were performed in BOD chambers at 30 °C and with 12-hour light photoperiod. Daily counts were performed for the number of germinated seeds. We measured germination percentage, mean germination time, uncertainty index, percentage of normal seedlings, and percentage of unviable seeds. *Simarouba amara* seeds tolerate desiccation up to 7.5% moisture content, but lost viability when stored under this condition. At four months of storage all seeds lost viability. *Simarouba amara* seeds are recalcitrant and lose viability before reaching two months of storage.

Keywords: Desiccation tolerance. Seed conservation. Recalcitrant.

Resumo: Objetivou-se classificar o desempenho das sementes de *Simarouba amara* quanto ao potencial fisiológico durante o armazenamento. As sementes foram obtidas de frutos maduros, coletados de cinco matrizes localizadas na Área de Proteção Ambiental (APA) Joanes-Ipitanga (Simões Filho, Bahia) em janeiro de 2018. Foram realizados dois experimentos em delineamento inteiramente casualizado. No primeiro, foi avaliada a tolerância à dessecação, com sete teores de umidade: 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%, 25% e 35,6% (umidade inicial). Foi realizado teste de germinação para avaliação do vigor. No segundo, as sementes foram armazenadas com umidades de 7,5%, 12,5% e 35,6%, nas temperaturas de 8 °C, 15 °C e 20 °C, por dois períodos de armazenamento (2 e 4 meses), sendo retiradas amostras para teste de umidade e germinação. Os testes de germinação foram realizados em germinadores tipo BOD, à temperatura de 30 °C e fotoperíodo de 12 horas/luz. Foram realizadas contagens diárias para o número de sementes germinadas e avaliados a porcentagem de germinação, o tempo médio de germinação, o índice de incerteza, a porcentagem de formação de plântulas normais e o percentual de sementes inviáveis. As sementes de *S. amara* toleraram a dessecação até 7,5% e são recalcitrantes.

Palavras-chave: Tolerância à dessecação. Conservação de sementes. Recalcitrantes.

SANTOS, J. S. P. A., A. V. R. MENDONÇA, E. S. CARVALHO, M. D. H. SOUZA & M. O. SOUZA, 2021. Storage of *Simarouba amara* Aubl. seeds. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 89-95. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.253>.
Autora para correspondência: Manuela Oliveira de Souza. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Rua Rui Barbosa, 710 – Centro. Cruz das Almas, BA, Brasil. CEP 44380-000 (manuelasouza@ufrb.edu.br).

Recebido em 26/12/2019

Aprovado em 15/04/2021

Responsabilidade editorial: Aluisio José Fernandes-Júnior



INTRODUCTION

Irregular production of seeds of most native forest species, associated with the difficulties found in storing them, challenges seed conservation and seedling production activities (Souza *et al.*, 2011). The seed is the main propagation pathway of most native tree species, and its longevity often is low (Martins & Pinto, 2014), making it difficult to propagate these species.

Seed storage is one of the techniques used for the conservation of plant genetic resources, considered a low-cost alternative that allows the viability of these propagules to be maintained for long periods (Costa, 2009), depending on the storage potential of the species. *Ex situ* conservation via storage seeks to preserve the physical, physiological and sanitary qualities of seeds, aiming at future use for obtaining healthy seedlings, for the formation of commercial plantations, restoration of degraded areas and even for the formation of native forest gene banks (Floriano, 2004).

Environmental conditions during storage may accelerate the seed deterioration process, and the choice of these conditions depends on the ability of seeds to tolerate desiccation and low storage temperatures. Roberts (1973) separated the species into orthodox and recalcitrant, and Ellis *et al.* (1990) incorporated the term intermediate. Seeds with orthodox behavior tolerate desiccation at moisture levels below 5% and can be stored at low temperatures, for example at -20 °C, for long periods (Roberts, 1973; Hong & Ellis, 1996). Others are called intermediate because they tolerate dehydration at moisture contents of 8 to 10%, but are damaged when exposed to temperatures near or below 0 °C (Ellis *et al.*, 1990; Hong & Ellis, 1996). Seeds that are not able to tolerate water removal, losing viability when they reach 12-31% moisture and storage at low temperatures, are classified as recalcitrant (Roberts, 1973; Hong & Ellis, 1996).

The seeds may come from subtropical climate, tending to tolerate lower temperatures; however, due to the moisture level, do not tolerate sub-zero temperatures (Farrant *et al.*, 1988). Moderately and

highly recalcitrant seeds do not tolerate so much water loss. However, in the absence of additional water, germination is slow enough to maintain viability for several weeks if moisture content is kept high. These species are believed to be from tropical forests or wetlands, where the environment is favorable for germination throughout the year (Farrant *et al.*, 1988).

For the proper classification of species regarding storage potential, it is necessary to apply specific protocols, such as those developed by Hong & Ellis (1996). For many Brazilian native species there is no information on seed behavior during storage, and species are often classified on this issue without applying the protocols recommended for this purpose, which makes these studies inconclusive.

Simarouba amara is a tree species found in tropical forests with timber potential and is used in the manufacturing of crates, wooden ceilings, matches, frames, plywood and musical instruments (Loureiro *et al.*, 1979). In addition, the species is indicated for medicinal use and for the recovery of degraded areas. There is no consensus in the literature regarding the classification of the species; for instance, Corbineau & Côme (1989) classify it as recalcitrant and, on the other hand, for Cruz & Corrêa (2016) *S. amara* is intermediate. In this context, the objective was to classify *S. amara* seeds regarding physiological behavior during storage.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were carried out at the Ecology and Forest Restoration Laboratory of the Department of Forest Engineering of the Federal University of Recôncavo da Bahia, in the campus of Cruz das Almas, Bahia.

The fruits of *S. amara* were harvested from five parent plants located in the Joanes-Ipitanga Environmental Protection Area (EPA) in Simões Filho, Bahia (12° 47' 04" S, 38° 24' 14" W), in January 2018. Fruits went through manual processing, and their pulp was removed using sieves. After processing, seed moisture content was determined using four replicates with four grams of seeds



each, using the oven method at 105 ± 3 °C for 24 hours (Brasil, 2009).

EVALUATION OF THE DESICCATION TOLERANCE

After determining the initial moisture content (35.6%), the seeds were put to dry using blue gel silica (3 mm) and conditioned in a room with controlled temperature of 20 °C, according to the methodology proposed by Hong & Ellis (1996). The seeds were desiccated to various moisture contents: 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% and 25% (Hong & Ellis, 1996).

Seeds were arranged on three germination paper sheets, moistened with distilled water with a volume corresponding to 2.5 times the paper weight (Brasil, 2009) wrapped in the form of a roll, placed in plastic bags and put into a Biochemical Oxygen Demand (BOD) chamber, under temperature of 30 °C and 12-hour light photoperiod (Brasil, 2013). The experiment was carried out in a completely randomized design with seven treatments, corresponding to the desiccation levels of 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%, 25% and 35.6% (initial moisture), with four repetitions of 25 seeds each. Daily counts were performed for 66 days, adopting the criteria of root emergence for germination and the first pair of leaves for normal seedling (Brasil, 2009). We waited ten days after the last radicle emergence to determine the end of the count.

The evaluated variables were germination percentage, mean germination time, uncertainty index, percentage of normal seedlings, percentage of unviable seeds (dead seeds + abnormal seedlings). The data obtained were submitted to analyses of variance and regression in the R program version 3.1.3 (R Development Core Team, 2019).

STORAGE

In the *S. amara* seed storage experiment, a completely randomized design was adopted, with twelve treatments: T1- control (freshly collected seeds with 35.6% moisture

content), T2 (freshly collected seeds, dried to 7.5% of moisture content), T3 (freshly collected seeds dried to 12.5% moisture content), T4 (7.5% moisture content stored at 8 °C), T5 (7.5%/15 °C), T6 (7.5%/20 °C), T7 (12.5%/8 °C), T8 (12.5%/15 °C), T9 (12.5%/20 °C), T10 (35.6%/8 °C), T11 (35.6.5%/15 °C) and T12 (35.6%/20 °C). T4 to T12 treatments were evaluated after two storage periods, two and four months.

The seeds were placed in Petri dishes in polystyrene boxes (14.5 x 11.5 x 6 cm), each containing 75 seeds. The boxes were conditioned in BOD - type chambers, with temperature regulation, according to the proposed treatments. In the treatments (T10, T11 and T12), the relative humidity (RH) conditions were simulated by the use of saturated sodium chloride solution (75%) (Medeiros, 2006).

After each storage period, seed moisture content was determined by the oven method at 105 ± 3 °C for 24 hours (Brasil, 2009). Then, germination tests were performed, with four replicates of 20 seeds for each treatment, in which the seeds were arranged on three germination paper sheets, moistened with a volume of distilled water corresponding to 2.5 times the paper weight wrapped in rolls, placed in plastic bags and put into a BOD chamber, at a temperature of 30 °C and a 12-hour light photoperiod (Brasil, 2013). Daily counts were performed for 45 days, adopting the criteria of radicle emergence for germination and the first pair of leaves for normal seedling (Brasil, 2009). We waited ten days after the last radicle emergence to determine the end of the count.

The evaluated variables were germination percentage, mean germination time, uncertainty index, percentage of normal seedlings and percentage of unviable seeds (dead seeds + abnormal seedlings). The obtained data were submitted to analysis of variance and means comparison tests (Tukey, $\alpha = 0.05$), in the R program, version 3.1.3 (R Development Core Team, 2019).

In both experiments, on the first day after the end of the counts, a tetrazolium test was performed, removing

the seed coats, which were cut longitudinally through cotyledons and embryonic axis. They were placed in Petri dishes, and totally submerged in 0.5% tetrazolium solution, kept in the dark at 30 °C for 2:30 hours (Silva *et al.*, 2016). After color development, the embryos were washed in running water and left submerged in water until the evaluation according to Moore (1972), to verify the viability of hard seeds.

RESULTS AND DISCUSSION

EVALUATION OF THE DESICCATION TOLERANCE

In the desiccation tolerance tests, the germination was null for seeds with moisture content of 5%, which already makes it possible to infer that *Simarouba amara* seeds are not orthodox. Seeds that do not tolerate desiccation at $\leq 5\%$ moisture content are considered recalcitrant (Roberts, 1973; Hong & Ellis, 1996; Fonseca & Freire, 2003). Recalcitrant seed species are dispersed from the parent plant with high moisture contents. Reduction in seed moisture content, depending on its intensity, can lead to rapid loss of viability and death (Roberts, 1973; Costa, 2012). Therefore, recalcitrant species usually originate from habitats that allow rapid establishment soon after the dispersal event (Farrant *et al.*, 1988; Berjak & Pammenter, 2008). The Joanes-Ipitanga EPA, where *S. amara* seeds were collected, is characterized by dense ombrophilous vegetation (IBGE, 2012), with high rainfall (Centro de Recursos Ambientais, 2011), which guarantees the establishment and success of the species in that area.

The ability of seeds to survive desiccation is a functional trait that may be related to the ecology of plant regeneration. Pioneer species usually produce orthodox and dormant seeds (Tweddle *et al.*, 2003) and non-pioneer species tend to produce recalcitrant seeds (Pammenter & Berjak, 2000; Tweddle *et al.*, 2003). Thus, *S. amara* is a non-pioneer species (Lima *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2011), which corroborates its recalcitrant behavior.

The percentage of normal seedlings (p -value = 0.33) and the percentage of unviable seeds (p -value = 0.60) were not influenced by moisture content between 7.5% and 35.6%. Between the moisture contents of 7.5% and 35.6% the average percentage of normal seedlings was 89% and the average percentage of unviability was 10%. Corbineau & Côme (1989) found 100% mortality rates for *S. amara* seeds desiccated with 8% moisture. In the work conducted by Corbineau & Côme (1989), the seeds were dried in an open environment under the temperature of 20 °C and 55% humidity. In the present study, the drying was performed using silica gel (Hong & Ellis, 1996). This indicates that the drying method employed in the present study made it possible to further reduce the moisture content of the seeds before they lost viability. According to Nery *et al.* (2014), the seed drying method may influence desiccation tolerance.

The mean germination time and germination synchronization (uncertainty index) were favored in seeds with moisture content of 17% (minimum point) and 18% (maximum point), respectively (Figure 1). These results suggest that desiccation, up to approximately 17% moisture, stimulates seed vigor, since the shorter the germination time and the greater the synchronization, the more vigorous the seed lot (Ribeiro-Oliveira *et al.*, 2013).

The satisfactory germination performance at 7.5% moisture content leads to the assumption that *S. amara* seeds can be considered intermediate because, according to Ellis *et al.* (1990), intermediate seeds tolerate desiccation from 8 to 10%. However, to confirm such assumption it is necessary to observe the behavior of seeds stored at different temperatures (Hong & Ellis, 1996). The results of the storage experiment, discussed below, will allow the conclusion about the classification of the species regarding the storage potential. Therefore, the effect of desiccation on the viability of the seeds and their response to the storage environment are determining factors in this classification.

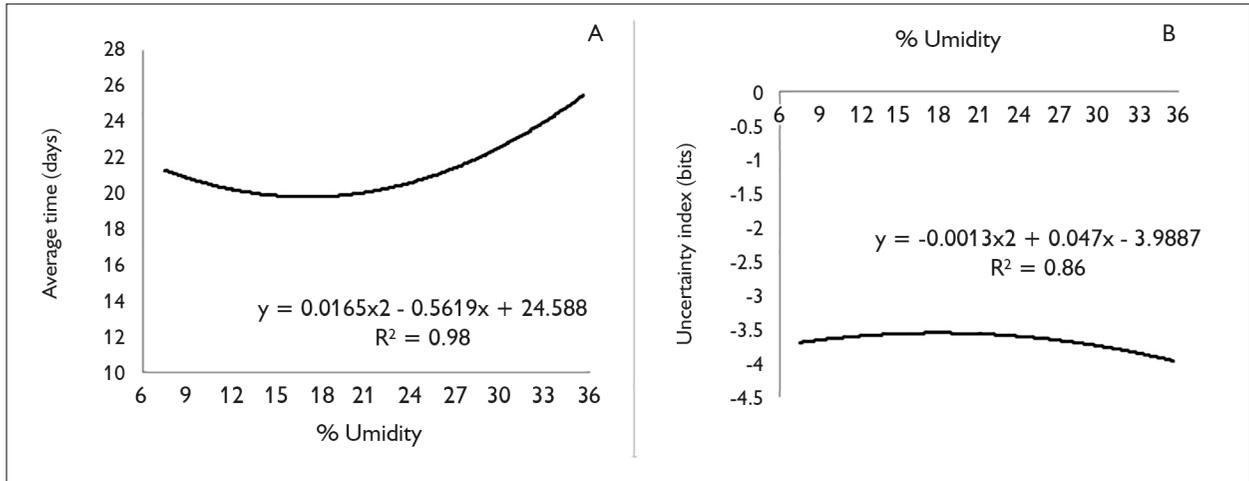


Figure 1. Evaluation of mean germination time (days) (A) and uncertainty index (bits) (B) for *Simarouba amara* Aubl. seeds stored for two months as a function of moisture content.

STORAGE

After two months of storage, germination was zero at temperatures of 7 °C and 15 °C for all moisture levels tested. The seeds kept at 7 °C had 100% mortality. The tetrazolium test, applied to non-germinated seeds of all treatments tested, confirmed that these seeds were dead. Seeds with recalcitrant behavior lose viability with desiccation and are sensitive to low temperatures (Nascimento *et al.*, 2010; Garcia *et al.*, 2015). At 20 °C, germination occurred for seeds stored with moisture content of 35.6% and 12.5%, but with considerable reduction when compared to freshly collected seeds (Table 1).

Considering that intermediate seeds tolerate, besides the reduction in moisture content to levels close to 8%, storage at low temperatures (above 0 °C) (Ellis *et al.*, 1990), we inferred that *S. amara* seeds are not intermediate and can therefore be classified as recalcitrant. Recalcitrant seeds have reduced viability in a short period, even when stored with high moisture contents (Santos, 2001; Bewley *et al.*, 2013).

Although, by definition, drying of recalcitrant seeds results in declining viability, considerable variation in desiccation sensitivity has been reported in the literature. Recalcitrant seeds form a very heterogeneous group

Table 1. Percentage of germination (% G), percentage of normal seedlings (% Normal), percentage of unviable seeds (% Unviable) for *Simarouba amara* Aubl. seeds, considering moisture content and storage time at 20 °C. Average on the columns, followed by equal letters do not differ statistically according to Scott-Knott test ($\alpha = 0.05$).

Treatments	%G	Normal (%)	Unviable (%)
Fresh collected seeds (35.6% humidity)	92 a	89.0 a	11.3 b
Fresh collected seeds dried at 12.5% humidity	87 a	87.0 a	8.3 b
Fresh collected seeds dried without dissection (2 months)	25 b	17.0 b	63.0 a
Seeds stored at 12.5% humidity (2 months)	19 b	11.0 b	69.0 a
QME	79.9	38.7	38.6
Significance	4.2E-8	2.3E-10	5.7E-09
CV%	16.05	12.20	16.35

and can be classified from lowest to highest desiccation sensitivity (Pammenter & Berjak, 2000). In this context, Farrant *et al.* (1988) proposed to group seeds into highly, moderately and minimally recalcitrant. Species that have minimally recalcitrant seeds endure greater water loss before their viability is lost.

Guarea kunthiana A. Juss, similar to *S. amara*, showed reasonable tolerance to desiccation and, after storage (for 90 days), under condition 10 °C, lost viability and were classified as recalcitrant (Nery *et al.*, 2014).

There was a reduction in the moisture content of the stored seeds for all moisture contents evaluated. For seeds stored with 35.6% and 12.5% moisture contents after two months, there were reductions to 13.5% and 11.2%, respectively. At four months of storage there was no germination and 100% of the seeds were not viable, as confirmed by the tetrazolium test results.

Simarouba amara seeds did not tolerate water loss at $\leq 5\%$ levels and lost viability before 60 days of storage. The physiological mechanisms responsible for intolerance to desiccation in recalcitrant seeds are not yet fully understood, making it difficult to develop adequate protocols for storage and conservation of these seeds. In this context, it emphasizes the need for future studies evaluating the storage of *S. amara* seeds at moisture content of 17%, with the hypothesis that this moisture prolongs their viability during storage. In addition, it is important to evaluate storage for periods shorter than two months, considering that this information is useful for planning the planting of this species. It is also recommended that other propagule storage techniques, such as cryopreservation, be tested for *S. amara*.

CONCLUSION

Simarouba amara seeds have recalcitrant behavior and lose viability before reaching two months of storage maintained at a temperature of 20 °C with moisture contents of 12.5% and 35.6%.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledge the financial support provided by *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) for the first author and thank the Environment and Water Resources Institute (INEMA/Bahia).

REFERENCES

- BERJAK, P. & N. W. PAMMENTER, 2008. From *Avicennia* to *Zizania*: seed recalcitrance in perspective. **Annals of Botany** 101(2): 213-228. DOI: <http://doi.org/10.1093/aob/mcm168>
- BEWLEY, J. D., K. J. BRADFORD, K. H. W. M. HILHORST & H. NONOGAKI, 2013. **Seeds: physiology of development germination and dormancy**: 1-392. Springer, New York.
- BRASIL, 2009. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**: 1-398. SMDA/DNDV/CLAV, Brasília.
- BRASIL, 2013. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de espécies florestais**: 1-98. MAPA/ACS, Brasília.
- CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS (CRA), 2011. **Diagnóstico ambiental da APA Joanes-Ipitanga**: 1-70. Relatório Final. Qualidade Ambiental, Salvador.
- CORBINEAU, F. & D. CÔME, 1989. Germination and storage of recalcitrant seeds of some tropical forest tree species. **Annales des Sciences Forestières** 46(Supl.): 89s-91s.
- COSTA, C. J., 2009. **Armazenamento e conservação de sementes de espécies do Cerrado**: 1-30. EMBRAPA Cerrados, Planaltina, Distrito Federal.
- COSTA, C. J., 2012. **Deterioração e armazenamento de sementes de hortaliças**: 1-30. EMBRAPA Clima Temperado, Pelotas.
- CRUZ, E. D. & J. F. CORRÊA, 2016. **Germinação de sementes de espécies amazônicas: marupá (*Simarouba amara* Aubl.)**: 1-4. EMBRAPA (Comunicado Técnico, 280), Belém.
- ELLIS, R. H., T. D. HONG & H. ROBERTS, 1990. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental Botany** 41(9): 1167-1174. DOI: <http://doi.org/10.1093/jxb/41.9.1167>
- FARRANT, J. M., N. W. PAMMENTER & P. BERJAK, 1988. Recalcitrance – a current assessment. **Seed Science and Technology** 16(1): 155-166.
- FLORIANO, E. D., 2004. **Armazenamento de sementes florestais**: 1-10. Caderno Didático, Santa Rosa.
- FONSECA, S. C. L. & H. B. FREIRE, 2003. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia** 62(2): 297-303. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000200016>

- GARCIA, L. C., S. G. A. SOUSA & R. B. M. LIMA, 2015. **Coleta e manejo de sementes florestais da Amazônia**: 1-33. EMBRAPA Amazônia Ocidental, Brasília.
- HONG, T. D. & R. H. ELLIS, 1996. **A protocol to determine seed storage behavior**: 1-55. International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2012. **Manual técnico da vegetação brasileira**: 1-271. IBGE (Manuais Técnicos em Geociências), Rio de Janeiro.
- LIMA, R. B. A., R. K. S. SILVA, L. C. MARANGON & A. L. P. FELICIANO, 2014. Sucessão ecológica de espécies arbóreas, Igarassu, PE. **Anais do Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais** 8: 337-341. DOI: <http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimpósioFloresta.2014.96-682-1>
- LOUREIRO, A. A., M. F. SILVA & J. C. ALENCAR, 1979. **Essências madeireiras da Amazônia**: 1-187. INPA, Manaus.
- MARTINS, C. C. & A. M. D. S. C. PINTO, 2014. Armazenamento de sementes de ipê-amarelo-do-brejo (*Handroanthus umbellatus* (Sond.) Mattos. Bignoniaceae). **Ciência Florestal** 24(3): 533-539.
- MEDEIROS, A. C. S., 2006. **Preparo e uso de soluções salinas saturadas para a caracterização fisiológica de sementes florestais**: 1-6. EMBRAPA Florestas (Circular Técnica), Colombo.
- MOORE, R. P., 1972. Interpretation of color differences in tetrazolium testing. **Seed Technologist News** 44(3): 22-24.
- NASCIMENTO, W. M. O., S. M. CICERO & A. D. L. C. NOVEMBRE, 2010. Conservação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes** 32(1): 24-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200006>
- NERY, M. C., A. C. DAVIDE, E. A. A. SILVA, G. C. M. SOARES & F. C. NERY, 2014. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. **Cerne** 20(3): 477-483. DOI: <http://doi.org/10.1590/01047760201420031450>
- OLIVEIRA, L. S. B., L. C. MARANGON, A. L. P. FELICIANO, A. S. LIMA, M. O. CARDOSO & V. F. SILVA, 2011. Florística, classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 6(3): 502-507.
- PAMMENTER, N. W. & P. BERJAK, 2000. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 12: 56-69.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2019. **R: R version 3.1.3** (2015-03-09) – “Smooth Sidewalk” Copyright © 2015. The R Foundation for Statistical Computing Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit).
- RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P., M. A. RANAL & D. G. SANTANA, 2013. A amplitude amostral interfere nas medidas de germinação de *Bowdichia virgilioides* Kunth? **Ciência Florestal** 23(4): 623-634. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509812346>
- ROBERTS, E. H., 1973. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology** 1(4): 499-514.
- SANTOS, I. R. I., 2001. Criopreservação de germoplasma vegetal. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento** 20: 60-65.
- SILVA, B. A., J. L. NOGUEIRA, E. S. N. VIEIRA & M. PANOBIANCO, 2016. Critérios para condução do teste de tetrazólio em sementes de araucária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 51(1): 61-68.
- SOUZA, V. C., L. A. ANDRADE, F. R. S. CRUZ, J. R. FABRICANTE & L. S. B. OLIVEIRA, 2011. Conservação de sementes de marizeiro *Geoffroea spinosa* Jacq. utilizando diferentes embalagens e ambientes. **Ciência Florestal** 21(1): 93-102. DOI: <http://doi.org/10.5902/198050982751>
- TWEDDLE, J. C., J. B. DICKIE, C. C. BASKIN & J. M. BASKIN, 2003. Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. **Journal of Ecology** 91(2): 294-304. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00760.x>

Efetividade de uma iniciativa de manejo para contenção da exploração florestal ilegal em um Projeto de Desenvolvimento Sustentável em Anapu, Pará

Effectiveness of a forest management initiative to contain illegal logging in a Sustainable Development Project in Anapu, Pará

Igor da Silva Narvaes^I  | Roberto Porro^{II}  | Tássio Franco Cordeiro^{III}  |
Frederico Augusto Pereira Elleres^{IV}  | Sandra Maria Neiva Sampaio^{II}  | Orlando dos Santos Watrin^{II} 

^IInstituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Coordenação Espacial do Sul. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

^{II}Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Amazônia Oriental. Belém, Pará, Brasil

^{III}Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil

^{IV}Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, Pará, Brasil

Resumo: A pressão por áreas florestais a serem exploradas é constante na Amazônia. Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS) constituem uma modalidade de assentamento rural com objetivos sociais e ambientais, tendo o manejo florestal sustentável como alternativa para geração de renda. Utilizando a metodologia de "Detecção de exploração madeireira em tempo quase real" (DETEX), desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), este estudo analisou a ocorrência de exploração florestal licenciada e não autorizada no PDS Virola-Jatobá (PDS-VJ), município de Anapu, Pará, no período de 1999 a 2016. Foram identificadas alterações não autorizadas em 18.519 ha, sendo que 92% desta alteração ocorreram anteriormente a 2004, quando houve o assentamento das famílias, e outros 4,9% ocorreram quando o plano de manejo conduzido pela associação local não havia iniciado ou estava interrompido. Os resultados comprovam a assertividade das técnicas utilizadas, embora limitadas pela resolução espacial das imagens Landsat. O PDS-VJ, apesar de ainda não ter sido eficaz na consolidação de meios de vida sustentáveis, tem no manejo florestal uma alternativa que se mostrou promissora na contenção da exploração florestal não autorizada, pois apenas 3,1% das alterações ilegais observadas ao longo de 18 anos ocorreram durante sua vigência.

Palavras-chave: Amazônia. Assentamento de reforma agrária. Manejo florestal comunitário. Geotecnologias. Análise multitemporal. Projeto DETEX.

Abstract: The pressure for forest areas to be explored is constant in the Amazon. Sustainable Development Projects (PDS) constitute a rural settlement modality with social and environmental objectives, with sustainable forest management as an alternative for income generation. Using the DETEX methodology (Near Real-Time Logging Detection), developed by Brazil's National Institute for Space Research, this study analyzed the occurrence of licensed and unauthorized logging at PDS Virola-Jatobá, in the Anapu municipality, state of Pará. Unauthorized logging in the 1999-2016 period was identified in 18.519 ha, 92% of which occurred prior to 2004, when families were settled, and other 4.9% when the forest management plan conducted by the local association had not started or was interrupted. Results confirm the accuracy of the techniques used, although limited by Landsat images' spatial resolution. Although the Virola-Jatobá PDS has not yet been effective in consolidating sustainable livelihoods, forest management proved to be a promising alternative in curbing unauthorized timber extraction, as only 3.1% of the illegal logging observed over 18 years occurred during its existence.

Keywords: Amazon. Land reform settlement. Community forest management. Geotechnologies. Multitemporal analysis. DETEX Project.

NARVAES, I. S., R. PORRO, T. F. CORDEIRO, F. A. P. ELLERES, S. M. N. SAMPAIO & O. S. WATRIN, 2021. Efetividade de uma iniciativa de manejo para contenção da exploração florestal ilegal em um Projeto de Desenvolvimento Sustentável em Anapu, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 97-114. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturalis.v16i1.320>.

Autor para correspondência: Igor da Silva Narvaes. Coordenação Espacial do Sul - COESU. Campus da Universidade. Caixa Postal nº 5021. Santa Maria, RS, Brasil. CEP 97105-970 (igor.narvaes@inpe.br).

Recebido em 20/06/2020

Aprovado em 07/12/2020

Responsabilidade editorial: José Nazareno Araújo dos Santos Junior



INTRODUÇÃO

A pressão por áreas a serem exploradas economicamente é uma constante na Amazônia brasileira, principalmente após os planos de desenvolvimento elaborados pelo governo federal para esta região, a partir da década de 1960, quando surgiu o termo Amazônia Legal (Marques, 2013). Tais planos preconizam instalação de infraestrutura viária, bem como projetos agropecuários e de mineração, com a justificativa de “ocupar para não entregar”, sob a ótica dos governos militares e posteriormente civis que implementaram políticas públicas voltadas para a integração da Amazônia às regiões do país (Franchi *et al.*, 2011), cujo desenvolvimento econômico era considerado mais dinâmico. Seus objetivos incluíam aumentar a capacidade de produção energética e agropecuária, além de prover infraestrutura para escoamento desta produção (Kohlhepp, 2002), porém isso foi feito desconsiderando-se a dimensão ambiental como premissa para o desenvolvimento sustentável (Abers *et al.*, 2017; Moran, 2016).

Tais programas e políticas pretéritas foram aperfeiçoados, do ponto de vista social e ambiental (Azevedo-Ramos, 2008), principalmente após a implementação, em 2004, do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) (Ramos, 2020). Embora ainda persista a concentração de renda e da terra, potencializando conflitos fundiários e o conseqüente aumento da violência (Chimeli & Soares, 2017), ações no âmbito do PPCDAm apresentam inegável relação com a redução das taxas de desmatamento na Amazônia Legal (Arima *et al.*, 2014; Mello & Artaxo, 2017), mais expressivas nos estados do Mato Grosso e do Pará (Börner *et al.*, 2015), intimamente ligadas a atividades de exploração florestal, em sua maioria ilegal (Asner *et al.*, 2006, 2009). Mesmo essa redução, contudo, foi revertida a partir de 2017 (Araújo & Vieira, 2019).

Porém, uma menor efetividade das ações foi exercida sobre o monitoramento da exploração florestal ilegal na Amazônia, que, via de regra, acarreta degradação florestal (Asner *et al.*, 2006), definida por Ghazoul *et al.* (2015) como um estado de sucessão interrompida e induzida

antropogenicamente, onde os processos ecológicos subjacentes à dinâmica da floresta são diminuídos ou severamente restringidos, com a redução gradual e em longo prazo da cobertura do dossel, devido a incêndios florestais e à extração de madeira de forma não sustentável (Pinheiro *et al.*, 2016). Embora os monitoramentos contínuos realizados na Amazônia também avaliem exploração, degradação florestal e estradas ilegais (IMAZON, 2020), são, em geral, voltados para a detecção do desmatamento anual (Shimabukuro *et al.*, 2012), em tempo quase real (Diniz *et al.*, 2015), bem como à qualificação das áreas já desmatadas (Almeida *et al.*, 2016).

Uma das alternativas potenciais na mitigação de atividades antrópicas na Amazônia, em especial a exploração florestal ilegal, são os assentamentos de caráter ambientalmente diferenciado (Le Tourneau & Bursztyn, 2010) que seguem os preceitos de desenvolvimento sustentável, o qual, de acordo com Gonçalves (2005), procura conciliar a necessidade de desenvolvimento econômico da sociedade com a promoção do desenvolvimento social e com o respeito ao meio ambiente. Entre estes, o Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS), criado pela Portaria do Instituto Nacional da Colonização e Reforma Agrária (INCRA) nº. 477/1999 (INCRA, 1999), modificada pela Portaria nº. 1.040/2002 (INCRA, 2002a), é uma modalidade fundiária que integra a prática da agricultura, do extrativismo e de atividades florestais consideradas de baixo impacto ambiental (Bringel & Gonçalves, 2014), balizadas pela manutenção de áreas de reserva legal (ARL) e áreas de preservação permanente (APP) (Brasil, 2012) e o estabelecimento de áreas de uso alternativo (AUA). Apenas nestas é permitida a substituição de vegetação nativa e formações sucessoras por outras coberturas do solo, desde que autorizada pelos órgãos ambientais. São exploradas em regime familiar, usualmente em lotes concedidos para uso de cada beneficiário do assentamento (Porro *et al.*, 2018).

No estado do Pará, a opção por esse instrumento diferenciado deveu-se, sobretudo em sua fase inicial, ao trabalho realizado pela religiosa Dorothy Stang e à

Comissão Pastoral da Terra, que idealizaram essa proposta que articula a reforma agrária à conservação ambiental na região da rodovia Transamazônica (Mendes & Porro, 2015; Porro *et al.*, 2015, 2018). Contudo, antagonismos sociais, cuja expressão mais visível é simbolizada pelo assassinato de Dorothy Stang em 2005, provocaram desdobramentos que, mesmo passados 15 anos, ainda influenciam as perspectivas dos interessados na posse e no uso daquelas terras (Porro *et al.*, 2018).

Em PDS, sobretudo considerando-se as limitações ambientais para supressão visando cultivo agrícola, torna-se relevante a integração da atividade de manejo florestal como fonte de renda adicional e de oportunidades de trabalho para os assentados (Porro *et al.*, 2020). O respeito à legislação ambiental torna-se necessário para que a retirada e a venda de madeira ocorram de forma legal, não causando empecilhos para o detentor e executor da atividade. Neste aspecto, de acordo com a legislação, um plano de manejo florestal deve ser protocolado ao órgão ambiental e revisado a cada cinco anos. A cada ano, uma autorização deve ser submetida para o manejo de uma unidade de produção anual (UPA), incluída em Plano Operativo Anual (POA), que deve ser licenciado por meio de uma Autorização para Exploração Florestal (AUTEF) (CONAMA, 2009).

Considerando-se as dimensões e características dos PDS, produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são capazes de identificar áreas de exploração florestal e a sua dinâmica em grandes extensões territoriais, úteis para áreas contínuas de difícil acesso (Souza Jr. *et al.*, 2005; Lima *et al.*, 2019; Shimabukuro *et al.*, 2019) e de conflito agrário. Neste âmbito, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mapeia anualmente, em caráter experimental e para fins de pesquisa, desde o ano de 2006, a região de tipologia florestal na Amazônia, por intermédio do projeto “Detecção de exploração madeireira em tempo quase real (DETEX)” (Guimarães & Gomes, 2012).

Com a disponibilidade de imagens de satélite de forma contínua para a Amazônia, principalmente de sensores ópticos, as pesquisas desenvolvidas por Asner *et al.* (2005)

e Grecchi *et al.* (2017) merecem destaque, ao elencarem diferentes métodos e métricas para a quantificação de tais áreas. São, ainda, relevantes os trabalhos que monitoram os efeitos posteriores à atividade de exploração florestal, tal como o de Shimabukuro *et al.* (2014), e o caráter de legalidade da atividade de acordo com o formato da infraestrutura de exploração, como o de Tritsch *et al.* (2016).

Decorridas duas décadas desde o surgimento da modalidade PDS, análises são necessárias quanto à sua efetividade na contenção da exploração florestal ilegal. Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo investigar a dinâmica temporal da exploração florestal, utilizando produtos e técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento como instrumento de avaliação da efetividade desta atividade devidamente licenciada, constatada em vistorias realizadas em campo das áreas efetivamente licenciadas para a atividade por Autorizações de Exploração Florestal (AUTEF), emitidas pelo órgão ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo selecionada para a presente análise foi o PDS Virola-Jatobá (PDS-VJ – coordenadas 3° 12' 52.88" S e 51° 18' 38.89" O), implementado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária no município de Anapu (INCRA, 2002b). Está localizado ao norte da rodovia BR-230 (Transamazônica), tendo sido criado pela Portaria SR01 nº. 39/2002 (INCRA, 2002b). Compreendia, até agosto de 2018, dois módulos distintos, ocupando 39.602 hectares. A Portaria nº. 1.470/2018 do INCRA determinou a anexação, em 31/08/2018, de duas glebas adicionais, o que permitiu a unificação de seu perímetro, de modo que a área total resultante passou a ser de 41.869 hectares (Figura 1), contendo 14 subglebas, com aproximadamente 3.000 hectares cada (INCRA, 2018). Nesta área, situam-se 160 parcelas de uso alternativo (AUA), concedidas a cada família assentada, sendo o restante da área considerada Reserva Legal (RL), de gestão e uso coletivo.

É intensa a mobilidade de ocupantes nos lotes de uso alternativo. Em menos de 15 anos, desde a criação do assentamento, mais de 500 famílias passaram pelos 160 lotes. Apesar da área média dos lotes ser de 20,8 hectares, 22 lotes possuíam menos de 18 hectares, sendo que quatro deles apresentavam menos de 16 hectares e

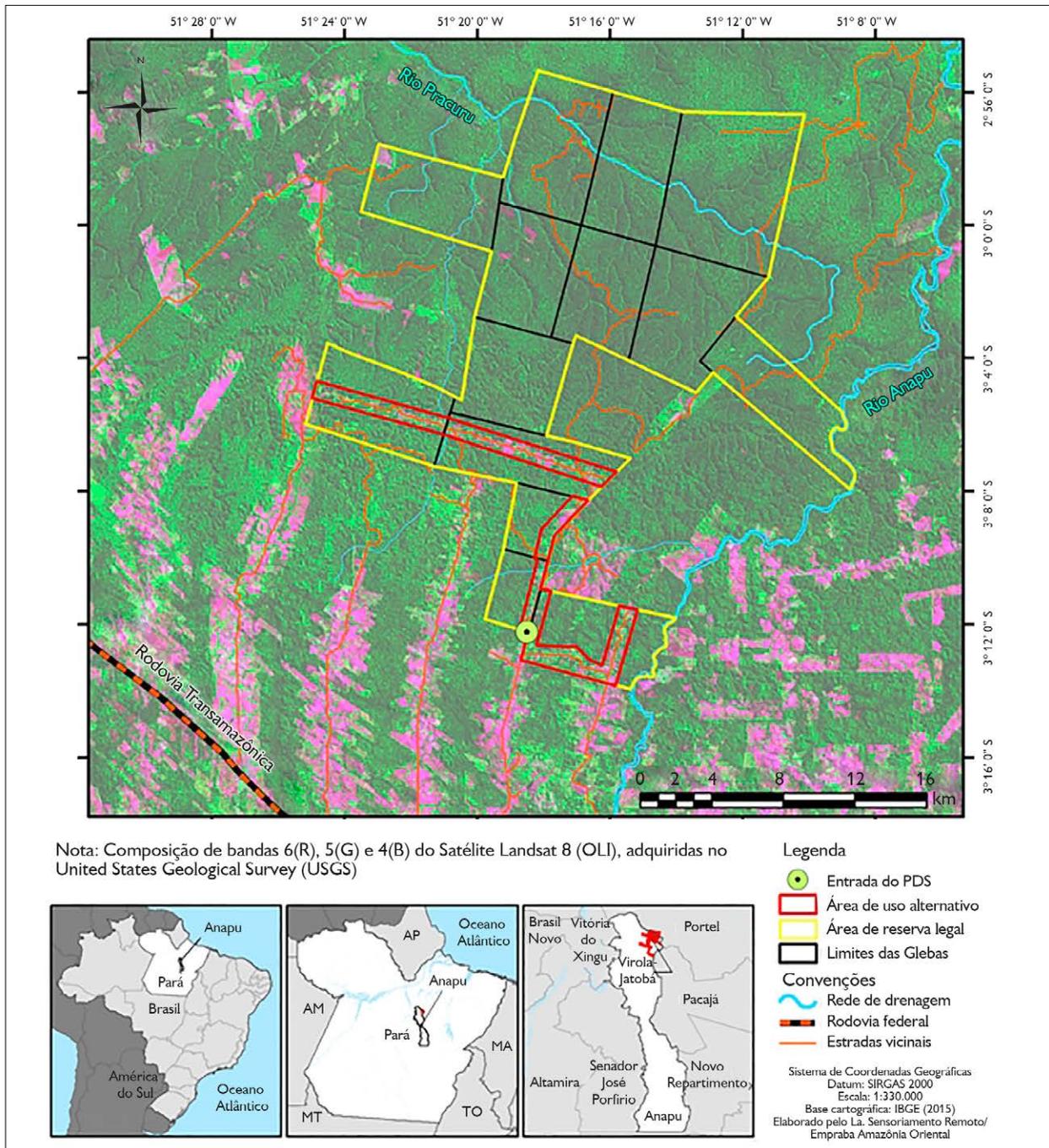


Figura 1. Mapa de localização do PDS Virola-Jatobá, município de Anapu, Pará.



41 lotes, mais de 22 hectares, com cinco deles com mais de 30 hectares (Porro *et al.*, 2018). Os lotes são destinados ao uso agropecuário por famílias assentadas. Contudo, pelo fato de a maior parte destas parcelas possuir cobertura florestal, o uso agrícola somente pode ocorrer mediante autorização de desmatamento concedida pelo órgão ambiental.

As características do ambiente biofísico do PDS-VJ, notadamente a baixa fertilidade de seus solos, não privilegiam a agricultura voltada ao mercado, corroborando a vocação da área para a produção extrativa que resulte na comercialização de produtos florestais. As famílias do PDS-VJ envolvidas em ação coletiva em torno desse enfoque são representadas pela Associação Virola Jatobá do PDS Anapu (AVJ) e pela Cooperativa de Produtores Agrícolas Orgânicos Florestais do PDS Virola-Jatobá (COOPAF).

A área do PDS Virola-Jatobá é drenada por igarapés tributários dos rios Anapu e Pracuru, sendo a malha viária existente subordinada à rodovia Transamazônica, que corre mais ao sul. Os solos ocorrentes apresentam boas propriedades físicas, profundidade, drenagem, porosidade e aeração, porém elevada acidez, baixa soma de bases e baixa saturação por bases trocáveis (Rodrigues *et al.*, 2007). Tais limitações de natureza química para uso agropecuário são de fácil correção a partir de insumos, que, porém, são de custo inacessível à grande maioria dos produtores ali assentados.

O desmatamento no PDS-VJ era limitado a 6,7% da área total em 2015 (Watrin *et al.*, 2020), apresentando forte predominância de floresta, sendo esta situação observada mesmo na área de uso alternativo, que até aquele ano apresentava mais de 60% de cobertura florestal (Porro *et al.*, 2018). Nas áreas desmatadas predominam pastagens, mas também há presença de pequenas roças familiares com baixa diversificação da base produtiva, nas quais são importantes os cultivos anuais de mandioca e milho, apesar de excepcionalmente serem ainda observados pequenos pomares e cultivos de cacau. Em antigas áreas de uso agropecuário abandonadas, foi favorecido o surgimento de manchas de capoeiras (sucessão secundária) com estrutura e densidades variáveis. Em análise realizada para o ano de 2015,

10% da AUA era coberta por capoeiras, percentual semelhante àquele sob cultivo agrícola, sendo 7% para anuais e 3,5% para perenes, ao passo que uma área superior a 20% consistia de pastagens (Porro *et al.*, 2018).

No PDS-VJ, o assentamento das famílias foi efetivamente formalizado a partir do ano de 2004. A primeira iniciativa de manejo florestal sustentável, com o objetivo de fomentar a extração madeireira e gerar renda aos assentados, ocorreu entre 2008 e 2012. Os assentados receberam treinamentos e qualificação em iniciativas de exploração florestal, no âmbito do Programa de Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia (ProManejo), gerido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e executado pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), com recursos financeiros de fontes nacionais e internacionais. Nesse período, a exploração ocorreu mediante à contratação de uma empresa que arcava com todos os custos operacionais e os riscos da atividade, pagando à AVJ por cada metro cúbico de madeira extraído (Mendes & Porro, 2015; Porro *et al.*, 2015, 2018). Irregularidades levaram à edição da Instrução Normativa INCRA n.º. 65/2010, que proíbe a exploração florestal nos assentamentos, por meio de parceria direta entre comunidade e empresas (INCRA, 2010). Assim, o plano de manejo no PDS-VJ foi interrompido entre 2013 e 2015. Uma segunda etapa de exploração florestal ocorreu em 2016-2017, com base em manejo comunitário gerido diretamente por organizações representativas dos assentados (COOPAF e AVJ) (Porro *et al.*, 2020; artigo, em avaliação, intitulado “State-led agrarian and environmental policy failure in a Brazilian forest frontier: Anapu’s Sustainable Development Project”, de autoria de R. Porro e N. Porro). Para cada ano em que ocorreu a exploração florestal, foram fornecidas, pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS-PA), as AUTEF, com a especificação de área autorizada para exploração da UPA, bem como o respectivo volume autorizado para tal (Tabela 1).

Tabela 1. Detalhamento das autorizações para exploração florestal (AUTEF), fornecidas pelo órgão responsável pelo licenciamento no PDS para o período analisado. A UPA1, com 180 ha inventariados em 2007 em caráter experimental, não foi explorada. Legenda: * = caso solicitado pelo detentor da AUTEF, seu prazo de validade, ou seja, o direito à exploração florestal (corte, derruba, arraste de toras de árvores) pôde ser estendido por um ano a contar da data de validade, o que ocorreu no caso das UPA 5 e 6. Fonte: elaborada a partir dos dados das Autorizações de Exploração Florestal emitidas pela SEMAS-PA.

	Área autorizada (ha)		Volume autorizado para exploração (m ³ /ha)	Data da Autorização para Exploração Florestal (AUTEF)	Data de validade da AUTEF*
	Total	Líquida			
UPA 2	501,06	415,05	29,12	05/06/2008	01/04/2009
UPA 3	504,72	462,06	26,86	31/08/2009	31/08/2010
UPA 4	972,72	952,72	29,99	05/10/2010	05/10/2011
UPA 5	1.089,93	1.058,29	28,30	12/06/2011	12/06/2013
UPA 6	545,27	440,87	26,40	23/11/2015	23/11/2017

PROCESSAMENTO DOS DADOS ESPACIAIS

Foram utilizadas imagens da série Landsat, dos sistemas sensores *Thematic Mapper* – TM (Landsat 5), *Enhanced Thematic Mapper Plus* - ETM+ (Landsat 7) e *Operational Land Image* (Landsat 8), considerando as bandas do vermelho, infravermelho próximo e infravermelho médio, ortorretificadas e com correção atmosférica. Para a correção atmosférica, as imagens foram convertidas de número digital (ND) para radiância no topo da atmosfera pelo método *Top of the Atmosphere* (TOA), utilizando os parâmetros de radiância espectral do satélite da série Landsat e, assim, posteriormente convertidas para reflectância na superfície terrestre (Chander *et al.*, 2007), disponibilizadas no catálogo do Serviço Geológico Americano (USGS, s. d.) (University of Maryland, 2000; Gutman *et al.*, 2013).

Como critério de seleção das imagens de estudo, levou-se em consideração aquelas com menor cobertura de nuvens possível ou que tivessem pelo menos uma gleba livre de nuvens para serem utilizadas. Com base neste critério de seleção, para o período de análise de 1984 a 2014, foram utilizadas as imagens definidas na Tabela 2.

Após a aquisição das imagens, o banco de dados foi organizado em linguagem PostgreSQL, no *software* de geoprocessamento *TerraAmazon*, versão 4.6.3, considerado um sistema de informação geográfica (SIG)

Tabela 2. Imagens da série Landsat utilizadas na área do PDS Virola-Jatobá, referentes a órbita/ponto – 225/062. Fonte: elaborada de acordo com os critérios de seleção estabelecidos para a análise da área de estudo.

Sistema sensor	Data de imageamento
L8-OLI	2/08/2016
L8-OLI	16/08/2015
L8-OLI	3/12/2014
L8-OLI	21/10/2013
L7-ETM+	2/10/2012
L5-TM	4/7/2011
L5-TM	27/9/2010
L5-TM	19/11/2009
L5-TM	11/7/2008
L5-TM	23/6/2007
L5-TM	4/6/2006
L7 - ETM+	13/9/2005
L5-TM	1/8/2004
L7-ETM+	23/8/2003
L5-TM	25/10/2000
L7-ETM+	17/6/2002
L5-TM	4/08/1999
L5-TM	21/7/1994
L5-TM	23/6/1984

destinado a apoiar projetos de cunho ambiental. Os planos de informação foram projetados com sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 22 Sul e Datum planimétrico geocêntrico Sirgas 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

Assim, foram efetuadas as operações de processamento digital de imagens, baseando-se na metodologia do DETEX, com imagens de satélites de média resolução espacial, idealizado pelo INPE (Guimarães & Gomes, 2012; Figura 2). Para isso, foi aplicado o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), no intuito de separar três componentes principais: solo, sombra e vegetação, proporcionalmente contidos em cada pixel, provenientes da integração da radiância dos elementos captados pelo sensor em cada elemento de resolução (Shimabukuro & Smith, 1991).

Posteriormente, foi realizada a operação aritmética da razão entre os componentes solo e vegetação extraídos do modelo de mistura, acrescida de ganho e *offset*, com valores de 90 e 50 respectivamente (Figura 2), em que é aplicada na equação 1:

$$FC = \text{Ganho} * \left(\frac{R0}{R1} \right) + \text{Offset} \quad (1)$$

Onde: FC = fator de calibração; ganho = valores de diferentes respostas dos detectores expostos ao mesmo nível de iluminação; R0 = imagem fração solo; R1 = imagem fração vegetação; *offset* = resposta diferente de zero quando não há nível de iluminação, sendo diferente para cada detector.

De acordo com Fonseca *et al.* (2004), o objetivo da calibração relativa é balancear a resposta dos detectores de cada banda quando o instrumento sensor (CBERS-2, por exemplo) observa uma superfície uniforme, ou seja, para uma mesma banda, todos os detectores têm que gerar o mesmo sinal quando são sensibilizados por uma mesma fonte.

Em sequência, um contraste foi aplicado no produto gerado, considerando a metade final da função de distribuição de frequência dos dados, para realçar as áreas

de exploração. Assim, após esta etapa, o método de fatiamento foi empregado, sendo que, para Oliveira *et al.* (2017, p. 2219), consiste em dividir o histograma da imagem em faixas de níveis de cinza, sendo atribuídas de forma que apresentem o mesmo intervalo de níveis de cinza, ou que contenham o mesmo número de pixels, ou, ainda, apresentem intervalos variáveis.

Por último, com o auxílio do produto gerado pelo método de fatiamento e com a imagem de fração composta, foi possível interpretar as imagens, classificando-as por meio da vetorização das áreas de exploração florestal. Assim, foi possível quantificar as áreas exploradas no PDS-VJ e suas Unidades de Produção Anual (UPA), contendo o conjunto de feições da infraestrutura para tal, consistindo em estradas principais, secundárias, ramais de exploração, pátios de estocagem e de evidências de queda das árvores abatidas.

Desta forma, a quantificação das áreas de exploração florestal foi realizada conforme metodologia proposta por Guimarães & Gomes (2012), as quais foram comparadas com a área das respectivas AUTEF, sendo que as verificações em campo do que foi detectado via sensoriamento remoto e do que foi efetivamente autorizado e explorado foram realizadas no período de setembro a novembro de 2014, para as UPA 2 a 5, e em setembro de 2017, para a UPA 6. Os resultados das análises empreendidas neste estudo são, portanto, efetuados de acordo com três contextos distintos: as áreas de cada uma das AUTEF do plano de manejo, já que tais autorizações possuem área total autorizada para a realização de atividades de manejo; a superfície total do PDS-VJ (41.869 hectares, que incluem reserva legal e área de uso alternativo), já que se supõe o caráter da ilegalidade em áreas de preservação permanente, vedadas para o manejo florestal pelo código florestal brasileiro (Brasil, 2012); e um polígono mais amplo, no qual está situado o PDS-VJ, totalizando 147.588,60 hectares. A inclusão deste terceiro contexto se justifica pelo fato de as áreas limítrofes ao PDS, em sua maior parte, serem compostas por terras não destinadas (devolutas), sob domínio da união, contendo florestas públicas nas quais sistematicamente ocorre exploração florestal ilegal.

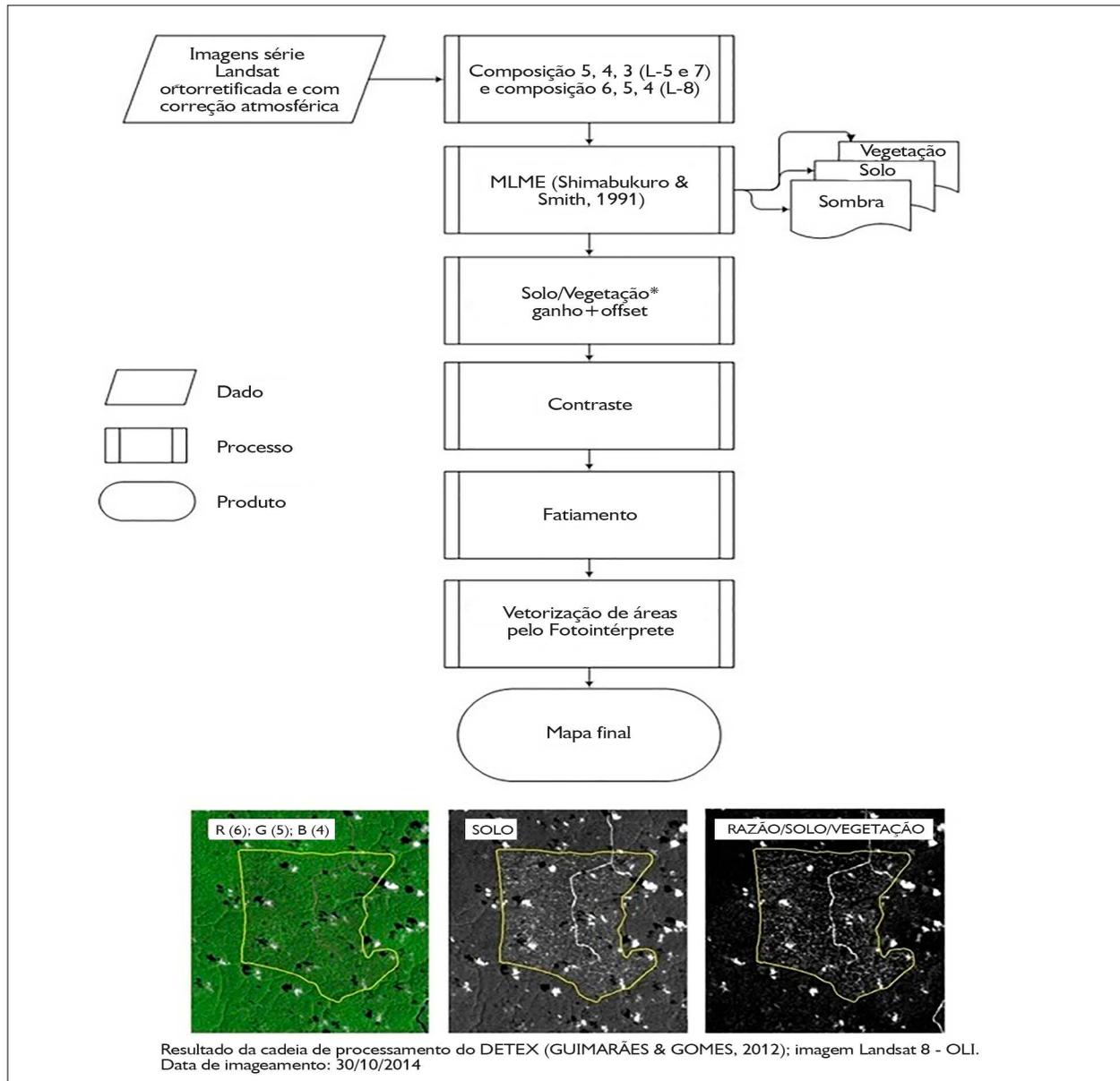


Figura 2. Metodologia desenvolvida para o programa de monitoramento de exploração florestal na Amazônia (projeto DETEX) (Guimarães & Gomes, 2012).

RESULTADOS

DINÂMICA TEMPORAL E ESPACIAL DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL

A análise multitemporal realizada identificou total de 31.240,80 hectares de alterações causadas por exploração

florestal ao longo do período de 18 anos (1999-2016). Cerca de dois terços (65,4%) destas alterações, ou 20.429,07 hectares, ocorreram no perímetro do PDS-VJ, sendo que a área explorada no interior das UPA, evidenciada nas imagens, totalizou 2.330,79 hectares, ou 13,4% das alterações (Figura 3). Análise identificou que 1.909,73 hectares explorados

nas UPA correspondem a áreas devidamente licenciadas; consequentemente, as explorações florestais irregulares, identificadas pelo método no PDS-VJ, alcançaram 18.519,34 hectares, ou 90,7% do total das alterações ali observadas.

Período anterior ao assentamento

A análise demonstrou que nos anos de 1984 e 1994 ainda não haviam sido evidenciadas nas imagens alterações na cobertura florestal passíveis de serem detectadas. Todavia, para os anos de 1999, 2000 e 2002, ainda anteriores à criação do projeto de assentamento, e para 2003 e 2004, anos que antecederam à instalação das famílias no mesmo local, foram identificadas áreas de exploração no interior do PDS-VJ. O total da área explorada até 2004, anterior ao assentamento das famílias, alcançou 27.294,84 hectares, correspondendo a 87,4% das alterações totais. Desse montante, 17.042,49 hectares ocorreram no interior da área que posteriormente viria a se tornar assentamento, correspondendo a 83,4% das alterações na área do PDS-VJ e 92,0% das explorações irregulares ali realizadas, sendo 318,64 hectares no interior das atuais UPA (Figura 4).

Período posterior ao assentamento, sem vigência de licenciamento florestal

Entre o assentamento das famílias, em 2004, e o início da vigência do plano de manejo florestal sustentável conduzido pela AVJ, em 2008, foram identificadas explorações em 471,39 hectares no PDS-VJ, de um total de 478,80 hectares identificados nestes anos, correspondendo a 2,3% das alterações totais observadas no assentamento. Além disso, entre 2013 a 2015 não houve licenciamento florestal devido à Instrução Normativa nº. 65/2010 do INCRA (INCRA, 2010), que impediu a continuidade de exploração florestal nos assentamentos quando realizada de forma direta por meio de empresas. Mesmo assim, o método identificou alteração em 443,29 hectares na área do PDS-VJ de um total de 974,68 hectares para o polígono completo, correspondendo a 2,2% do total da exploração observada no assentamento ao longo do período. Assim, a soma das

alterações verificadas após a criação do PDS-VJ, nos anos sem vigência de licenciamento florestal, alcança 914,68 hectares, perfazendo 4,5% das alterações na área do PDS-VJ e 4,9% das explorações irregulares ali realizadas.

Portanto, entre 1999 e 2007, período anterior ao início das atividades de manejo florestal executadas pelos assentados, e entre 2013-2015, período em que o Plano de Manejo estava oficialmente suspenso, foram identificadas, na área do PDS-VJ, explorações em 17.957,17 hectares, correspondendo a 87,9% das alterações ocorridas durante todo o período analisado, e em sua totalidade realizadas de forma ilegal, representando 96,9% do total de explorações irregulares efetuadas no assentamento. Da área total explorada nesses períodos, cerca de 319 hectares (pouco mais de 1%) sobrepõem-se às UPA do plano de manejo florestal posteriormente licenciadas.

Período com vigência de licenciamento florestal

Entre 2008-2012 e em 2016, quando vigoravam as AUTEF concedidas pelo órgão licenciador, o método identificou explorações florestais em 2.471,90 hectares na área do PDS-VJ, sendo 1.909,73 hectares nas UPA dos respectivos anos, estas últimas, portanto, explorações devidamente licenciadas. Nesse período, destaca-se que, em áreas do polígono analisado fora do PDS-VJ, foram detectadas alterações em apenas 20,6 hectares. Durante a vigência do licenciamento florestal, a área das alterações identificadas pelo método correspondeu a 12,1% do total de alterações no PDS-VJ e 8% quando considerado o polígono completo.

Ao longo do período de vigência de AUTEF, identificaram-se alterações que podem ser consideradas explorações irregulares perfazendo um total de 562,17 hectares, equivalente a 2,8% do total de alterações na área do PDS-VJ e a cerca de 3,1% do total da exploração ilegal ali identificada nos 18 anos compreendidos pela análise. Deste total, 459,77 hectares foram verificados em outras áreas do PDS-VJ que não sejam as UPA, e 102,42 hectares foram explorados nas UPA, porém em anos diferentes dos que constavam em AUTEF então vigentes.

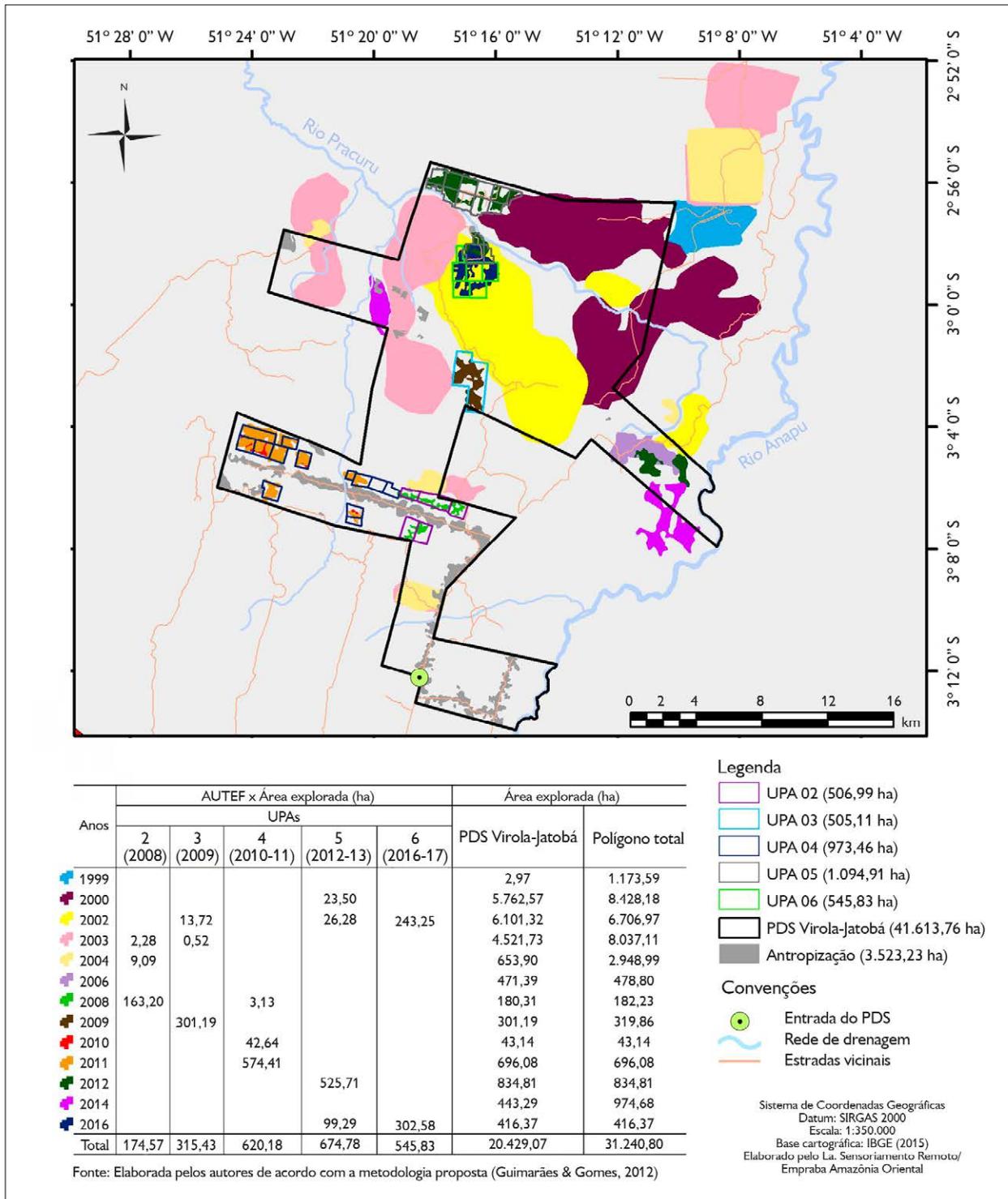


Figura 3. Dinâmica das áreas de exploração florestal no PDS Virola-Jatobá, município de Anapu, Pará, no período de 1999-2016. Entre parênteses, na tabela, são apresentados os respectivos anos de exploração das AUTEF.

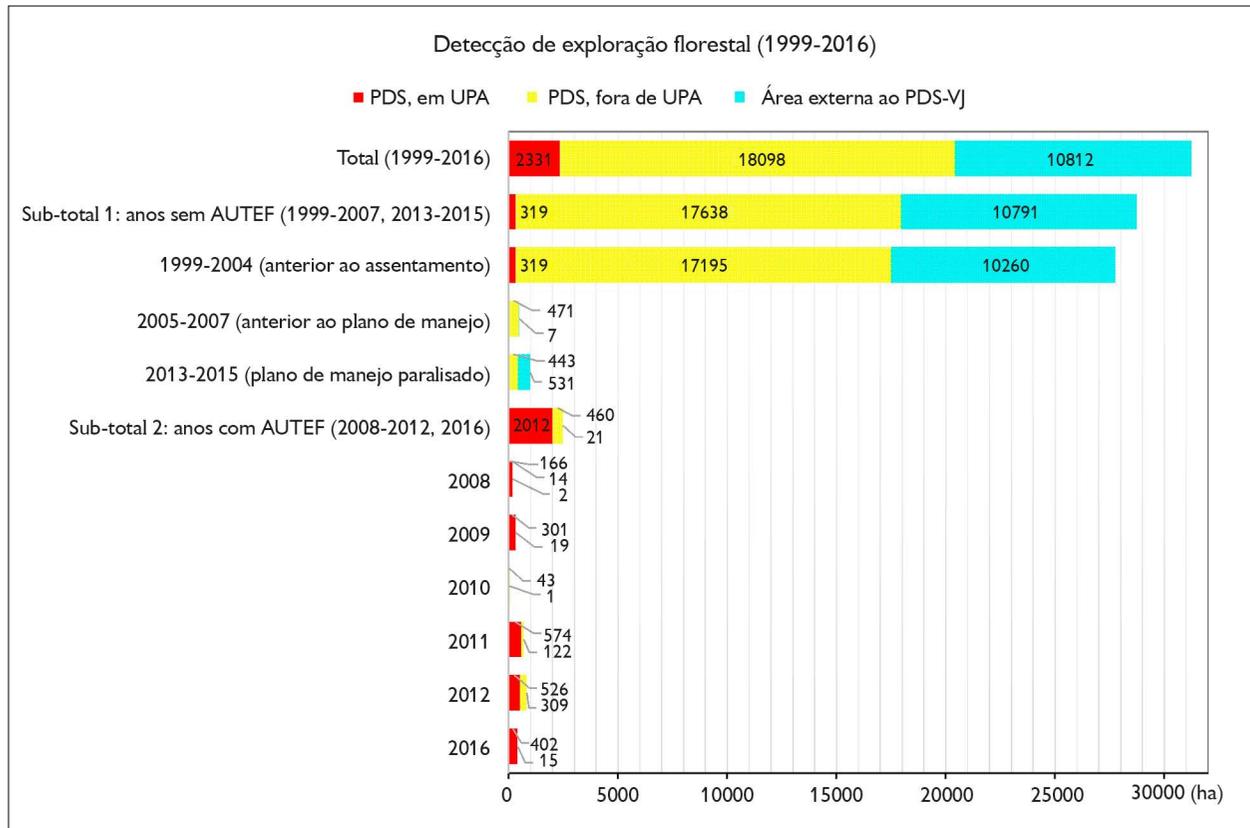


Figura 4. Deteccção de exploração florestal na área estudada, no período de 1999-2016.

DIFERENÇA ENTRE DETECÇÃO PELO MÉTODO E ÁREA LICENCIADA

Nos anos de 2008 e 2009, embora tenham sido emitidas as primeiras AUTEF, para exploração de 501 e 505 hectares (respectivamente UPA 2 e 3), o método identificou alterações de 163 e 301 hectares, correspondendo a 33% e 60% das áreas totais licenciadas¹ (Tabela 3). Já para o total de 973 hectares autorizados em 2010 na UPA 4, foram detectados 42,64 hectares naquele ano e 574,41 hectares no ano seguinte, totalizando 617,05 hectares na referida UPA, correspondendo à identificação de efetiva exploração florestal em 64% da área total de manejo nela autorizada e executada.

Tabela 3. Áreas licenciadas no âmbito do Plano de Manejo, deteccção de exploração florestal pelo método e percentual de deteccção. Legenda: * = a exploração se estendeu até o ano seguinte.

Ano AUTEF	Área licenciada (ha)		Deteccção pelo método	
	Total	Líquida	ha	%
2008	501,06	415,05	163,20	32,6%
2009	504,72	462,06	301,19	59,7%
2010	972,72*	952,54*	42,64	63,4%
2011	-	-	574,41	-
2012	1.089,93	1.058,29	525,71	48,2%
2016	545,27	440,87	302,58	55,5%
Total	3.613,7	3.328,81	1.909,72	52,8%

¹ Utilizou-se a área total licenciada, e não a área líquida, para os cálculos de sobreposição para viabilizar a comparabilidade com o método de deteccção, aplicado para a área total da UPA, ou seja, sem excluir as áreas de APP ou outras não inseridas quando do licenciamento.

Em 2012, a autorização para a UPA 5 correspondia a 1.090 hectares. Do total de 834,81 hectares efetivamente detectados pelo método, integralmente no interior do PDS, 525,71 hectares situam-se na área licenciada pela AUTEF (UPA 5), correspondendo a 48% da mesma. Em 2016, quando o plano de manejo florestal foi reativado com gestão da própria comunidade (AVJ, 2015), foram identificadas alterações devidamente autorizadas em 401,87 hectares, ou 74% da área licenciada de 545 hectares, notando-se, porém, que cerca de um terço desta alteração foi evidenciada na contígua UPA 5. Destaca-se que a efetiva exploração das áreas totais licenciadas para as UPA foi à época constatada em campo, sendo que, no caso da UPA 4, a exploração foi, de fato, concluída no ano seguinte.

Considerando-se o licenciamento por todas as AUTEF expedidas, com área total de 3.613,7 hectares, o método identificou alterações correspondentes a 52,8% desta área.

DISCUSSÃO

As análises realizadas no PDS-VJ permitiram identificar que alterações não autorizadas na floresta, ou seja, explorações florestais não correspondentes às áreas licenciadas por AUTEF, totalizaram 18.519,34 hectares. Cabe destacar que 92% desta alteração ocorreram antes do assentamento das famílias, e outros 4,9% se deram durante períodos nos quais não havia sido ainda iniciado ou estava interrompido o plano de manejo florestal conduzido pela associação local.

Abordando a detecção de exploração florestal ilegal, em situações similares ao evidenciado na presente análise, Matricardi *et al.* (2013) elucidam que, em localidades fora das redes de áreas protegidas, a efetividade da proteção é menor, e mesmo as florestas contidas em áreas protegidas podem sofrer com os impactos de exploração ilegal. Além disso, o estudo de Barreto *et al.* (2006) reforça os resultados obtidos, já que estimou que mais de 40% da extração seletiva na Amazônia brasileira foi considerada como ilegal e, conseqüentemente, não regulamentada, no período de 2001 a 2004, sobretudo em áreas florestais não contempladas por unidades de conservação.

Dois aspectos relacionados à identificação de exploração ilegal na área licenciada merecem destaque. Inicialmente, observa-se que uma parcela substancial do total identificado como explorado irregularmente durante o período de licenciamento corresponde a áreas limítrofes às respectivas UPA. Técnicos e manejadores que participaram da exploração conduzida pela AVJ relataram que a classificação dessas áreas como de exploração irregular se deve a inconsistências entre a localização exata dos polígonos mapeados e a realidade de campo, resultado de divergências entre bases cartográficas utilizadas (comunicação pessoal). Neste caso, a análise identificou uma área de 273,67 hectares, correspondendo a 8,2% do total das UPA e a 47% das alterações ao longo dos anos em que foram emitidas AUTEF.

Esse fato foi observado em três situações distintas. A primeira se refere a limites entre unidades de preservação ambiental contíguas, como entre as UPA 2 e 4 e as UPA 5 e 6, totalizando 102,42 hectares. A segunda situação envolve limites entre as UPA e outras áreas do PDS-VJ, como ocorreu principalmente na UPA 4, com alterações totalizando 150,67 hectares. A terceira situação ocorreu em 20,58 hectares, quando unidades estão próximas ao limite entre o PDS-VJ e áreas contíguas. Pressões por recursos florestais em áreas limítrofes também foram constatadas nos estudos de Pinheiro *et al.* (2016), Celentano *et al.* (2017, 2018) e Souza *et al.* (2017), os quais analisaram a efetividade de áreas protegidas e/ou de uso múltiplo e também apontaram alterações expressivas em sua cobertura florestal.

O segundo aspecto refere-se às implicações para licenciamento resultantes da identificação de áreas exploradas no passado, sem autorização do órgão ambiental competente, como verificado no ano de 2002, em áreas que posteriormente são objeto de AUTEF, como ocorrido nas UPA 5 e 6, totalizando, respectivamente, 26,28 e 243,25 hectares. Conforme disposto na Portaria nº. 63/2014 da SEMAS-PA (SEMAS-PA, 2014), tais áreas devem ser submetidas à análise temporal de imagens de satélite processadas pelo setor de geotecnologia da secretaria, sendo, então, utilizado o Índice Normalizado de

Diferença de Fração (NDFI), desenvolvido por Souza Jr. *et al.* (2005) como um processo para separar alterações do dossel devido à exploração e a incêndios florestais daquelas causadas por outros distúrbios naturais em floresta tropical. Contudo, limitações na identificação destas áreas com uso de imagens com resolução espacial similar à da série Landsat (30 m) ocorrem em razão da mistura complexa de vegetação morta e viva, sombreamento e solos encontrados em todos os ambientes de floresta. Tais limitações podem ser contornadas, de acordo com Asner *et al.* (2009), pela identificação com mais precisão na escala de sub-pixel, usando-se a técnica chamada de análise de mistura spectral (Shimabukuro & Smith, 1991), também adotada na metodologia do DETEX (Guimarães & Gomes, 2012), empregada no presente estudo.

De acordo com as normas do licenciamento, a autorização para exploração florestal somente será concedida caso a exploração anterior tenha ocorrido há mais de 12 anos e tenha resultado em estado de degradação considerado baixo ou intermediário (SEMAS-PA, 2015a). A autorização concedida deverá levar em consideração a capacidade de recuperação da floresta, o que determina adequação da volumetria máxima aprovada, via de regra, em função do número de anos decorridos desde a primeira exploração.

Conforme detectado pelo presente estudo, a situação descrita ocorreu em duas ocasiões. Em 2012, quando do licenciamento da UPA 5, ainda não havia sido publicada a Portaria nº. 63/2014 da SEMAS-PA (SEMAS-PA, 2014), não sendo, assim, definidos descontos na volumetria autorizada. Caso a análise fosse realizada e seus resultados fossem semelhantes ao identificado neste estudo, os 26,28 hectares alterados em 2002 deveriam ser excluídos da área autorizada. Já em 2015, no licenciamento da UPA 6, o órgão ambiental detectou exploração anterior, porém no montante de 50,76 hectares (SEMAS-PA, 2015b), contrastando com área muito superior detectada pela metodologia DETEX. Devido à indisponibilidade de *software* para analisar as imagens adequadamente, o órgão ambiental optou por

excluir os 50,76 hectares da AUTEF, não sendo utilizado o critério de adequação de volumetria.

Analisando os resultados obtidos, o período de 1999 a 2004, que precedeu o estabelecimento do PDS-VJ e o início do plano de manejo florestal pelas famílias assentadas, é caracterizado pela ocorrência massiva de explorações ilegais, reproduzindo situações em que florestas degradadas dominam a paisagem em regiões de ocupação consolidada na Amazônia brasileira, causando massiva perda de diversidade, aumento da emissão de CO₂ e potencializando problemas sociais (Blanc *et al.*, 2017).

A partir de 2008, com o início do manejo florestal comunitário pela AVJ, observa-se redução significativa na incidência de explorações florestais ilegais na área licenciada, embora o plano de uso do PDS-VJ tenha sido debatido, negociado e aprovado somente em 2016, o que contribuiu para outras irregularidades ambientais ali ocorridas (Porro *et al.*, 2018, 2020). Dessa forma, o manejo florestal sustentável é componente essencial para a viabilidade desta modalidade fundiária e, para que seja efetivo, são necessários procedimentos adequados para seu criterioso licenciamento, levando-se em consideração aspectos inerentes à capacidade organizacional e financeira dos beneficiários. De acordo com Silva *et al.* (2009), o manejo deve ser conduzido de forma que as florestas forneçam continuamente os benefícios econômicos, ecológicos e sociais decorrentes de um aproveitamento florestal adequado.

Os desafios para o manejo florestal comunitário abrangem, contudo, inúmeras dimensões. No que tange aos impactos ambientais, é imprescindível contínuo treinamento e observância de técnicas adequadas para que o impacto seja realmente reduzido, observando o plano de exploração, planejamento de estradas, planejamento e construção de pátios de estocagem e controle do sistema – planejamento, execução e avaliação (Braz *et al.*, 1998) –, sendo que tais premissas foram seguidas pela AVJ com a retomada do projeto ocorrida em 2016.

O contexto econômico é também temerário, pois, de acordo com Humphries *et al.* (2012), mesmo havendo

uma taxa de retorno positiva em um ciclo de exploração, tanto em manejo comunitário como em empreendimentos privados em larga escala, é duvidoso que futuras colheitas produzam níveis de retorno semelhantes, devido às taxas de crescimento mais lentas do que o previsto e/ou à incursão da exploração ilegal de madeira, o que, de fato, foi constatado no presente estudo, ao longo dos anos de análise, com a ocorrência de exploração madeireira não autorizada em florestas públicas do entorno, em áreas maiores do que as autorizadas via AUTEF no PDS-VJ.

Além disso, dinâmicas irregulares de exploração também foram corroboradas pelos estudos de Greenpeace (2014) e Brancalion *et al.* (2018), que identificaram fraudes como a solicitação de extração de densidades de espécies muito acima do estabelecido em literatura, caracterizando indícios de que os créditos gerados por esta área de manejo foram usados para 'lavar' a madeira ilegal, oriunda de outros lugares.

Em contextos de ilegalidade, Muttaqin *et al.* (2019) identificaram que as comunidades que manejam e conservam florestas de forma comunitária influenciam e são afetadas pela degradação florestal, reforçando a necessidade de planos robustos para o manejo sustentável dos ecossistemas florestais, bem como a importância da participação das comunidades para a redução da ilegalidade, já preconizados no PDS-VJ, por ocasião da criação da modalidade (INCRA, 2002b).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados ratificam as pressões existentes na área de estudo, que favorecem a ilegalidade da exploração florestal. Ao longo dos anos em que ocorreu a exploração florestal licenciada por AUTEF, o método adotado deixou de identificar alterações em 1.703,98 ha dos 3.613,70 ha executados, ou seja, 47,2% da área efetivamente licenciada, cuja exploração foi constatada em campo ao longo do período de análise. Com efeito, o índice de 53% de detecção resulta satisfatório, dadas as condições locais e a resolução espacial das imagens utilizadas, passíveis de melhoras, caso

fossem adotadas imagens de sensores de resolução espacial mais fina e, em alguns casos, devido à alta cobertura de nuvens nos períodos em que ocorre a exploração florestal.

O montante de 96,9% da exploração florestal não autorizada observada na área do PDS-VJ ocorreu durante períodos em que não vigorava o plano de manejo florestal comunitário devidamente apoiado pelos órgãos públicos, ou seja, apesar de até o momento inúmeras dificuldades de gestão para execução da política de assentamentos atestarem que a modalidade PDS não tenha se mostrado eficaz como estratégia para consolidação de meios de vida sustentáveis para os assentados no PDS-VJ (Porro *et al.*, 2020; artigo, em avaliação, intitulado "State-led agrarian and environmental policy failure in a Brazilian forest frontier: Anapu's Sustainable Development Project", de autoria de R. Porro e N. Porro), o manejo florestal se apresenta como alternativa promissora na contenção de explorações não autorizadas, uma vez que apenas 3,1% destas alterações ocorreram durante a vigência do plano de manejo florestal comunitário, ao longo de seis dos 18 anos compreendidos por esta análise.

Políticas públicas de regularização fundiária na Amazônia e de regulamentação das atividades econômicas e melhoria da infraestrutura básica nos PDS são, portanto, fundamentais para o estabelecimento de uma melhor conjuntura econômico-social e, conseqüentemente, para a sustentabilidade destes locais, tendo o Estado como seu principal indutor, fundamental na contenção da extração ilegal de madeira. Todavia, contingenciamentos de recursos do orçamento federal e a conseqüente redução de atividades de fiscalização e treinamento de funcionários, bem como recentes proposições, pelo Governo Federal, de redução de áreas protegidas e relaxamento no *status* de seu grau de proteção são indicativos concretos da baixa priorização de causas socioambientais, limitando a eficácia destas ações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), à Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas e ao Conselho de

Pesquisas Sueco, pelo apoio financeiro para a execução deste estudo. Tais agradecimentos são extensivos aos produtores rurais do PDS Virola-Jatobá, por terem permitido a convivência e acompanhado as equipes de pesquisa durante as atividades de campo.

REFERÊNCIAS

- ABERS, R. N., M. S. OLIVEIRA & A. K. PEREIRA, 2017. Inclusive development and the asymmetric state: big projects and local communities in the Brazilian Amazon. **The Journal of Development Studies** 53(6): 857-872. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00220388.2016.1208177>
- ALMEIDA, C. A. D., A. C. COUTINHO, J. C. D. M. ESQUERDO, M. ADAMI, A. VENTURIERI, C. G. DINIZ, N. DESSAY, L. DURIEUX & A. R. GOMES, 2016. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica** 46(3): 291-302. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201505504>
- ARAÚJO, R. & I. C. G. VIEIRA, 2019. Desmatamento e as ideologias da expansão da fronteira agrícola: o caso das críticas ao sistema de monitoramento da floresta amazônica. **Sustentabilidade em Debate** 10(3): 366-378. DOI: <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27258>
- ARIMA, E. Y., P. BARRETO, E. ARAÚJO & B. SOARES-FILHO, 2014. Public policies can reduce tropical deforestation: lessons and challenges from Brazil. **Land Use Policy** 41: 465-473. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.06.026>
- ASNER, G. P., D. E. KNAPP, E. N. BROADBENT, P. J. OLIVEIRA, M. KELLER & J. N. SILVA, 2005. Selective logging in the Brazilian Amazon. **Science** 310(5747): 480-482. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1118051>
- ASNER, G. P., E. N. BROADBENT, P. J. OLIVEIRA, M. KELLER, D. E. KNAPP & J. N. SILVA, 2006. Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 103(34): 12947-12950. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0604093103>
- ASNER, G. P., M. KELLER, M. LENTINI, F. MERRY & C. SOUZA JR., 2009. Extração seletiva de madeira e sua relação com desmatamento. **Amazonia and Global Change** 186: 25-42. DOI: <https://doi.org/10.1029/2008GM000723>
- ASSOCIAÇÃO VIROLA JATOBÁ (AVJ), 2015. **Plano de Manejo Florestal Sustentável**: Plano Operacional Anual do PDS Virola Jatobá - POA 06/2015. Associação Virola Jatobá do Projeto de Desenvolvimento Sustentável de Anapu, Anapu.
- AZEVEDO-RAMOS, C., 2008. Sustainable development and challenging deforestation in the Brazilian Amazon: the good, the bad and the ugly. **Unasylva** 59(230): 12-16.
- BARRETO, P., C. SOUZA JR., R. NOGUERÓN, A. ANDERSON & R. SALOMÃO, 2006. **Human pressure on the Brazilian Amazon forests**: 1-84. World Resources Institute, Washington, DC.
- BLANC, L., J. FERREIRA, M. G. PIKETTY, C. BOURGOIN, V. GOND, B. HÉRAULT, M. KANASHIRO, F. LAURENT, M. PIRAUX, E. RUTISHAUSER & P. SIST, 2017. Managing degraded forests, a new priority in the Brazilian Amazon. **Perspective** (40): 1-4. DOI: <http://dx.doi.org/10.18167/agritrop/00042>
- BÖRNER, J., K. KIS-KATOS, J. HARGRAVE & K. KÖNIG, 2015. Post-crackdown effectiveness of field-based forest law enforcement in the Brazilian Amazon. **PLoS One** 10(4): e0121544. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121544>
- BRANCALION, P. H., D. R. D. ALMEIDA, E. VIDAL, P. G. MOLIN, V. E. SONTAG, S. E. SOUZA & M. D. SCHULZE, 2018. Fake legal logging in the Brazilian Amazon. **Science Advances** 4(8): eaat1192. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aat1192>
- BRASIL, 2012. Lei nº. 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a lei 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, 18 out. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm. Acesso em: 28 jan. 2020.
- BRAZ, E. M., M. D. OLIVEIRA, H. J. B. ARAÚJO & E. M. MIRANDA, 1998. **Plano de exploração sob critérios de manejo florestal de baixo impacto**. EMBRAPA Acre-Circular Técnica (INFOTECA-E), Rio Branco.
- BRINGEL, F. O. & C. U. GONÇALVES, 2014. Territorialização camponesa e fronteira agrária – o caso do Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Esperança, em Anapu-PA. **Boletim Gaúcho de Geografia** 41(2): 384-403.
- CELENTANO, D., G. X. ROUSSEAU, F. H. MUNIZ, V. I. VAN DEURSEN, C. MARTINEZ, M. S. CARNEIRO, M. V. C. MIRANDA, M. N. R. BARROS, L. FREITAS, I. S. NARVAES, M. ADAMI, A. R. GOMES, J. C. RODRIGUES & M. B. MARTINS, 2017. Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. **Land Use Policy** 68: 692-698. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.041>
- CELENTANO, D., M. V. MIRANDA, E. N. MENDONÇA, G. X. ROUSSEAU, F. H. MUNIZ, V. C. LOCH, V. I. VAN DEURSEN, L. FREITAS, P. ARAÚJO, I. S. NARVAES, M. ADAMI, A. R. GOMES, J. C. RODRIGUES, C. KAHWAGE, M. PINHEIRO & M. B. MARTINS, 2018. Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi" - A região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos Avançados** 32(92): 315-339. DOI: <https://doi.org/10.5935/0103-4014.20180021>
- CHANDER, G., B. L. MARKHAM & J. A. BARSİ, 2007. Revised Landsat-5 thematic mapper radiometric calibration. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters** 4: 490-494. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/LGRS.2007.898285>
- CHIMELI, A. B. & R. R. SOARES, 2017. The use of violence in illegal markets: evidence from mahogany trade in the Brazilian Amazon. **American Economic Journal: Applied Economics** 9(4): 30-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/app.20160055>



- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), 2009. Resolução n.º. 406, de 02 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. **Diário Oficial da União**, 06 fev. 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=597>. Acesso em: 12 maio 2020.
- DINIZ, C. G., A. A. SOUZA, D. C. SANTOS, M. C. DIAS, N. C. LUZ, D. R. V. MORAES, J. S. MAIA, A. R. GOMES, I. S. NARVAES, D. M. VALERIANO, L. E. P. MAURANO & M. ADAMI, 2015. DETER-B: The new Amazon near real-time deforestation detection system. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing** 8(7): 3619-3628. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/JSTARS.2015.2437075>
- FONSECA, L., F. PONZONI & R. CARTAXO, 2004. **Radiometric quality assessment of CBERS2**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Technical Report APPL-06-2004), São José dos Campos.
- FRANCHI, T., M. BURSZTYN & J. A. L. DRUMMOND, 2011. A questão ambiental e o adensamento da presença do Exército brasileiro na Amazônia Legal no final do século XX. **Novos Cadernos NAEA** 14(1): 21- 41. DOI: <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v14i1.597>
- GHAZOUL, J., Z. BURIVALOVA, J. GARCIA-ULLOA & L. A. KING, 2015. Conceptualizing forest degradation. **Trends in Ecology & Evolution** 30(10): 622-632. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.08.001>
- GONÇALVES, D. B., 2005. Desenvolvimento sustentável: o desafio da presente geração. **Revista Espaço Acadêmico** 51: 1-7.
- GRECCHI, R. C., R. BEUCHLE, Y. E. SHIMABUKURO, L. E. ARAGÃO, E. ARAI, D. SIMONETTI & F. ACHARD, 2017. An integrated remote sensing and GIS approach for monitoring areas affected by selective logging: a case study in northern Mato Grosso, Brazilian Amazon. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation** 61: 70-80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.05.001>
- GREENPEACE, 2014. **A crise silenciosa da Amazônia – Caso 5 Tecniflora LTDA**. Disponível em: www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/1252/138.pdf?sequence=1. Acesso em: 23 abril 2019.
- GUIMARÃES, U. S. & A. R. GOMES, 2012. Detecção de exploração seletiva de madeira utilizando os satélites Landsat 5 TM e Resourcesat 1 Liss-3 em áreas de manejo florestal do leste do estado do Acre, Brasil. **Anais do Symposium SELPLER** 15: 1 CD-ROM.
- GUTMAN, G., C. HUANG, G. CHANDER, P. NOOJIPADY & J. G. MASEK, 2013. Assessment of the NASA-USGS Global Land Survey (GLS) datasets. **Remote Sensing of Environment** 134: 249-265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.02.026>
- HUMPHRIES, S., T. P. HOLMES, K. KAINER, C. G. G. KOURY, E. CRUZ & R. M. ROCHA, 2012. Are community-based forest enterprises in the tropics financially viable? Case studies from the Brazilian Amazon. **Ecological Economics** 77: 62-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.10.018>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISA DA AMAZÔNIA (IMAZON), 2020. **Monitoramento da Amazônia**. Disponível em: <https://imazon.org.br/programas/monitoramento-da-amazonia/>. Acesso em: 01 outubro 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA), 1999. **Portaria/INCRA/P/n.º. 477, de 04 de novembro de 1999**. Trata da criação de Projeto de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/institucional/legislacao--/portarias/portarias-de-1999/portaria_incra_p477_041199.pdf. Acesso em: 27 junho 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA), 2002a. Portaria n.º. 1.040, de 11 de dezembro de 2002. Dispõe sobre as alterações do Art. 3.º da Portaria INCRA/P/n.º 477/99, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 12 dez. 2002. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOU/2002/12/12>. Acesso em: 27 junho 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA), 2002b. **Portaria/INCRA/SR-01(G)/n.º. 39/2002, de 13 de novembro de 2002**. Trata da criação de Projeto de Desenvolvimento Sustentável Virola Jatobá. Disponível em: http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/institucional/legislacao--/portarias/portarias-de-2002/portaria_incra_p39_131102.pdf. Acesso em: 27 junho 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA), 2010. **Instrução Normativa/INCRA/n.º. 65, de 27 de dezembro de 2010**. Estabelece critérios e procedimentos para as atividades de Manejo Florestal Sustentável em Projetos de Assentamento. Disponível em: http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/legislacao/instrucao-normativa/in_65-2010_manejo_florestal.pdf. Acesso em: 27 junho 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA), 2018. Portaria/n.º. 1.470, de 31 de agosto de 2018. Dispõe sobre a destinação do Lote 177 e Lote 180 da Gleba Belo Monte, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 26 set. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/42374196/do1-2018-09-26-portaria-n-1-470-de-31-de-agosto-de-2018-42373880. Acesso em: 7 julho 2019.
- KOHLHEPP, G., 2002. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados** 16(45): 37-61. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142002000200004>
- LE TOURNEAU, F. M. & M. BURSZTYN, 2010. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. **Ambiente & Sociedade** 13(1): 111-130. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2010000100008>

- LIMA, T. A., R. BEUCHLE, A. LANGNER, R. C. GRECCHI, V. C. GRIESS & F. ACHARD, 2019. Comparing Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI imagery for monitoring selective logging in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing** 11(8): 961. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11080961>
- MARQUES, G. S., 2013. SPVEA: o Estado na crise do desenvolvimento regional amazônico (1953-1966). **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política** 34: 163-198.
- MATRICARDI, E. A., D. L., SKOLE, M. A. PEDLOWSKI & W. CHOMENTOWSKI, 2013. Assessment of forest disturbances by selective logging and forest fires in the Brazilian Amazon using Landsat data. **International Journal of Remote Sensing** 34(4): 1057-1086. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431161.2012.717182>
- MELLO, N. G. R. D. & P. ARTAXO, 2017. Evolução do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros** (66): 108-129. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-901x.v0i66p108-129>
- MENDES, J. & N. M. PORRO, 2015. Conflitos sociais em tempos de ambientalismo: direito vivo à terra em assentamentos com enfoque conservacionista. **Ambiente & Sociedade** 18(2): 97-114. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asocex06v1822015en>
- MORAN, E. F., 2016. Roads and dams: infrastructure-driven transformations in the Brazilian Amazon. **Ambiente & Sociedade** 19(2): 207-220. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC256V1922016>
- MUTTAQIN, M. Z., I. ALVIYA, M. LUGINA & F. A. U. HAMDANI, 2019. Developing community-based forest ecosystem service management to reduce emissions from deforestation and forest degradation. **Forest Policy and Economics** 108: 101938. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.024>
- OLIVEIRA, R. R. S., M. G. L. SILVA, I. S. NARVAES, T. F. CORDEIRO, D. M. VALERIANO, A. R. GOMES, M. ADAMI & L. J. M. FREITAS, 2017. Detecção de padrões espaciais ligados à exploração florestal madeireira na Amazônia Legal: o caso da COOMFLONA, na Floresta Nacional do Tapajós. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR** 18: 2216-2223.
- PINHEIRO, T. F., M. I. S. ESCADA, D. M. VALERIANO, P. HOSTERT, F. GOLLNOW & H. MÜLLER, 2016. Forest degradation associated with logging frontier expansion in the Amazon: the BR-163 region in Southwestern Pará, Brazil. **Earth Interactions** 20(17): 1-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/EI-D-15-0016.1>
- PORRO, R., N. S. M. PORRO, M. C. MENEZES & O. BARTHOLDSON, 2015. Collective action and forest management: Institutional challenges for enhanced social-ecological systems of the environmental agrarian reform in Anapu, Brazilian Amazon. **International Forestry Review** 17(Supl. 1): 20-37. DOI: <http://dx.doi.org/10.1505/146554815814668990>
- PORRO, R., N. S. M. PORRO, O. D. S. WATRIN, H. D. N. ASSUNÇÃO & S. JUNIOR, 2018. Implicações sociais, econômicas e ambientais de uma iniciativa de manejo florestal comunitário em assentamento na Amazônia Oriental. **Revista de Economia e Sociologia Rural** 56(4): 623-644. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790564005>
- PORRO, N. S. M., R. PORRO, M. TORRES & D. P. P. BRAGA, 2020. Quem tem o “direito de dizer o direito” sobre um PDS-Projeto de Desenvolvimento Sustentável?: 1-44. INEAF, Belém.
- RAMOS, A. A., 2020. Influence of PPCDAM in combating deforestation in the Brazilian legal Amazon. **Innovation & Technological Development** 1(1): 99-122.
- RODRIGUES, T. E., R. C. SILVA, B. N. R. SILVA, J. M. L. SILVA, M. A. VALENTE, T. A. DARIVA, A. S. JESUS & A. VENTURIERI, 2007. Caracterização, mapeamento e classificação dos solos da área de influência da BR-163 (Cuiabá- Santarém) e BR-230 (Transamazônica), no estado do Pará. In: A. VENTURIERI (Ed.): **Zoneamento ecológico-enonômico da área de influência da BR-163 (Cuiabá - Santarém)**: v. 2: 403-573. EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém.
- SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DO PARÁ (SEMAS-PA), 2014. Portaria nº. 63/2014. GAB/SEMA de 15 de janeiro de 2014. **DOEPA** nº 32.563, de 16 jan. 2014, caderno 6, página 1. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2014/01/16/portaria-no-0632014-gabsema-de-15-de-janriro-de-2014-publicada-no-doeпа-no-32-563-de-16012014-caderno-6-pagina-1/>. Acesso em: 27 junho 2018.
- SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DO ESTADO DO PARÁ (SEMAS-PA), 2015a. **Instrução Normativa 05, de 10 de setembro de 2015**. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2015/09/11/in-05-de-10092015-publicada-no-doe-32969-de-11092015-paginas-de-37-57/>. Acesso em: 27 junho 2018.
- SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DO ESTADO DO PARÁ (SEMAS-PA), 2015b. **Laudo Técnico nº. 11155, de 1 de outubro de 2015**. SEMAS-PA, Belém.
- SHIMABUKURO, Y. E. & J. A. SMITH, 1991. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing** 29(1): 16-20. DOI: <https://doi.org/10.1109/36.103288>
- SHIMABUKURO, Y. E., J. R. SANTOS, A. R. FORMAGGIO, V. DUARTE & B. F. T. RUDORFF, 2012. The Brazilian Amazon monitoring program: PRODES and DETER projects. In: F. ACHARD & M. C. HANSEN (Ed.): **Global forest monitoring from earth observation**: 153-169. CRC Press, Boca Raton.

SHIMABUKURO, Y. E., R. BEUCHLE, R. C. GRECCHI & F. ACHARD, 2014. Assessment of forest degradation in Brazilian Amazon due to selective logging and fires using time series of fraction images derived from Landsat ETM+ images. **Remote Sensing Letters** 5(9): 773-782. DOI: <https://doi.org/10.1080/2150704X.2014.967880>

SHIMABUKURO, Y. E., E. ARAI, V. DUARTE, A. JORGE, E. G. D. SANTOS, K. A. C. GASPARINI & A. C. DUTRA, 2019. Monitoring deforestation and forest degradation using multi-temporal fraction images derived from Landsat sensor data in the Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing** 40(14): 5475-5496. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1579943>

SILVA, E., C. A. A. S. RIBEIRO, S. V. MARTINS & N. T. SANTOS, 2009. Concessões de florestas públicas na Amazônia: desafios para uso sustentável dos recursos florestais. **Bioikos** 23(2): 91-102.

SOUZA, A. A. A., A. N. PONTES, M. ADAMI & I. S. NARVAES, 2017. A contribuição das estradas e o padrão de desflorestamento e degradação da cobertura florestal no sudoeste paraense. **Revista Brasileira de Cartografia** 69(9): 1711-1724.

SOUZA JR., C. M., D. A. ROBERTS & M. A. COCHRANE, 2005. Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. **Remote Sensing of Environment** 98(2-3): 329-343. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2005.07.013>

TRITSCH, I., P. SIST, I. S. NARVAES, L. MAZZEI, L. BLANC, C. BOURGOIN, C. GUILLAUME & V. GOND, 2016. Multiple patterns of forest disturbance and logging shape forest landscapes in Paragominas, Brazil. **Forests** 7(12): 315. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/f7120315>

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS), [s. d.]. Disponível em: <https://data.usgs.gov/datacatalog/>. Acesso em: 7 julho 2019.

UNIVERSITY OF MARYLAND, 2000. **Global land cover facility**. A Landcover Earth Science Information Partnership, College Park.

WATRIN, O. D. S., T. M. D. SILVA, M. MOURÃO JR., R. PORRO & A. P. BELLUZZO, 2020. Dinâmica do uso e cobertura da terra em Projeto de Desenvolvimento Sustentável na região da rodovia Transamazônica, Pará. **Sociedade & Natureza** 32: 92-107. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v32-2020-45146>

Caracterização de perfis geológicos desenvolvidos em geoambientes da Formação Cruzeiro do Sul, Amazônia sul-ocidental

Characterization of geological profiles developed in geoenvironments of the Cruzeiro do Sul Formation, southwestern Amazon

Caline Pereira da Silva¹  | Edson Alves de Araújo¹  | Jessé de França Silva¹  |
Willian Carlos de Lima Moreira¹¹  | Francisco Ricardo Negri¹  | Wilber Moacir Souza Oliveira¹ 

¹Universidade Federal do Acre. *Campus Floresta*. Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil

¹¹Universidade Federal do Acre. *Campus Sede*. Rio Branco, Acre, Brasil

Resumo: O presente trabalho objetivou realizar a caracterização de atributos morfológicos, físicos e químicos de solos originados da Formação Cruzeiro do Sul, no Vale do Juruá, Acre. Para a descrição morfológica, cinco perfis geológicos foram selecionados e as análises física (granulometria) e químicas (pH em H₂O, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ e matéria orgânica) foram realizadas por meio de amostras dos horizontes e das camadas correlatas. Os solos apresentaram intenso aprofundamento do manto de intemperismo, com predominância das cores alaranjadas e amareladas associadas aos matizes 5 YR, 7.5 YR e 10 YR. A textura franco-argilo-arenosa a arenosa foi predominante, com maiores proporções de areia fina em subsuperfície. A acidez variou de média a elevada, com pH entre 4,6 a 5,2. Os valores das bases trocáveis foram baixos, indicando a pobreza química do material de origem associado à textura arenosa, resultando na baixa fertilidade natural. A textura arenosa também refletiu em baixos teores de matéria orgânica. Os teores de Al³⁺ chegaram a 12,05 cmol_c.dm⁻³, sendo considerados limitantes para o desenvolvimento vegetal. A capacidade de troca de cátions apresentou correlação positiva com o Al³⁺ e com a acidez trocável. Os solos originários de sedimentos da Formação Cruzeiro do Sul apresentam baixa fertilidade natural.

Palavras-chave: Intemperismo. Pedogênese. Vale do Juruá.

Abstract: The diversity of soils and environments in the Amazon demands studies that improve the information with regard to their use and management. The objective of this study was to characterize the morphological, physical and chemical attributes of soils originating from the Cruzeiro do Sul Formation, in the Juruá Valley, Acre. Five geological profiles were selected and physical (granulometry) and chemical analyses (pH in H₂O, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ and organic matter) were conducted, and samples of horizons and related layers were obtained. The soils showed intense deepening of the mantle of weathering, with predominance of orange and yellowish colors associated with 5 YR, 7.5 YR and 10 YR hues. Sandy clay-sandy texture was predominant, with higher proportions of fine sand at subsurface level. Acidity ranged from medium to high, with pH between 4.6 and 5.2. The levels of exchangeable bases were low, indicating the chemical poverty of the source material associated with sandy texture. The sandy texture also reflected in low levels of organic matter. Al³⁺ contents reached 12.05 cmol_c.dm⁻³, which may generate phytotoxicity for plant development. CTC showed a positive correlation with Al³⁺ and exchangeable acidity. The soils originating from sediments of the Cruzeiro do Sul Formation present low natural fertility.

Keywords: Weathering. Pedogenesis. Juruá Valley.

SILVA, C. P., E. A. ARAÚJO, J. F. SILVA, W. C. L. MOREIRA, F. R. NEGRI & W. M. S. OLIVEIRA, 2021. Caracterização de perfis geológicos desenvolvidos em geoambientes da Formação Cruzeiro do Sul, Amazônia sul-ocidental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 115-127. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.304>.

Autor para correspondência: Edson Alves de Araújo. Universidade Federal do Acre. *Campus Floresta*. Estrada do Canela Fina, km 12. Cruzeiro do Sul, AC, Brasil. CEP 69980-000 (earaujo.ac@gmail.com).

Recebido em 08/05/2020

Aprovado em 11/11/2020

Responsabilidade editorial: Milena Marília Nogueira de Andrade



INTRODUÇÃO

A heterogeneidade de solos e ambientes amazônicos resulta na demanda elevada por informações que subsidiem seus usos e manejo de forma racional. Entretanto, as particularidades inerentes à região, como o acesso aos locais, geram dificuldades ao desenvolvimento de estudos pedológicos. Adicionalmente, nos trabalhos direcionados à caracterização de solos na região, é essencial considerar, além das práticas de manejo – que, por sua vez, também resultam em alterações pedoambientais –, os aspectos intrínsecos à sua gênese e aos fatores e aos processos que regulam o intemperismo do solo.

No estado do Acre, cuja área territorial abrange 164.220 km² (4% da Amazônia Legal), em termos geológicos, predominam sedimentos cenozoicos da Formação Solimões, constituída essencialmente de argilitos e siltitos finamente laminados e maciços, contendo lentes de linhitos e turfa, concreções carbonáticas, gipsíferas e menor conteúdo de areia, que originaram solos com baixo grau de desenvolvimento pedogenético (Bernini *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2006). A partir dos estudos conduzidos por IBGE (1994), Cavalcante (2005, 2006, 2010) e Bahia (2015), parte da formação geológica antes denominada na região do Juruá como pertencente à Formação Solimões foi designada como Formação Cruzeiro do Sul.

A Formação Cruzeiro do Sul, depositada no período Quaternário (1,8 Ma), ocupa área de 3.115 km² na regional do Vale do Juruá, na porção sudoeste da cidade de Cruzeiro do Sul, na confluência entre os rios Moa e Juruá, conforme Cavalcante (2010). Ainda segundo esta autora, estes materiais são oriundos de sedimentos arenosos da época do Pleistoceno, depositados por correntes fluviais, fluviolacustres e em leques aluviais, compostos por arenitos finos, friáveis maciços, argilosos, com intercalação de argilitos.

Apesar dos avanços nos estudos pedológicos no território amazônico nos últimos anos, com ênfase ao Acre, o maior acervo de informações que subsidiam o uso e o manejo dos solos na região foi gerado de solos de natureza sedimentar da Formação Solimões

(Lima *et al.*, 2006; Salimon *et al.*, 2007; Araújo *et al.*, 2011; Bernini *et al.*, 2013). Quanto aos solos originados a partir da Formação Cruzeiro do Sul, estes carecem de informações que contribuam para o entendimento de seus atributos (morfológicos, físicos e químicos), do intemperismo e da evolução da paisagem, os quais geram incertezas quanto às suas potencialidades e restrições para o uso agrícola, pecuário e florestal.

Nesse contexto, conhecer a gênese dos solos e dos atributos de depósitos desenvolvidos a partir da Formação Cruzeiro do Sul torna-se um passo importante na elaboração e recomendação de estratégias de uso e manejo, pois a natureza dos sedimentos pode ser o fator determinante de suas características físicas, químicas e mineralógicas.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar os atributos morfológicos, físicos e químicos de solos originados de sedimentos da Formação Cruzeiro do Sul, a partir do exame de perfis geológicos, na regional do Vale do Juruá, Amazônia sul-ocidental.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Cruzeiro do Sul, Acre, e nos arredores, na regional do Vale do Juruá (Figura 1). A região está situada sob a unidade geomorfológica Superfície Tabular de Cruzeiro do Sul, caracterizada por altitudes que variam de 150 a 270 m, relevo tabular com suaves declives, com exceção da porção oeste, caracterizada por relevo ondulado a forte ondulado (Acre, 2010). O clima da região é do tipo equatorial quente e úmido, com temperatura média anual em torno de 24,5 °C (Acre, 2006) e precipitações pluviométricas elevadas (média anual de 2.109 mm) (Moreira *et al.*, 2019).

A área de estudo está sob a formação geológica Cruzeiro do Sul, cujo material sedimentar predominante é de natureza arenosa, com transição para materiais pelíticos (argilitos) (Cavalcante, 2010). As principais classes de solo que ocorrem nos locais de estudo são os Argissolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Amarelos, além de Latossolos Amarelos (Acre, 2010; Amaral *et al.*, 2013).

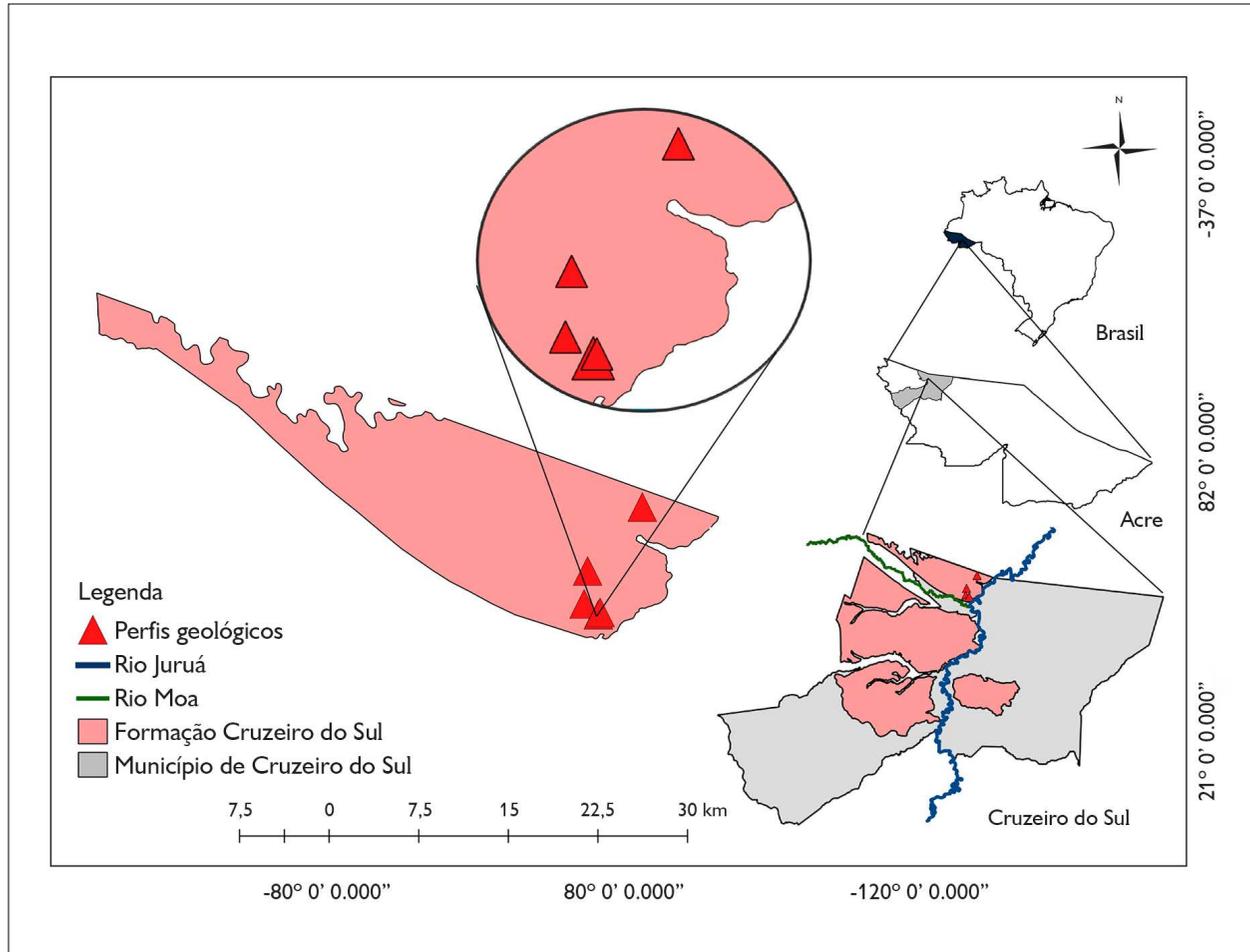


Figura 1. Área de ocorrência da Formação Cruzeiro do Sul com indicação dos pontos dos perfis geológicos e coleta de amostras de solos, Cruzeiro do Sul, Acre. Mapa: Jessé de França Silva (2020).

Foram selecionados cinco paredões expostos no núcleo urbano do município e de seus arredores, resultantes dos cortes efetuados para a construção de infraestrutura viária e para este estudo designados de perfis geológicos – P1, P2, P3, P4 e P5 (Figura 2; Tabela 1), considerando a espessura destes materiais e a amostragem de horizontes master (A, B e C) e de camadas (argilitos sobrepostos).

Para a seleção dos pontos amostrais, realizou-se a prospecção da área considerando os padrões de cores e os aspectos do relevo (pedoforma), a vegetação e a drenagem. Em seguida, procederam-se as etapas de limpeza,

escarificação e divisão dos horizontes pedogenéticos e posterior descrição morfológica (descrição da cor, textura, estrutura) e coleta de amostras de solo para análises físicas e químicas, conforme os procedimentos descritos em R. Santos *et al.* (2013).

A amostragem foi realizada em todos os horizontes e, com exceção do perfil 2, as coletas foram efetuadas a partir do horizonte B, em razão das alterações antrópicas no local que resultaram na remoção do horizonte superficial. A determinação das cores observadas ao longo dos horizontes e das camadas foi executada utilizando-se a carta de cores de Munsell (Munsell, 1994).



Figura 2. Perfis geológicos (P1, P2, P3, P4 e P5) e sedimentos originários dos solos da Formação Cruzeiro do Sul, Acre. Fotos: Wilber Moacir de Souza Oliveira (2017).

Tabela 1. Informação sobre os locais selecionados para estudo dos perfis geológicos no município de Cruzeiro do Sul e adjacências.

Amostras	Local	Coordenadas (latitude e longitude)	Elevação (metros)
Perfil 1	Final da avenida Mâncio Lima	S 07° 37' 18,8" W 72° 40' 47,0"	188
Perfil 2	Cruzamento: rua Lauro Muller/ rua Yaco	S 07° 37' 25" W 72° 40' 52"	204
Perfil 3	Bairro: Formoso Loteamento Green Ville	S 07° 36' 55,3" W 72° 41' 30,6"	207
Perfil 4	Estrada do Divisor km 08, s/n. Boca da Alemanha	S 07° 35' 25,9" W 72° 41' 21,1"	220
Perfil 5	Estrada do Guajará	S 07° 32' 32,0" W 72° 38' 51,7"	208

As análises físicas consistiram na determinação da granulometria (areia grossa e fina, silte e argila), a qual foi determinada conforme os procedimentos descritos pelo DNER (1994). As análises químicas consistiram nos seguintes procedimentos: pH em água – determinado mediante suspensão solo: líquido (1:2,5); carbono orgânico, através do método de Walkley-Black, com oxidação da matéria orgânica por via úmida, com dicromato de potássio $0,1667 \text{ mol L}^{-1}$, sem aquecimento, e titulado com sulfato ferroso amoniacal $0,1 \text{ mol L}^{-1}$; cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, extraídos com solução de KCl 1 mol L^{-1} e quantificados, no caso de Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica; e do Al por titulação com solução NaOH $0,25 \text{ mol L}^{-1}$; potássio trocável extraído com solução de HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e quantificado por fotometria de chama. Para tanto, foram adotados os procedimentos descritos por Teixeira *et al.* (2017). Foram calculadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%).

A discussão dos dados químicos, sob o ponto de vista da fertilidade do solo, foi feita com base nos níveis de fertilidade adotados por Wadt *et al.* (2005) e Amaral & Souza (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espessura dos horizontes pedogenéticos mostrou-se variável, com ênfase ao horizonte C, que variou de 0,40 m a 7,0 m (Tabela 2). Quanto ao horizonte B, verificou-se que os perfis 3 e 4 apresentaram maior espessura (5,50 m e 4,0 m), indicando maior grau de desenvolvimento pedogenético. O intenso aprofundamento do manto de intemperismo indica que estes materiais tiveram atuação intensa dos fatores e processos de formação do solo. A natureza da matriz arenosa do horizonte C deve ter facilitado a atuação do intemperismo químico, em virtude da facilidade do fluxo vertical da água. Embora existam poucos platôs residuais, nos quais predominam a classe dos Latossolos, a região pode ter tido planícies mais extensas no pretérito, que, com possíveis alterações climáticas ocorridas na Amazônia (períodos mais secos ou mais úmidos), devem ter modelado o relevo da região (Lucas *et al.*, 1993; Kronberg & Benchimol, 1992), além de contribuições associadas ao tectonismo na região do Juruá (Amaral *et al.*, 2010; Caputo, 2014; Sousa & Oliveira, 2020).

As cores predominantes no horizonte B foram o alaranjado e amarelado, associadas aos matizes 5 YR, 7.5 YR e 10 YR; valor 8 e 5 e croma 8 da carta de

cores de Munsell (1994), respectivamente. Os matizes verificados no horizonte B caracterizam os Argissolos Vermelho-Amarelos (matiz 5 YR) e Argissolos Amarelos (matizes 7.5 YR e 10YR), comumente verificados na região, conforme caracterização de solos realizada em geoambientes (extensão geográfica cujas características ambientais são uniformes) da Formação Cruzeiro do Sul por Araújo *et al.* (2018, 2019).

Conforme os matizes predominantes, torna-se possível inferir a influência marcante dos óxidos de ferro goethita e hematita nos horizontes B e C. De acordo com Schwertmann (1993) e Kämpf & Curi (2000), os óxidos de ferro são indicadores de ambientes pedogênicos, sendo a cor impressa nos solos e sedimentos um forte indicador do tipo de óxido de ferro presente no ambiente. Com base nesses autores, constatou-se certo padrão de cores ao longo dos perfis geológicos, quais sejam: cores alaranjadas e amareladas para o horizonte B, cores avermelhadas para o horizonte C e cores mistas na camada de argilito (Tabela 2). As cores alaranjadas

presentes e associadas ao matiz 5 YR no horizonte B denotam a presença concomitante de óxidos de ferro do tipo goethita e hematita. As cores avermelhadas (rósea) para o horizonte C estão associados à presença de hematita e do argilomineral caulinita (Corrêa, 1984). E as cores misturadas (vermelhas, acinzentadas, amareladas) na camada de argilito denotam ambiente em que ocorre a flutuação do lençol freático. Este comportamento decorre da restrição de drenagem interna, em razão da baixa permeabilidade do argilito, bastante comum em sedimentos derivados da Formação Solimões (Amaral *et al.*, 2013).

As condições de relevo, associadas à presença de material laterítico, sobretudo no horizonte B do perfil 5, indicam baixo grau de evolução desses materiais (lateritos imaturos), que, por sua vez, são comuns na Amazônia (Costa, 1991). A intensidade do processo de intemperismo sobre os lateritos imaturos resulta na formação de solos que apresentam linhas de pedra, com textura argilo-arenosa (Costa, 1991).

Tabela 2. Atributos morfológicos de perfis geológicos no município de Cruzeiro do Sul, Acre. Legendas: Hor. = horizonte; Esp. = espessura; Obs. = observação; fr. = fraca; mod. = moderada; ang. = blocos angulares; sub. = blocos subangulares; lm = aspecto laminar.

(Continua)

Hor.	Esp.	Cor		Classe textural	Estrutura	Obs.
	m	Matiz, valor e cromia	Nomenclatura			
Perfil 1 (Espessura – 9,08 m)						
B	1,50	5 YR 5/8	Vermelho-amarelado	Franco-arenosa a franco-argilo-siltosa	fr. mod. gr. sub.	Presença de cascalhos
Cr	7,0	5 YR 8/2 5 YR 4/6	Branco-rosado Vermelho-amarelado	Franco arenosa	mod. gr. ang. sub	
C1	0,10	7.5 YR 3/6 2.5 YR 8/1	Bruno-escuro Branco	Argilosa	fr.	
C2	0,20	5 YR 8/2	Branco-rosado	Franco-arenosa	fr. mod. ang. sub	
C3	0,25	10 YR 6/8 10 YR 5/8 7.5 YR 8/1	Amarelo-brunado Bruno-amarelado Branco	Argilosa	ang. sub. mod.	
C4	0,03	10 YR 5/8	Bruno-amarelado	Argilosa	ang. sub. mod.	



Tabela 2.

(Conclusão)

Hor.	Esp.	Cor		Classe textural	Estrutura	Obs.
	m	Matiz, valor e cromas	Nomenclatura			
Perfil 2 (Espessura – 7,71 m)						
A	1,25	10 YR 5/8	Bruno-amarelado	Franco-arenosa	ang. sub. mod.	Grãos de quartzo e caulinita desferrificada
B	2,50	5 YR 5/8	Vermelho-amarelado	Textura média	ang. sub. fr. mod.	
C	0,70	2.5 YR 5/8	Vermelho	Franco-arenosa	ang. sub. mod.	
Argilito	1,16	10 YR 7/1 10 YR 7/6 2.5 YR 4/8	Cinzentos-claro Amarelo Vermelho	Argilosa	ang. sub. mod.	
Perfil 3 (Espessura – 7,20 m)						
B	5,50	7.5 YR 6/8	Amarelo-avermelhado	Franco-argilo-arenosa	ang. fr. mod.	Presença de cascalhos
C	1,70	2.5 YR 5/6	Vermelho	Franco-argilo-arenosa	ang. sub. mod.	Cascalhos e pontos acinzentados
Perfil 4 (Espessura – 5,70 m)						
B	4,0	10 YR 5/8	Bruno-amarelado	Franco-arenosa	ang.	Veios de quartzo
C1	0,70	2.5 YR 4/8	Vermelho	Franco-arenosa	ang.	
C2	0,40	5 YR 5/8 2.5 Y 7/8	Vermelho-amarelado Amarelo	Franco-argilosa	ang. sub.	
C3	0,60	7.5 R 3/6 2.5 Y 8/2 2.5 Y 6/8	Vermelho-escuro Bruno-claro Vermelho-claro	Franco-argilo-arenosa	ang. sub.	
Perfil 5 (Espessura – 2,90 m)						
B	1,0	5 YR 6/8	Amarelo-avermelhado	Franco-argilo-arenosa	ang. lm. mod.	Linhas de pedra; couraças lateríticas (ferro, sílica e argila)
C	0,90	2.5 YR 6/8	Vermelho-claro	Franco-argilo-arenosa	ang. fr. mod.	
Argilito	1,0	2.5 YR 5/6 10 R 5/2 2.5 Y 8/1	Vermelho Vermelho-acinzentado Branco	Franco-argilo-arenosa	ang. mod.	

Além dos materiais ferruginosos (couraça laterítica), verificou-se a presença de veios de quartzo (P3) (Figura 2). De acordo com L. Santos *et al.* (2010), o desenvolvimento local em oscilações climáticas é uma das hipóteses que melhor elucidam a gênese e a evolução das linhas de pedra. Assim, seriam necessárias estações secas, as quais são mais expressivas, e úmidas, para formação dessas linhas. As variações no clima resultariam

no retrabalhamento e na desagregação dos veios de quartzo, os quais são transportados para a subsuperfície. Ademais, conforme os mesmos autores, os produtos do intemperismo de veios de quartzo contribuem para formação dessas linhas.

Observou-se tendência de maiores proporções de areia em subsuperfície, em detrimento da proximidade com o material de origem – arenito (Tabela 3). No horizonte B,



verificou-se o predomínio da textura franco-argilosa a argilosa, o que está associado ao maior acúmulo de argila no horizonte B textural, sobretudo em Argissolos. Os teores de areia verificados nos solos sob domínio da Formação Cruzeiro do Sul condicionam menor restrição de drenagem em relação aos solos de textura argilosa e com argilas expansíveis (Amaral *et al.*, 2013).

Com relação às proporções de areia, observou-se maior conteúdo da fração areia fina (Tabela 3). Conforme descrevem Campos *et al.* (2012), sedimentos com textura mais grosseira apresentam maior dificuldade para serem

transportados mediante à ação da água. Adicionalmente, o ambiente de deposição dos sedimentos e a vegetação também são fatores que influenciam na textura do solo (Young & Hammer, 2000; Campos *et al.*, 2007). Nesse sentido, o predomínio da fração areia fina sugere ambiente de deposição com menor intensidade da corrente fluvial.

Adicionalmente, maiores teores de areia fina podem tornar o solo mais suscetível à compactação, pois, uma vez que a área de superfície desta é maior, há maior propensão ao adensamento, principalmente quando os

Tabela 3. Granulometria dos solos sob a Formação Cruzeiro do Sul, Acre.

Horizonte	Espessura	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia total	Silte	Argila
	m						
Perfil 1							
B	1,50	20	160	240	420	270	310
Cr	7,0	40	240	270	550	260	290
C1	0,10	30	170	250	450	280	270
C2	0,20	40	210	310	560	280	170
C3	0,25	30	160	210	400	240	360
C4	0,03	30	190	280	510	270	310
Perfil 2							
A	1,25	20	130	230	370	250	380
B	2,50	20	140	230	390	260	350
C	0,70	20	170	240	430	260	300
Argilito	1,16	30	270	260	560	250	190
Perfil 3							
B	5,50	30	130	220	360	250	390
C	1,70	30	160	230	400	260	340
Perfil 4							
B	4,0	30	150	230	410	260	330
C1	0,70	30	190	280	500	270	240
C2	0,40	30	120	190	340	260	400
C3	0,60	20	180	280	490	270	240
Perfil 5							
B	1,0	20	170	260	450	250	300
C	0,90	20	150	250	430	230	340
Argilito	1,0	30	190	280	500	250	250



teores de matéria orgânica são baixos (Bennie & Krynauw, 1985). Luciano *et al.* (2012) demonstraram a influência e correlação positiva dessa fração na densidade do solo.

Em geral, a acidez variou de média a elevada, com pH variando entre 4,6 a 5,2 entre os horizontes (Tabela 4). Os teores de potássio, cálcio e magnésio foram baixos ($< 0,1 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, $< 2 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $< 0,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, respectivamente).

Os baixos teores de bases trocáveis refletem a pobreza química dos sedimentos que predominam sobre a gênese dos solos sob a Formação Cruzeiro do Sul (arenitos e argilitos). Esse fator, associado à textura arenosa, indica menor capacidade de retenção de cátions trocáveis e capacidade de armazenamento de carbono em relação aos solos de outras regiões do estado, originados a partir de sedimentos argilosos da Formação Solimões.

Tabela 4. Atributos químicos dos horizontes e camadas de solos desenvolvidas sob a Formação Cruzeiro do Sul, Acre. Legendas: Hor. = horizonte; Esp. = espessura; MO = matéria orgânica; CTC = capacidade de troca de cátions; m = saturação por alumínio; V = saturação por bases.

Hor.	Esp.	pH	MO	K	Ca	Mg	H+ Al	Al	CTC	m	V
	m	H ₂ O	g kg ⁻¹	cmol _c .dm ⁻³				%			
Perfil 1											
B	1,50	4,6	6,4	0,02	0,02	0,01	3,0	2,32	3,02	98	2
Cr	7,0	4,7	6,4	0,02	0,01	0,00	2,5	2,01	2,51	98	1
C1	0,10	4,9	6,4	0,10	0,01	0,06	11,9	10,36	12,05	98	1
C2	0,20	4,7	5,5	0,05	0,00	0,03	5,1	3,47	5,19	98	1
C3	0,25	4,8	11	0,09	0,01	0,01	10,6	8,54	10,67	99	1
C4	0,03	4,9	4,1	0,03	0,00	0,03	3,1	2,68	3,19	98	2
Perfil 2											
A	1,25	4,9	8,7	0,03	0,01	0,07	3,8	2,21	4,01	91	5
B	2,50	4,7	3,7	0,01	0,04	0,02	2,3	1,4	2,38	95	3
C	0,70	4,9	3,7	0,02	0,01	0,05	2,3	2,06	2,34	98	1
Argilito	1,16	5,1	6,9	0,16	0,31	0,09	15,7	12,05	16,94	91	7
Perfil 3											
B	5,50	4,7	3,7	0,01	0,08	0,14	15,2	2,30	15,41	91	1
C	1,70	5,1	5	0,08	0,01	0,04	5,0	3,79	5,04	98	2
Perfil 4											
B	4,0	4,9	7,3	0,06	0,13	0,01	5,0	2,64	5,26	90	6
C1	0,70	5,0	5,5	0,03	0,02	0,04	3,6	2,43	3,72	96	3
C2	0,40	5,0	8,7	0,04	0,03	0,03	5,3	4,48	5,38	98	2
C3	0,60	4,9	6,4	0,03	0,06	0,04	4,3	3,46	4,42	96	3
Perfil 5											
B	1,0	5,0	6,9	0,02	0,05	0,02	2,8	2,55	2,90	97	3
C	0,90	5,2	6,9	0,08	0,06	0,03	3,3	2,78	3,47	94	5
Argilito	1,0	4,9	5,0	0,05	0,01	0,02	9,9	8,04	9,98	99	1

A mineralogia dos solos da região do Vale do Juruá também influencia na retenção de bases trocáveis. Na maioria dos solos do Acre, verifica-se a presença de minerais de argila do tipo 2:1, entre eles esmectitas e vermiculitas, os quais contribuem para a retenção de cátions (Marques *et al.*, 2002). Dessa forma, além da textura arenosa, a ausência de minerais dessa natureza (2:1) pode contribuir para a baixa concentração de bases trocáveis. Assim, baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} são indicativos da presença de argilas com baixa atividade da fração argila.

Devido à baixa saturação por bases verificada (< 7%) e à baixa CTC (Tabela 3), práticas de manejo direcionadas tanto à reposição mineral de nutrientes como à incorporação de matéria orgânica são essenciais para a conservação do solo. O distrofismo acentuado é comum nos solos da região, em detrimento da textura arenosa, caracterizando-os como solos oligotróficos ($V\% < 25$), conforme trabalhos de caracterização de solos em geoambiente da Formação Cruzeiro do Sul realizados por Araújo *et al.* (2018, 2019).

O conteúdo de matéria orgânica variou de 3,7 a 8,7 g kg^{-1} . Nos perfis P2, P3 e P4, observou-se acúmulo de matéria orgânica em horizontes com maiores profundidades, sugerindo migração ao longo do perfil de solo (Tabela 3).

A elevada taxa de mineralização, devido à pluviosidade, à umidade e à temperatura intrínsecas da região, e a matriz arenosa do solo contribuem para o baixo conteúdo de matéria orgânica. Constataram-se também em alguns horizontes, e camadas inferiores, maiores proporções de matéria orgânica. Este comportamento pode estar associado ao processo de translocação de matéria orgânica e de minerais de argila (processo de podzolização), em virtude do material arenoso. Do processo de podzolização, conforme ressaltam Horbe *et al.* (2003), pode resultar a formação de um horizonte endurecido, formado a partir da migração da matéria orgânica e de complexos organo-metálicos. É válido salientar que na região, em determinados locais

da Formação Cruzeiro do Sul, ocorrem manchas com Espodossolo, ou seja, ecossistemas de areias brancas que são explorados para a retirada de areia e seixo lavado (Brito *et al.*, 2017).

Os baixos teores de nutrientes indicam que a CTC do solo está essencialmente ocupada pela acidez trocável ou alumínio trocável, bastante elevado em todos os horizontes, chegando a 12,05 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ de Al^{3+} (Tabela 3). A dinâmica do alumínio nos solos do Acre varia quanto à sua fitotoxicidade às plantas, de modo que o material de origem se apresenta como o principal fator que contribui para tais alterações. Grande parte dos solos do estado está sob o domínio da Formação Solimões, que, entre suas características, apresenta minerais do tipo 2:1, acidez, teores de cálcio e magnésio elevados (Wadt, 2002). Assim, nessas condições, os elevados teores de Al^{3+} não se configuram como fator limitante para o desenvolvimento vegetal (Marques *et al.*, 2002; Gama & Kiehl, 1999; Wadt, 2002).

Em contrapartida, a baixa atividade da argila nos solos da Formação Cruzeiro do Sul, associada aos baixos teores de Ca e Mg e pH, potencializa o efeito fitotóxico do Al para as plantas, pois, nessas condições, esse elemento encontra-se pouco retido às superfícies de troca, situando-se de forma mais expressiva na solução do solo, podendo limitar o desenvolvimento vegetal. Desse modo, diferentemente de outras regiões acreanas, onde se utiliza o método da saturação de bases, as práticas direcionadas à correção da acidez do solo devem considerar os índices de alumínio no solo.

Os teores de magnésio e alumínio trocável apresentaram correlação positiva com a CTC do solo (Figura 3). Dessa forma, na medida em que a CTC do solo aumenta, os teores de Mg^{2+} e Al^{3+} tendem a ser mais elevados.

A correlação verificada entre os teores de cálcio e a saturação por bases evidenciam a importância da calagem tanto para a redução das concentrações de H^+ e Al^{3+} , como para o fornecimento de Ca^{2+} e Mg^{2+} .

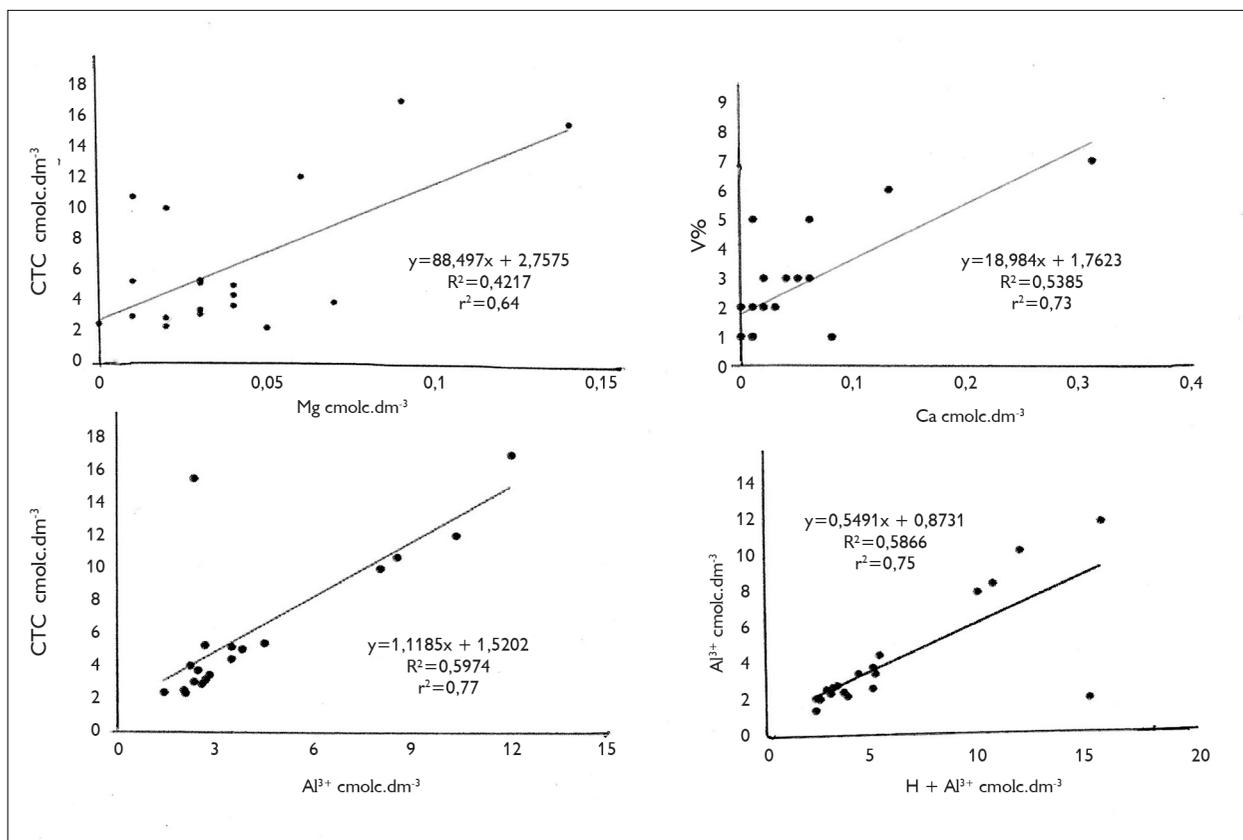


Figura 3. Correlação linear entre os teores de magnésio (Mg) e CTC; cálcio (Ca) e saturação por bases (V%); alumínio trocável (Al^{3+}) e CTC; e acidez trocável ($H + Al^{3+}$) e Al^{3+} em solos originados de sedimentos arenosos da Formação Cruzeiro do Sul, Acre.

CONCLUSÕES

Os solos originados a partir de sedimentos da Formação Cruzeiro do Sul tiveram intenso aprofundamento do manto de intemperismo, resultando em solos pobres quimicamente, profundos, bem drenados, de classe textural arenosa a média, com a fração areia fina dominante.

As cores amareladas constatadas no horizonte B denotam que, no passado, durante sua formação, experimentou condições de ambiente redutor, ou seja, baixo pH, condições de encharcamento do solo e presença de matéria orgânica. As cores rosadas do horizonte C devem-se à combinação de hematita e caulinita em ambiente oxidante.

O manejo físico-químico de solos originados da Formação Cruzeiro do Sul demanda por estratégias

conservacionistas, sobretudo devido à fragilidade física e à baixa fertilidade natural e à presença de alumínio trocável em níveis considerados elevados à nutrição mineral de plantas.

REFERÊNCIAS

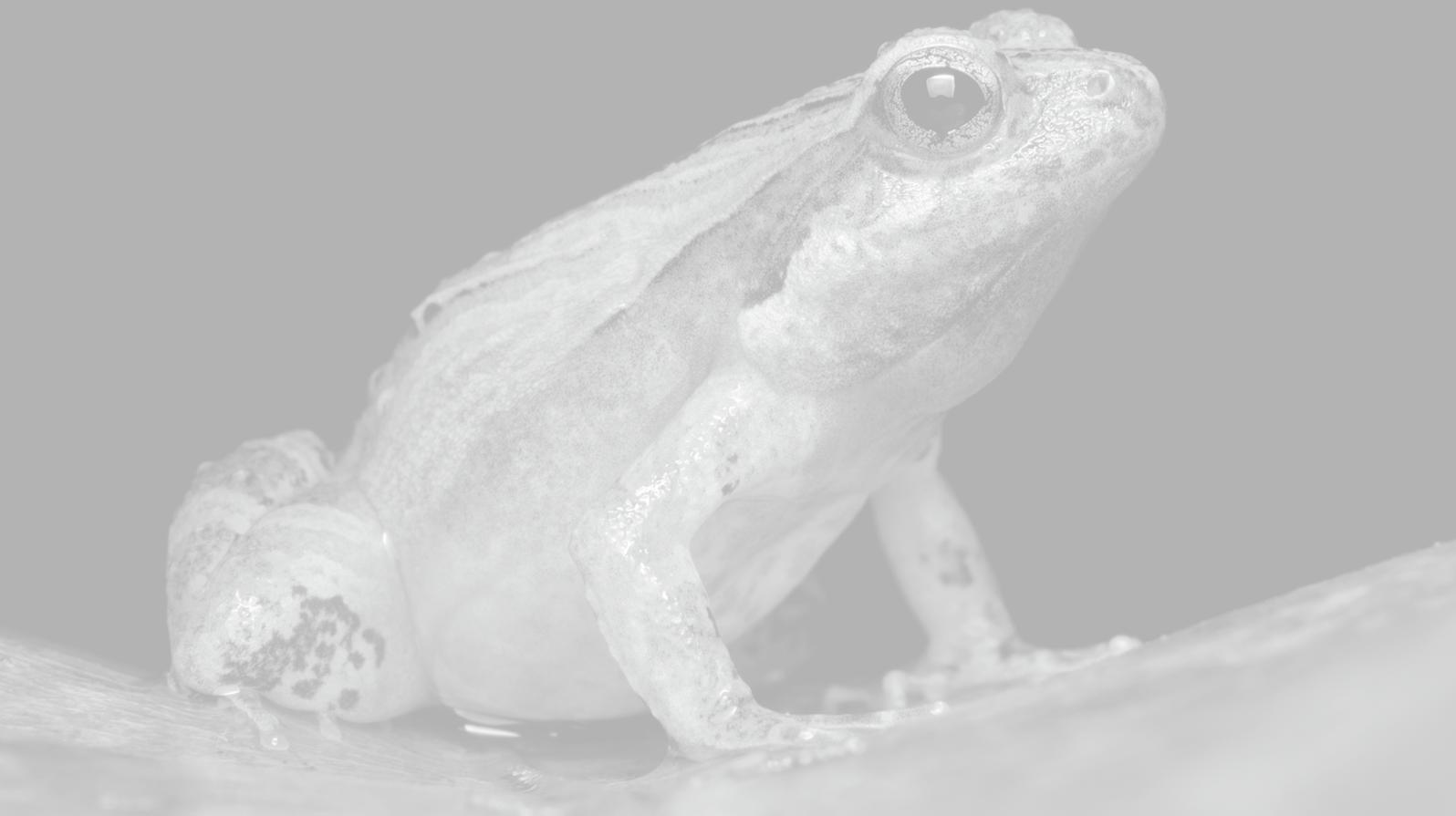
- ACRE, 2006. Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre**. Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE/AC 2a fase: 1-356. SECTMA, Rio Branco.
- ACRE, 2010. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Recursos naturais: geologia, geomorfologia e solos do Acre**. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre-ZEE/AC fase II, escala 1:250.000: 1-100. SEMA Acre, Rio Branco.
- AMARAL, E. F. & A. N. SOUZA, 1997. **Avaliação da fertilidade do solo no sudeste acreano: o caso do PED/MMA no município de Senador Guiomard**. EMBRAPA, Rio Branco.

- AMARAL, E. F., C. E. SCHAEFER, L. M. CAVALCANTE, S. B. REZENDE & J. L. LANI, 2010. Bases geológicas e geomorfológicas da formação e distribuição dos solos no estado do Acre. In: C. SOUZA, E. A. ARAÚJO, M. F. S. T. MDEIROS & A. A. MAGALHÃES (Ed.): **Recursos naturais: geologia, geomorfologia e solos do Acre: 44-62**. SEMA, Rio Branco.
- AMARAL, E. F., E. A. ARAÚJO, J. L. LANI, T. E. RODRIGUES, H. OLIVEIRA, A. W. F. MELO, E. F. AMARAL, J. R. S. SILVA, M. A. RIBEIRO NETO & N. G. BARDALES, 2013. Ocorrência e distribuição das principais classes de solos do estado do Acre. In: L. H. C. ANJOS, L. M. SILVA, P. G. S. WADT, J. F. LUMBRERAS & M. G. PEREIRA (Org.): **Guia de campo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos: 98-129**. EMBRAPA, Brasília.
- ARAÚJO, E. A., J. C. KER, E. S. MENDONÇA, I. R. SILVA & E. K. OLIVEIRA, 2011. Impacto da conversão floresta – pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma amazônico. **Acta Amazonica** 41(1): 103-114. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000100012>
- ARAÚJO, E. A., W. C. L. MOREIRA, J. F. SILVA, L. H. B. SILVA, N. G. BARDALES & E. F. AMARAL, 2018. Caracterização e classificação taxonômica de solos sedimentares da Formação Cruzeiro do Sul, Vale do Juruá, Acre. **Anais da Semana Acadêmica de Agronomia - UFAC/Campus Floresta** 4: 1-5.
- ARAÚJO, E. A., W. C. L. MOREIRA, J. F. SILVA, N. G. BARDALES, E. F. AMARAL, S. R. OLIVEIRA, E. OLIVEIRA, R. E. SOUZA, S. S. SILVA & A. W. F. MELO, 2019. **Levantamento pedológico, aptidão agrícola e estratificação pedoambiental do Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, Acre: 1-116**. Itacaiúnas, Ananindeua.
- BAHIA, R. B. C., 2015. Contexto geológico da bacia do Acre. In: A. ADAMY (Coord.): **Geodiversidade do estado do Acre: 17-36**. CPRM (Programa Geologia do Brasil - Levantamento da Geodiversidade), Porto Velho.
- BENNIE, A. T. P. & G. N. KRYNAUW, 1985. Causes, adverse effects and control of soil compaction. **South African Journal of Plant and Soil** 2(3): 109-114. DOI: <https://doi.org/10.1080/02571862.1985.10634148>
- BERNINI, T. A., M. G. PEREIRA, A. FONTANA, L. H. C. ANJOS, S. B. CALDERANO, P. G. S. WADT, A. G. L. MORAES & L. L. SANTOS, 2013. Taxonomia de solos desenvolvidos sobre depósitos sedimentares da Formação Solimões no estado do Acre. **Bragantia** 72(1): 71-80. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052013005000014>
- BRITO, T. F., R. C. SILVA, S. A. V. OLIVEIRA & M. SILVEIRA, 2017. **Complexo vegetacional sobre areia branca: campinaranas do sudoeste da Amazônia: 1-93**. Edufac, Rio Branco.
- CAMPOS, M. C. C., J. MARQUES JÚNIOR, G. T. PEREIRA, R. MONTANARI & D. S. SIQUEIRA, 2007. Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. **Revista Ciência Agronômica** 38(2): 149-157.
- CAMPOS, M. C. C., M. R. RIBEIRO, V. S. SOUZA JÚNIOR, M. R. RIBEIRO FILHO & M. C. ALMEIDA, 2012. Relações solo-superfície geomórfica em uma toposequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36(2): 325-336. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000200002>
- CAPUTO, M. V., 2014. Orogeny: Brazil and Andean Countries. **Brazilian Journal of Geology** 44(2): 181-190. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400020001>
- CAVALCANTE, L. M., 2005. **Zoneamento geológico e geomorfológico entre Feijó e Mâncio Lima: 1-24**. EMBRAPA Acre (Documentos 99), Rio Branco.
- CAVALCANTE, L. M., 2006. **Aspectos geológicos do Acre e implicação na evolução da paisagem: 1-28**. EMBRAPA Acre (Documentos 104), Rio Branco.
- CAVALCANTE, L. M., 2010. Geologia do estado do Acre. In: ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Recursos naturais: geologia, geomorfologia e solos do Acre. ZEE/AC, fase II, escala 1:250.000/Programa Estadual de Zoneamento Ecológico do Acre: 10-31**. SEMA, Rio Branco.
- CORRÊA, G. F., 1984. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- COSTA, M. L., 1991. Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências** 21(2): 146-160. DOI: <https://doi.org/10.25249/0375-7536.1991146160>
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER), 1994. **Solos - análise granulométrica, norma rodoviária, método de ensaio**. DNER ME 051, [S. J]
- GAMA, J. R. N. F. & J. C. KIEHL, 1999. Influência do alumínio de um Podzólico Vermelho-Amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 23(2): 475-482. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06831999000200030>
- HORBE, A. M. C., M. A. HORBE & K. SUGUI, 2003. Origem dos depósitos de areias brancas no nordeste do Amazonas. **Revista Brasileira de Geociências** 33(1): 41-50.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 1994. **Projeto de proteção do meio ambiente e das comunidades indígenas: diagnóstico geoambiental e socioeconômico. Área de influência do Vale do Juruá: 1-144**. IBGE, Rio de Janeiro.
- KÄMPF, N. & N. CURI, 2000. Óxidos de ferro: indicadores de ambientes pedogênicos. In: R. F. NOVAIS, V. ALVAREZ & C. E. G. R. SCHAEFER (Ed.): **Tópicos em ciência do solo: 107-138**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa.
- KRONBERG, B. I. & R. E. BENCHIMOL, 1992. Geochemistry and geochronology of surficial Acre Basin sediments (Western Amazonia): key information for climate reconstruction. **Acta Amazonica** 22(1): 51-69. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921992221069>



- LIMA, H. N., J. W. V. MELLO, C. E. G. R. SCHAEFER, J. C. KER & A. M. N. LIMA, 2006. Mineralogia e química de três solos de uma toposequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 30(1): 59-58. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000100007>
- LUCAS, Y., F. SOUBIÈS, A. CHAUVEL & T. DESJARDINS, 1993. Estudos do solo revelam alterações climáticas da Amazônia. **Ciência Hoje** 16(93): 36-39.
- LUCIANO, R. V., J. A. ALBUQUERQUE, A. COSTA, B. BATISTELLA & M. T. WARMLING, 2012. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 36(6): 1733-1744. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600007>
- MARQUES, J. J., W. G. TEIXEIRA, D. G. SCHULZE & N. CURTI, 2002. Mineralogy of soils with unusually high exchangeable Al from the western Amazon Region. **Clay Mineralogy** 37(4): 651-661. DOI: <http://doi.org/10.1180/0009855023740067>
- MOREIRA, W. C. L., E. A. ARAÚJO, M. C. L. SILVA, M. P. ALMEIDA & J. R. S. SILVA, 2019. Pluviometria no município de Cruzeiro do Sul, Acre, no período de 1971 a 2014. **Anais da Semana Acadêmica de Agronomia da UFAC/Campus Floresta** 4: EVEN3.
- MUNSELL, A. H., 1994. **Soil color charts**. Revised edition. New Windsor, New York.
- SALIMON, C. I., P. G. S. WADT & A. W. F. MELO, 2007. Dinâmica do carbono na conversão de floresta para pastagens em Argissolos da formação geológica Solimões, no sudoeste da Amazônia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** 7(1): 29-38.
- SANTOS, L. J. C., A. A. R. SALGADO & M. L. RAKSSA, 2010. Gênese das linhas de pedra. **Revista Brasileira de Geomorfologia** 11(2): 103-108.
- SANTOS, R. D., R. C. LEMOS, H. G. SANTOS, J. C. KER, L. H. ANJOS & S. H. SHIMIZU, 2013. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**: 7. ed.: 1-103. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa.
- SCHWERTMANN, U., 1993. Relations between iron oxides, soil color and soil formation. In: J. M. BIGHAM & E. J. CIOLKOSZ (Org.): **Soil color**: 51-69. SSSA, Madison.
- SOUSA, M. M. & W. OLIVEIRA, 2020. Detecção de paleocanais no rio Juruá a partir de dados de sensoriamento remoto. **Revista Caminhos de Geografia** 21(73): 1-23.
- TEIXEIRA, P. C., G. K. DONAGEMMA, A. FONTANA & W. G. TEIXEIRA, 2017. **Manual de métodos de análise de solo**: 1-573. EMBRAPA, Brasília.
- WADT, P. G. S., 2002. **Manejo de solos ácidos do estado do Acre**: 1-28. EMBRAPA (Documentos, 79), Rio Branco.
- WADT, P. G. S., J. R. T. SILVA & S. C. FURTADO, 2005. Dinâmica de nutrientes com ênfase para as condições de solos do estado do Acre. In: P. G. S. WADT (Ed.): **Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre**: 128-167. EMBRAPA, Rio Branco.
- YOUNG, F. J. & R. D. HAMMER, 2000. Defining geographic soil bodies by landscape position, soil taxonomy, and cluster analysis. **Soil Science Society American Journal** 64(3): 989-998. DOI: <http://doi.org/10.2136/sssaj2000.643989x>

NOTAS DE PESQUISA



**Primeiro registro documentado de *Leucopternis melanops* (Latham, 1790)
(Aves: Accipitridae) no estado do Maranhão e atualização da
distribuição geográfica da espécie no Brasil**

First documented record of *Leucopternis melanops* (Latham, 1790)
(Aves: Accipitridae) in the state of Maranhão and update of the
geographic distribution of this species in Brazil

Leonardo Victor Soares Pinheiro^I  | Pablo Vieira Cerqueira^{II, III}  | Gabriel Augusto Leite^{IV}  |
Marcos de Souza Fialho^V  | Gustavo Gonsioroski^{VI} 

^IInstituto Ecos de Gaia. São Luís, Maranhão, Brasil

^{II}Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal do Pará. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.
Laboratório de Ornitologia e Biologia Molecular. Belém, Pará, Brasil

^{III}Pinima Birding – Nature Tours. Belém, Pará, Brasil

^{IV}Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Programa de Pós-Graduação em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva.
Manaus, Amazonas, Brasil

^VCentro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres – CEMAVE. Cabedelo, Paraíba, Brasil

^{VI}Universidade Estadual do Maranhão. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ambiente e Saúde. Caxias, Maranhão, Brasil

Resumo: O gavião-de-cara-preta, *Leucopternis melanops* (Latham, 1790), é o representante do gênero com a maior distribuição geográfica, sendo regular na calha norte do rio Amazonas e com raros registros na calha sul (Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará e Rondônia). Em 24 de junho de 2018, um indivíduo de *L. melanops* foi encontrado no município de Centro Novo do Maranhão, estado do Maranhão, Brasil, dentro dos limites da Reserva Biológica do Gurupi, sendo este o primeiro registro documentado para o estado. Este registro, somado a outros, serviu para atualizar os limites da distribuição da espécie no Brasil, além de destacar a importância do mosaico Gurupi em manter espécies pouco comuns.

Palavras-chave: Reserva Biológica do Gurupi. Unidades de conservação. Área de endemismo Belém. Limites de distribuição.

Abstract: The Black-faced hawk, *Leucopternis melanops* (Latham, 1790), is the representative of the genus with the greatest geographic distribution, being common on the northern bank of the Amazon River and with rare records on the southern bank (Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará and Rondônia). On June 24, 2018, an individual of *L. melanops* was found in the municipality of Centro Novo do Maranhão, state of Maranhão, Brazil, within the limits of the Gurupi Biological Reserve, which is the first documented record for the state. This record, added to others, served to update the limits of the distribution of *L. melanops* in Brazil, in addition to highlighting the importance of the Gurupi mosaic in maintaining unusual species.

Keyword: Biological Reserve of Gurupi. Conservation units. Belém area of endemism. Distribution range limits.

PINHEIRO, L. V. S., P. V. CERQUEIRA, G. A. LEITE, M. S. FIALHO & G. GONSIOROSKI, 2021. Primeiro registro documentado de *Leucopternis melanops* (Latham, 1790) (Aves: Accipitridae) no estado do Maranhão e atualização da distribuição geográfica da espécie no Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 16(1): 131-143. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.450>. Autor para correspondência: Leonardo Victor Soares Pinheiro. Travessa das Flores, s/n – Trizidela. São Benedito do Rio Preto, MA, Brasil. CEP 65440-000 (leovictorsp13@gmail.com).

Recebido em 03/12/2020

Aprovado em 02/03/2021

Responsabilidade editorial: Adriano Oliveira Maciel



O gênero *Leucopternis*, componente da família Accipitridae, possui três espécies, *Leucopternis semiplumbeus* Lawrence, 1861, *L. kuhli* Bonaparte, 1850 e *L. melanops* (Latham, 1790), todas de hábitos florestais (Bierregaard *et al.*, 2020a, 2020b, 2020c). *Leucopternis semiplumbeus* distribui-se do norte do Equador até o norte de Honduras (Bierregaard *et al.*, 2020b). Por sua vez, *L. kuhli* ocorre no noroeste da Bolívia, no Peru (Madre de Dios), no Equador e no Brasil, na margem sul do rio Amazonas (Barlow *et al.*, 2002; Amaral *et al.*, 2007; Portes *et al.*, 2011; Lees *et al.*, 2012; Bierregaard *et al.*, 2020c). Enquanto *L. melanops* é o representante com maior distribuição, presente em Peru (Madre de Dios e Loreto), no Equador, na Colômbia, na Venezuela, nas Guianas, apresentando ampla distribuição na Amazônia brasileira. Contudo, é mais comumente encontrado na calha norte do rio Amazonas (Barlow *et al.*, 2002; Amaral *et al.*, 2007; Shrum *et al.*, 2011; Bierregaard *et al.*, 2020a).

O primeiro registro de *L. melanops* no Brasil foi realizado por Johann Natterer, que coletou dois exemplares em Barra do Rio Negro, hoje Manaus, em expedição executada entre 1817 e 1835 (Pelzeln, 1871). Cerca de um século depois, em 1921, outro indivíduo foi coletado no município de Óbidos, ao norte do rio Amazonas, no estado do Pará, por S. M. Klages (CM-Birds, 2020). Em 1931, um espécime de *L. melanops* foi coletado por A. M. Olalla, em Tauari, baixo Tapajós (Amadon, 1964). Este foi o primeiro registro documentado de *L. melanops* na margem sul do rio Amazonas (Amaral *et al.*, 2007). A partir deste registro, outros indivíduos foram documentados nos estados do Acre (Amaral *et al.*, 2007), Amazonas (Amaral *et al.*, 2007; Bierregaard *et al.*, 2020a), Mato Grosso (Borges, 2016; Bierregaard *et al.*, 2020a), Pará (Amaral *et al.*, 2007; Moura, 2012; Bierregaard *et al.*, 2020a) e Rondônia (Roth, 2011; Bierregaard *et al.*, 2020a).

Registros da espécie ao sul do rio Amazonas são relativamente incomuns, especialmente no extremo leste na região biogeográfica conhecida como Centro de Endemismo Belém (CEB) (Da Silva *et al.*, 2005).

Nessa região, foram feitos apenas dois registros: o primeiro deles foi realizado por Emílio Dente, em 1959, na região do rio Capim, nas imediações da antiga BR-14, atual BR-010 (Amaral *et al.*, 2007). O segundo também ocorreu no rio Capim, no município de Goianésia do Pará, quando um indivíduo foi fotografado por Alexander Lees, Nárgila Moura e Ian Thompson, em 2013 (Lees, 2013).

Em 24 de junho de 2018, pela manhã, durante a implantação da segunda campanha do Protocolo Avançado de Monitoramento de Aves, que faz parte do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora (Bispo *et al.*, 2016; Ribeiro, 2018), na Reserva Biológica do Gurupi (REBIO Gurupi), estado do Maranhão, L.V.S.P e P.V.C. observaram e fotografaram um indivíduo de *L. melanops* na trilha B (03° 15' 07,45" S; 46° 45' 08,80" O; Figura 1). O gavião foi avistado em vegetação de floresta ombrófila de terra firme com algumas clareiras antigas. O indivíduo apresentava as partes inferiores, cabeça e pescoço brancos, com finas linhas pretas visíveis apenas na fronte próxima ao bico; dorso e asas pretas com poucas manchas brancas; a cauda também era preta, com apenas uma faixa branca visível, assim como a ponta das retrizes; máscara preta ampla e contrastante com a face branca; cera e tarsos alaranjados. Tais características indicam que o indivíduo seja um adulto e nos permitem diferenciá-lo do seu congênere e simpátrico *L. kuhli* (Figura 2). Portanto, este é o primeiro registro documentado para o estado, onde apenas *L. kuhli* havia sido documentado (Oren, 1991; Lima *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2020).

Adicionalmente ao registro aqui reportado, que expande em aproximadamente 200 km o limite leste da distribuição da espécie, compilamos os registros reportados em literatura científica (e.g. Barlow *et al.*, 2002; Amaral *et al.*, 2007) e nas plataformas digitais Gbif, Wikiaves e Xeno-canto até outubro de 2020 (Apêndice) e disponibilizamos uma proposta da abrangência da distribuição da espécie, com sugestões de atualização da distribuição geográfica dela (Figura 1).

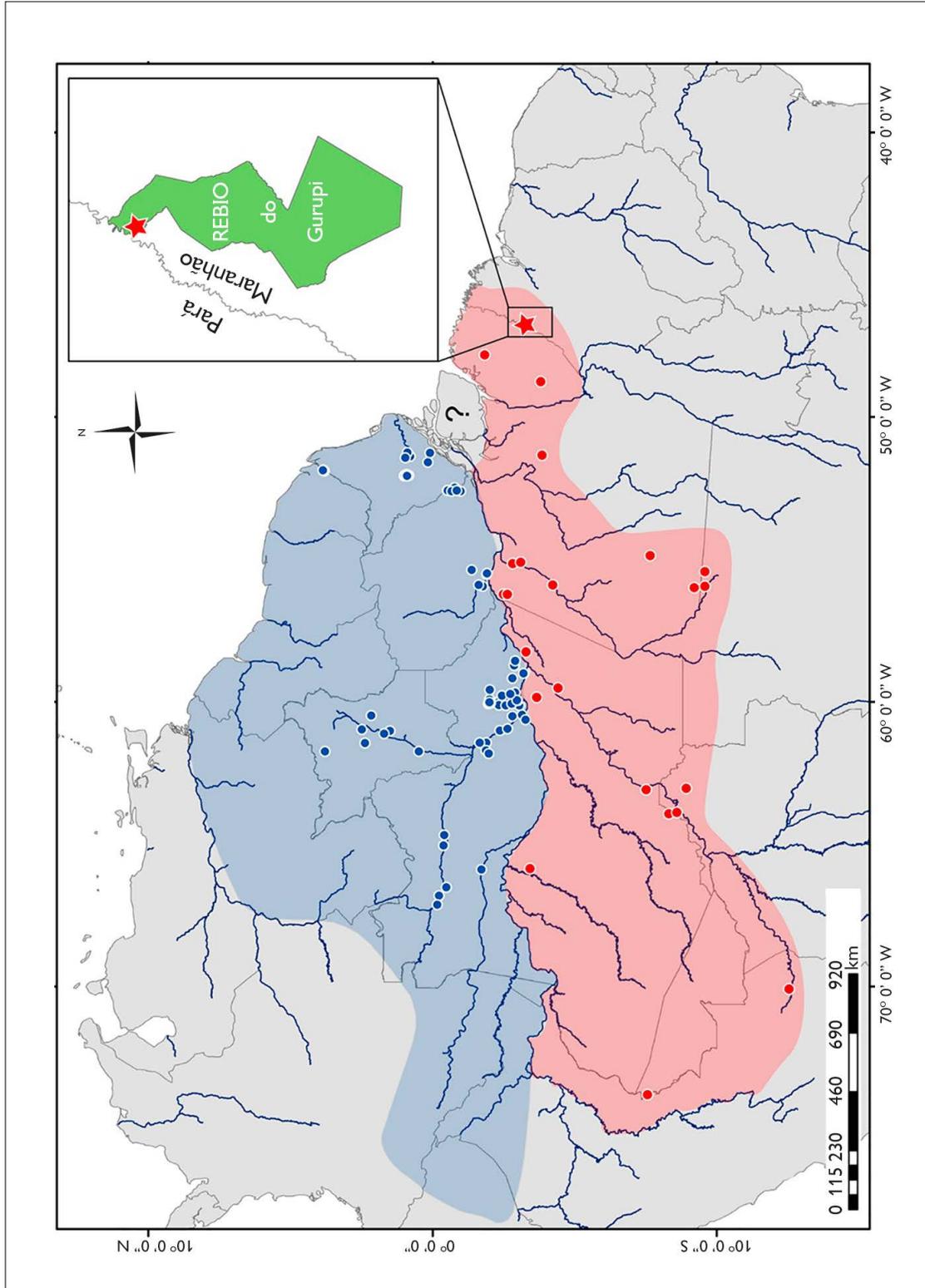


Figura 1. Mapa de distribuição de *Leucopternis melanops*, com proposição de área de distribuição ao sul do rio Amazonas e o primeiro registro para o estado do Maranhão. Pontos e mancha em azul representam a distribuição da espécie ao norte do rio Amazonas, e pontos e mancha em vermelho, áreas ao sul do mesmo rio. Em destaque no canto superior direito, a área da Reserva Biológica do Gurupi (REBIO Gurupi), em verde, e o local de registro de *L. melanops* representado por uma estrela. Adaptado de *BirdLife International/NatureServe* e Ministério do Meio Ambiente (MMA).



Figura 2. Indivíduo de *Leucopternis melanops* registrado durante aplicação de Protocolo Avançado de Monitoramento de Aves na REBIO Gurupi. Foto: Leonardo Victor (2018).

Por fim, esse registro, juntamente a outros táxons documentados (Oren, 1991; Lima & Raices, 2012; Lima *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2017; Alteff *et al.*, 2019; Carvalho *et al.*, 2020; Moraes *et al.*, 2020), mostra a importância do mosaico Gurupi para a conservação biológica do CEB, onde estão inseridas as terras indígenas Alto do Turiçu, Awá e Caru e a REBIO Gurupi, indicando a necessidade de mais esforços para inventariar a biodiversidade e medidas que ajudem na manutenção da integridade ambiental dessas áreas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Monitora, ao Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Brasileiras (CEMAVE) e à Reserva Biológica do Gurupi (REBIO Gurupi), por promoverem as expedições do Protocolo Avançado de Monitoramento de Comunidades de Aves em Unidades de Conservação Federais na REBIO Gurupi. Ao Programa de Áreas Protegidas da Amazônia (Programa ARPA), por ter fornecido recursos para aplicação do protocolo. Aos dois revisores anônimos, pelas importantes sugestões. E, por fim, agradecemos a Guy M. Kirwan, por ajustes na tradução.

REFERÊNCIAS

- ALTEFF, E. F., G. GONSIOROSKI, M. BARREIROS, L. G. C. D. O. TORRES, A. R. CAMILO, H. B. MOZERLE, A. E. B. A. D. SOUSA, C. A. B. MEDOLAGO, C. MARTÍNEZ, D. M. LIMA & F. K. UBAID, 2019. The rarest of the rare: rediscovery and status of the critically endangered Belem Curassow, *Crax fasciolata pinima* (Pelzeln, 1870). **Papéis Avulsos de Zoologia** 59: e20195946. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1807-0205/2019.59.46>
- AMADON, D., 1964. Taxonomic notes on birds of prey. **American Museum Novitates** 2166: 1-24.
- AMARAL, F. S. R., L. F. SILVEIRA & B. M. WHITNEY, 2007. New localities for the Black-faced Hawk (*Leucopternis melanops*) south of the Amazon River and description of the immature plumage of the White-browed Hawk (*Leucopternis kuhli*). **The Wilson Journal of Ornithology** 119(3): 450-454.
- BARLOW, J., T. HAUGAASEN & C. A. PERES, 2002. Sympatry of Black-faced *Leucopternis melanops* and White-browed Hawks *L. kuhli* along the lower rio Tapajós, Pará, Brazil. **Cotinga** 18: 77-79.
- BIERREGAARD, R. O., P. F. D. BOESMAN & J. S. MARKS, 2020a. Black-faced Hawk (*Leucopternis melanops*), version 1.0. In: J. DEL HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE & E. DE JUANA (Ed.): **Birds of the World**. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca. DOI: <https://doi.org/10.2173/bow.blfhaw1.01>
- BIERREGAARD, R. O., P. F. D. BOESMAN & J. S. MARKS, 2020b. Semiplumbeous Hawk (*Leucopternis semiplumbeus*), version 1.0. In: J. DEL HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE & E. DE JUANA (Ed.): **Birds of the World Cornell Lab of Ornithology**. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca. DOI: <https://doi.org/10.2173/bow.semhaw.01>
- BIERREGAARD, R. O., P. F. D. BOESMAN & J. S. MARKS, 2020c. White-browed Hawk (*Leucopternis kuhli*), version 1.0. In: J. DEL HOYO, A. ELLIOTT, J. SARGATAL, D. A. CHRISTIE & E. DE JUANA (Ed.): **Birds of the World Cornell Lab of Ornithology**. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca. DOI: <https://doi.org/10.2173/bow.whbhaw2.01>
- BISPO, A. Â., A. G. AGUIAR, N. R. ALMEIDA, C. G. MACHADO, M. COHN-HAFT, P. F. DEVELEY, T. O. LARANJEIRAS, A. L. CAROLINA & M. UEHARA-PRADO, 2016. Protocolo para monitoramento de comunidades de aves em Unidades de Conservação Federais. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil** (1): 153-173.
- BORGES, C. A., 2016. WA2103230, *Leucopternis melanops* (Latham, 1790). **Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/2103230>. Acesso em: 24 outubro 2020.
- CARNEGIE MUSEUM BIRDS COLLECTION (CM-BIRDS), 2020. *Leucopternis melanops* CMNH-P83029. **SpeciesLink**. Disponível em: <http://www.splink.org.br>. Acesso em: 31 Agosto de 2020.

- CARVALHO, D. L., T. SOUSA-NEVES, P. V. CERQUEIRA, G. GONSIOROSKI, S. M. SILVA, D. P. SILVA & M. P. D. SANTOS, 2017. Delimiting priority areas for the conservation of endemic and threatened Neotropical birds using a nichebased gap analysis. **PLoS One** 12(2): e0171838. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171838>
- CARVALHO, D. L., S. M. SILVA, T. SOUSA-NEVES, D. P. SILVA & M. P. D. SANTOS, 2020. An updated documented inventory and new records of bird species for the Brazilian state of Maranhão. **Ornithology Research** 28(2): 77-85. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43388-020-00013-2>
- DA SILVA, J. M. C., A. B. RYLANDS & G. A. B. DA FONSECA, 2005. The fate of the Amazonian areas of endemism. **Conservation Biology** 19(3): 689-694.
- LEES, A. C., N. G. DE MOURA, A. SANTANA, A. ALEIXO, J. BARLOW, E. BERENQUER, J. FERREIRA & T. A. GARDNER, 2012. Paragominas: a quantitative baseline inventory of an eastern Amazonian avifauna. **Revista Brasileira de Ornitologia** 20(48): 26.
- LEES, A. C., 2013. [WA1162088, *Leucopternis melanops* (Latham, 1790)]. **Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/1162088>. Acesso em: 31 agosto 2020.
- LIMA, D. M., C. MARTÍNEZ & D. S. L. RAÍCES, 2014. An avifaunal inventory and conservation prospects for the Gurupi Biological Reserve, Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia** 22(4): 317-340.
- LIMA, D. M. & D. S. L. RAICES, 2012. Primeiro registro de *Psophia obscura* Pelzeln, 1857 e *Dendrocincla merula badia* Zimmer, 1934 para a Reserva Biológica do Gurupi, Maranhão, Brasil. **Ornithologia** 5(1): 39-42.
- MORAES, K. F., M. P. D. SANTOS, G. S. R. GONÇALVES, G. L. OLIVEIRA, L. B. GOMES & M. G. M. LIMA, 2020. Climate change and bird extinctions in the Amazon. **Plos One** 15(7): e0236103. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236103>
- MOURA, T., 2012. WA839366, *Leucopternis melanops* (Latham, 1790). **Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/839366>. Acesso em: 24 outubro 2020.
- OREN, D. C., 1991. Aves do estado do Maranhão. **Goeldiana. Zoologia** 9: 1-55.
- PELZELN, A. V., 1871. **Zur Ornithologie brasiliens**: Resultate von Johann Natterers Reisen in den Jahren 1817 bis 1835. A. Pichler's Witwe & Sohn (Itinerarium von Natterer's Reisen in Brasilien 1817-1835), Viena. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/21811#page/14/mode/1up>. Acesso em: 27 janeiro 2021.
- PORTES, C. E. B., L. S. CARNEIRO, F. SCHUNCK, M. S. S. SILVA, K. J. ZIMMER, A. WHITTAKER, F. POLETTO, L. F. SILVEIRA & A. ALEIXO, 2011. Annotated checklist of birds recorded between 1998 and 2009 at nine areas in the Belém area of endemism, with notes on some range extensions and the conservation status of endangered species. **Revista Brasileira de Ornitologia** 19(2): 167-184.
- RIBEIRO, K. T., 2018. **Estratégia do Programa Nacional de Monitoramento da Biodiversidade – Programa Monitora**: estrutura, articulações, perspectivas. ICMBio, Brasília. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-fazemos/monitoramento/Programa_Monitora_-_Estrat%C3%A9gia_Geral.pdf. Acesso em: 24 outubro 2020.
- ROTH, P. R., 2011. WA422050, *Leucopternis melanops* (Latham, 1790). **Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/422050&tm=f&t=s&s=10215&o=mp&o=mp>. Acesso em: 24 outubro 2020.
- SHRUM, P. L., W. W. BOWERMAN, D. G. OLAECHEA & R. AMABLE, 2011. More records of sympatry of black-faced hawk (*Leucopternis melanops*) and white-browed hawk (*L. kuhli*) in Madre de Dios, Peru. **Journal of Raptor Research** 45(1): 104-105. DOI: <https://doi.org/10.3356/JRR-10-47.1>

Apêndice. Dados complementares levantados para elaboração da nota. Fontes: *American Museum of Natural History* (AMNH), *Academy of Natural Sciences of Drexel University* (ANSP), *Cleveland Museum of Natural History* (CMNH), EBIRD, *Field Museum Natural History* (FMNH), *Inaturalist* (IN), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), *Macaulay Library* (ML), Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ), Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), *Smithsonian National Museum of Natural History* (NMNH), Wikiaves (WA), Xeno-canto (XC). Tombo: código dos museus e plataformas digitais utilizadas na pesquisa.

(Continua)

Estado	Fonte	Tombo	Ano
Acre	MPEG	52705	1966
Amapá	MPEG	17251	1959
Amapá	MPEG	47656	1965
Amapá	MPEG	24833	1965
Amapá	MZUSP	62646	1965
Amapá	MPEG	53428	1997
Amapá	WA	1433708	2000
Amapá	XC	85200	2000
Amapá	EBIRD	609798168	2009
Amapá	WA	148954	2009
Amapá	WA	748233	2012
Amapá	WA	1540505	2012
Amapá	WA	2713927	2013
Amapá	WA	2430466	2013
Amapá	EBIRD	438523785	2014
Amapá	EBIRD	361990595	2015
Amapá	EBIRD	361994268	2015
Amapá	EBIRD	362005542	2015
Amapá	EBIRD	361999359	2015
Amapá	WA	2367457	2015
Amapá	EBIRD	436653216	2016
Amapá	EBIRD	385153574	2016
Amapá	EBIRD	377807800	2016
Amapá	EBIRD	377585363	2016
Amapá	WA	2327248	2016
Amapá	WA	2512133	2016
Amapá	EBIRD	480075114	2017
Amapá	EBIRD	465690002	2017
Amapá	WA	3045250	2017
Amapá	EBIRD	684565418	2018
Amapá	EBIRD	684538376	2018
Amapá	EBIRD	669848448	2018
Amapá	EBIRD	578896638	2018



Apêndice.

(Continua)

Estado	Fonte	Tombo	Ano
Amapá	EBIRD	570976540	2018
Amapá	WA	3265086	2018
Amapá	WA	3813453	2019
Amapá	WA	3451025	2019
Amapá	FMNH	391235	
Amazonas	NMNH	316397	1930
Amazonas	FMNH	100356	1932
Amazonas	FMNH	101512	1937
Amazonas	EBIRD	332843375	1995
Amazonas	EBIRD	198698726	1997
Amazonas	ML	117250	1997
Amazonas	WA	87627	2004
Amazonas	XC	10127	2006
Amazonas	EBIRD	482653094	2007
Amazonas	EBIRD	460434262	2007
Amazonas	EBIRD	83101032	2007
Amazonas	FMNH	456425	2007
Amazonas	MPEG	0062387	2007
Amazonas	EBIRD	526548036	2008
Amazonas	EBIRD	526669935	2008
Amazonas	EBIRD	525583618	2008
Amazonas	EBIRD	643195928	2009
Amazonas	EBIRD	529289959	2009
Amazonas	EBIRD	127036038	2011
Amazonas	XC	113627	2011
Amazonas	EBIRD	458023062	2012
Amazonas	EBIRD	197112415	2012
Amazonas	EBIRD	166870115	2012
Amazonas	INPA	4622	2012
Amazonas	WA	737009	2012
Amazonas	WA	740548	2012
Amazonas	XC	118475	2012
Amazonas	EBIRD	202082732	2013
Amazonas	WA	1337230	2013
Amazonas	WA	1215039	2013
Amazonas	WA	1267156	2013
Amazonas	XC	315413	2013



Apêndice.

(Continua)

Estado	Fonte	Tombo	Ano
Amazonas	EBIRD	300584482	2014
Amazonas	EBIRD	270910901	2014
Amazonas	EBIRD	269922774	2014
Amazonas	EBIRD	269922730	2014
Amazonas	EBIRD	268977943	2014
Amazonas	EBIRD	279330158	2014
Amazonas	XC	188622	2014
Amazonas	EBIRD	566668225	2015
Amazonas	EBIRD	454384778	2015
Amazonas	EBIRD	445787351	2015
Amazonas	EBIRD	442696713	2015
Amazonas	EBIRD	412677460	2015
Amazonas	EBIRD	381690039	2015
Amazonas	EBIRD	370303504	2015
Amazonas	EBIRD	351336671	2015
Amazonas	EBIRD	350472843	2015
Amazonas	EBIRD	346592309	2015
Amazonas	EBIRD	345147002	2015
Amazonas	EBIRD	343545767	2015
Amazonas	EBIRD	336002887	2015
Amazonas	EBIRD	335806543	2015
Amazonas	EBIRD	335762762	2015
Amazonas	EBIRD	335142311	2015
Amazonas	EBIRD	334320359	2015
Amazonas	EBIRD	334025332	2015
Amazonas	EBIRD	334012132	2015
Amazonas	EBIRD	334105569	2015
Amazonas	EBIRD	333810352	2015
Amazonas	EBIRD	333607862	2015
Amazonas	EBIRD	333181704	2015
Amazonas	EBIRD	332767172	2015
Amazonas	EBIRD	332678495	2015
Amazonas	EBIRD	332641369	2015
Amazonas	EBIRD	332526598	2015
Amazonas	EBIRD	330671304	2015
Amazonas	EBIRD	330728650	2015
Amazonas	EBIRD	315192957	2015



Apêndice.

(Continua)

Estado	Fonte	Tombo	Ano
Amazonas	EBIRD	314344489	2015
Amazonas	EBIRD	334981408	2015
Amazonas	EBIRD	334270468	2015
Amazonas	EBIRD	334303974	2015
Amazonas	EBIRD	525316506	2015
Amazonas	EBIRD	525226590	2015
Amazonas	WA	1867338	2015
Amazonas	EBIRD	464941082	2016
Amazonas	EBIRD	436951973	2016
Amazonas	EBIRD	435572076	2016
Amazonas	EBIRD	434261006	2016
Amazonas	EBIRD	435679577	2016
Amazonas	EBIRD	421033027	2016
Amazonas	EBIRD	420008895	2016
Amazonas	EBIRD	415557323	2016
Amazonas	EBIRD	410552230	2016
Amazonas	EBIRD	438360803	2016
Amazonas	EBIRD	437881455	2016
Amazonas	EBIRD	437900899	2016
Amazonas	EBIRD	440296714	2016
Amazonas	IN	30122542	2016
Amazonas	WA	2596297	2016
Amazonas	EBIRD	625625429	2017
Amazonas	EBIRD	542606495	2017
Amazonas	EBIRD	547687592	2017
Amazonas	EBIRD	537918179	2017
Amazonas	EBIRD	537611137	2017
Amazonas	EBIRD	542657106	2017
Amazonas	EBIRD	533018255	2017
Amazonas	EBIRD	555661162	2017
Amazonas	EBIRD	531133830	2017
Amazonas	EBIRD	536713068	2017
Amazonas	EBIRD	536104649	2017
Amazonas	EBIRD	534090333	2017
Amazonas	EBIRD	532965951	2017
Amazonas	EBIRD	525715835	2017
Amazonas	EBIRD	547819421	2017



Apêndice.

(Continua)

Estado	Fonte	Tombo	Ano
Amazonas	EBIRD	531605851	2017
Amazonas	EBIRD	531605715	2017
Amazonas	EBIRD	531131988	2017
Amazonas	EBIRD	530887556	2017
Amazonas	EBIRD	526570581	2017
Amazonas	EBIRD	538062167	2017
Amazonas	EBIRD	537880449	2017
Amazonas	EBIRD	536123011	2017
Amazonas	EBIRD	520491270	2017
Amazonas	EBIRD	532955653	2017
Amazonas	EBIRD	531594082	2017
Amazonas	EBIRD	531133681	2017
Amazonas	EBIRD	530484714	2017
Amazonas	EBIRD	517652299	2017
Amazonas	EBIRD	517279798	2017
Amazonas	EBIRD	490094077	2017
Amazonas	EBIRD	508982109	2017
Amazonas	EBIRD	474666154	2017
Amazonas	EBIRD	460056070	2017
Amazonas	EBIRD	460090617	2017
Amazonas	EBIRD	468984196	2017
Amazonas	EBIRD	524804304	2017
Amazonas	EBIRD	468187882	2017
Amazonas	EBIRD	467084256	2017
Amazonas	WA	2833174	2017
Amazonas	EBIRD	706730704	2018
Amazonas	EBIRD	699279712	2018
Amazonas	EBIRD	687907899	2018
Amazonas	EBIRD	687159622	2018
Amazonas	EBIRD	684548893	2018
Amazonas	EBIRD	684226086	2018
Amazonas	EBIRD	712178466	2018
Amazonas	EBIRD	678050451	2018
Amazonas	EBIRD	679171202	2018
Amazonas	EBIRD	679007551	2018
Amazonas	EBIRD	676748363	2018
Amazonas	EBIRD	687907686	2018



Apêndice.

(Continua)

Estado	Fonte	Tombo	Ano
Amazonas	EBIRD	658174483	2018
Amazonas	EBIRD	678055031	2018
Amazonas	EBIRD	676749681	2018
Amazonas	EBIRD	654267718	2018
Amazonas	EBIRD	638711978	2018
Amazonas	EBIRD	646269622	2018
Amazonas	EBIRD	645240103	2018
Amazonas	EBIRD	637035161	2018
Amazonas	EBIRD	657420677	2018
Amazonas	EBIRD	630188372	2018
Amazonas	EBIRD	641046258	2018
Amazonas	EBIRD	635519894	2018
Amazonas	EBIRD	640511063	2018
Amazonas	EBIRD	638610938	2018
Amazonas	EBIRD	598551956	2018
Amazonas	EBIRD	601044161	2018
Amazonas	EBIRD	583231710	2018
Amazonas	EBIRD	583235100	2018
Amazonas	EBIRD	628345934	2018
Amazonas	EBIRD	631520525	2018
Amazonas	EBIRD	653919081	2018
Amazonas	EBIRD	629841170	2018
Amazonas	EBIRD	630003335	2018
Amazonas	IN	47189578	2018
Amazonas	IN	45334448	2018
Amazonas	WA	2886517	2018
Amazonas	WA	3771481	2018
Amazonas	XC	438499	2018
Amazonas	XC	417476	2018
Amazonas	IN	34629120	2019
Amazonas	WA	3699579	2019
Amazonas	WA	3367545	2019
Amazonas	WA	3553208	2019
Amazonas	WA	3664384	2019
Amazonas	WA	3544364	2019
Amazonas	WA	3647695	2019
Amazonas	WA	3350936	2019



Apêndice.

(Continua)

Estado	Fonte	Tombo	Ano
Amazonas	WA	3468034	2019
Amazonas	WA	3513636	2019
Amazonas	WA	2349543	2019
Amazonas	XC	505024	2019
Amazonas	MNRJ	7886	
Amazonas	MNRJ	29472	
Amazonas	MZUSP	20360	1939
Mato Grosso	EBIRD	163564426	2011
Mato Grosso	XC	130314	2011
Mato Grosso	EBIRD	273159119	2014
Mato Grosso	EBIRD	269428768	2014
Mato Grosso	EBIRD	269388867	2014
Mato Grosso	EBIRD	273467404	2014
Mato Grosso	EBIRD	376370980	2015
Mato Grosso	EBIRD	422843380	2016
Mato Grosso	EBIRD	422157464	2016
Mato Grosso	EBIRD	416219510	2016
Mato Grosso	WA	2103230	2016
Pará	CMNH	P83029	1921
Pará	AMNH	285285	1931
Pará	FMNH	101519	1937
Pará	FMNH	101513	1937
Pará	MZUSP	43863	1959
Pará	MZUSP	46240	1961
Pará	MPEG	7917	2001
Pará	MPEG	65373	2008
Pará	WA	839366	2012
Pará	EBIRD	427695535	2013
Pará	EBIRD	365477259	2013
Pará	EBIRD	291443532	2013
Pará	WA	1181929	2013
Pará	WA	1340183	2013
Pará	XC	155500	2013
Pará	EBIRD	448682683	2014
Pará	EBIRD	282683454	2014
Pará	EBIRD	282005306	2014
Pará	WA	1890163	2015



Apêndice.

(Conclusão)

Estado	Fonte	Tombo	Ano
Pará	EBIRD	480169030	2017
Pará	EBIRD	502810508	2017
Pará	WA	2558990	2017
Pará	WA	2707877	2017
Pará	WA	2571972	2017
Pará	WA	2777135	2017
Pará	WA	3467598	2018
Pará	WA	3609015	2019
Pará	ANSP	70606	
Pará	MNRJ	8523	
Rondônia	WA	422050	2011
Rondônia	WA	1048057	2013
Rondônia	WA	2163057	2016
Rondônia	EBIRD	567008596	2018
Roraima	WA	48648	2009
Roraima	EBIRD	333935163	2015
Roraima	EBIRD	586170663	2018
Roraima	EBIRD	590925430	2018
Roraima	WA	3509602	2019
Roraima	WA	3271053	2019
Roraima	WA	3371540	2019
Roraima	WA	3774404	2020
Roraima	WA	3748544	2020
Roraima	MNRJ	10097	



Notas sobre a nidificação da galinha-d'água, *Gallinula galeata* (Lichtenstein, 1818) (Gruiformes, Rallidae)
Notes on the nesting habits of the Common Gallinule, *Gallinula galeata* (Lichtenstein, 1818) (Gruiformes, Rallidae)

Maria Eliana Carvalho Navega-Gonçalves 

Grupo de Trabalho Interdisciplinar sobre Fauna Silvestre. Secretaria de Defesa do Meio Ambiente. Piracicaba, São Paulo, Brasil

Resumo: A galinha-d'água, *Gallinula galeata*, é uma ave de área úmida, comumente encontrada em quase todo o Brasil. Entre março e abril de 2019, observei e descrevi dois ninhos construídos pela espécie no Parque da Rua do Porto, em Piracicaba, estado de São Paulo. O primeiro ninho foi construído sobre a água, próximo à vegetação da margem do lago e parcialmente ocultado por ela, enquanto o segundo, construído sobre um banco de areia no lago, se encontrava exposto. Ambos eram constituídos de materiais semelhantes, com predomínio de ramos vegetais de espessuras variadas, além de cascas de árvore, gramíneas, musgos, raízes, folhas e frutos. Material plástico foi encontrado nos dois ninhos. Selecionei 60 imagens de ninhos da espécie disponíveis no site WikiAves – uma plataforma *online* brasileira para compartilhamento de registros ornitológicos – para comparação com aqueles que observei. As análises mostraram variedade de materiais utilizados na elaboração dos ninhos, bem como diferentes locais de nidificação, tanto em ambiente aquático como terrestre, sugerindo plasticidade fenotípica. O manejo adequado do parque, visando à conservação dos sítios de nidificação e à manutenção dos recursos, é essencial para a sobrevivência desta e de outras aves em ambientes antropizados.

Palavras-chave: Avifauna. Ninho. Material antropogênico. Sítio de nidificação.

Abstract: The Common Gallinule, *Gallinula galeata*, is a bird from humid areas, commonly found in almost entire Brazil. Between March and April 2019 I observed and described two nests built by the species in the Rua do Porto Park, in the city of Piracicaba, São Paulo state. The first nest was built on the water, near lakeshore vegetation and partially hidden by it, while the second, built on a sandbank in the lake, was exposed. Both were made of similar materials, with a predominance of vegetable branches of varying thickness, as well as tree bark, grasses, mosses, roots, leaves and fruits. Plastic material was found in both. I selected 60 images of nests of the species available on the WikiAves website – a Brazilian online platform for sharing ornithological records– for comparison with the ones that I observed. The analyses showed a variety of materials used in the nest building, as well as different nesting sites, both in aquatic and terrestrial environments, suggesting phenotypic plasticity. The proper park management, which aims at the conservation of nesting sites and resources, is essential to the survival of this and other birds in anthropized environments.

Keywords: Avifauna. Nest. Anthropogenic material. Nesting site.

NAVEGA-GONÇALVES, M. E. C., 2021. Notas sobre a nidificação da galinha-d'água, *Gallinula galeata* (Lichtenstein, 1818) (Gruiformes, Rallidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 16(1): 145-155. DOI: <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i1.442>.
Autora para correspondência: Maria Eliana Carvalho Navega-Gonçalves. Rua Manoel da Silva Garcia, 59 – Campestre. Piracicaba, SP, Brasil. CEP 13401-724 (eliana.navega@gmail.com).

Recebido em 13/10/2020

Aprovado em 02/03/2021

Responsabilidade editorial: Adriano Oliveira Maciel



INTRODUÇÃO

A nidificação é a atividade de construção de ninhos (do latim: *nidificare*, que significa 'fazer ninho'), sendo um mecanismo complexo e fundamental para o ciclo de vida das aves, por estar ligado à reprodução destes animais (Altamirano *et al.*, 2012). A confecção do ninho pelas aves tem como objetivo a postura, a incubação e o cuidado e a proteção de ovos e ninhegos (Hansell, 2000; Altamirano *et al.*, 2012). Portanto, o material utilizado é organizado para adequação dos ovos e da ave que irá chocá-los, além da acomodação dos filhotes enquanto estiverem no ninho (Silveira, 2012).

Há uma grande variedade de materiais usados na construção dos ninhos, sendo principalmente de origem vegetal, alguns de origem animal e uma minoria apresentando material inorgânico e de origem antrópica (Hansell, 2000). Assim, a seleção de sítios de nidificação e a oferta de materiais necessários para a construção de ninhos são fatores que influenciam no sucesso reprodutivo das aves (Li & Martin, 1991; Filliater *et al.*, 1994; Deeming & Mainwaring, 2015; Healy *et al.*, 2015) e, como consequência, a permanência destas em determinado ambiente e localidade.

Este estudo teve como objetivo descrever alguns aspectos do comportamento de nidificação de *Gallinula galeata* (Lichtenstein, 1818) (antes *Gallinula chloropus* Linnaeus, 1758) em um parque urbano em Piracicaba, São Paulo, Brasil, e comparar os ninhos observados com ninhos fotografados e publicados no *site* de ciência cidadã Wikiaves (2020). A galinha-d'água ou frango-d'água-comum, como também é conhecida, é uma espécie cosmopolita e comum em todo o Brasil, com exceção da Amazônia, onde é mais difícil de ser encontrada; habita coleções de água com farta vegetação paludícola e arbustiva na borda (Höfling & Camargo, 2002; Sigrist, 2014), sendo, portanto, uma ave tipicamente de área úmida (Accordi, 2010). Possui hábito alimentar onívoro (Beltzer *et al.*, 1989) e, geralmente, nidifica sobre vegetação aquática flutuante

ou nas margens das coleções d'água (Sigrist, 2014), podendo construir o ninho em terra a poucos metros de distância da água (Brito, 2012).

MATERIAL E MÉTODOS

As observações sobre a nidificação de *Gallinula galeata* foram realizadas de maneira esporádica no Parque da Rua do Porto "João Herrmann Neto", entre os meses de março e abril de 2019, como parte de um projeto de levantamento e monitoramento das aves do parque encaminhado à Secretaria Municipal de Defesa do Meio Ambiente (SEDEMA), Piracicaba, São Paulo.

O parque situa-se no bairro Chácara Nazareth (22° 43' 36,9" S, 47° 39' 38,2" W), na área urbana do município de Piracicaba, São Paulo (Figura 1), e possui cerca de 200 mil m² (SEMACTUR, 2020), tendo um lago central com aproximadamente 1.250 m de perímetro e 30 mil m² de área, medidos pelo *software* Google Earth (s. d.).

As margens do lago são delimitadas por vegetação rasteira (gramíneas) e arbustiva, em alguns trechos, sendo parcialmente sombreadas pelas árvores do entorno, características que favorecem a manutenção de uma pequena população da espécie do estudo (Figura 2). O lago está sujeito a assoreamento, o que provoca a formação de bancos de areia e, muito embora esta situação possa comprometer a fauna aquática, para algumas aves os bancos de areia servem de locais estratégicos para obtenção de alimento e para nidificação (Navega-Gonçalves & Trevisan, 2020).

Com o intuito de comparar a estrutura dos ninhos de *Gallinula galeata* observados no parque com aqueles construídos em outros locais, analisei imagens de ninhos da espécie, oriundos de áreas úmidas disponibilizadas no *site* WikiAves, e selecionei 60 imagens, cujos ninhos continham ovos ou ninhegos e/ou adultos, nos quais os materiais constituintes estavam visíveis. Estas referem-se a imagens obtidas apenas nos sete estados do Sul e Sudeste do Brasil, uma vez que os registros de ninhos para outras

regiões são poucos no *site*. Para fazer a comparação, estabeleci três critérios: 1) material predominante visualizado na estrutura do ninho (descrito na seção de

Resultados e Discussão); 2) se o ninho se encontrava 'exposto', 'semixposto' ou 'ocultado'; e 3) o local onde o ninho havia sido construído (Tabela 1).



Figura 1. Parque da Rua do Porto, Piracicaba, São Paulo. Os marcadores amarelos indicam os locais onde foram observados os ninhos. Fonte: modificada de Google Earth (s. d.).



Figura 2. Vista aérea do Parque da Rua do Porto, Piracicaba, São Paulo, mostrando o lago e a vegetação do entorno. O círculo amarelo indica a área onde os ninhos de *Gallinula galeata* foram localizados. Foto: Maria Eliana C. Navega-Gonçalves (2018).



Tabela 1. Dados relativos às imagens de ninhos de *Gallinula galeata* selecionadas da galeria de fotos da espécie no site WikiAves. Legendas: Local - sobre a água, vegetação aquática ou tronco na água (Aq.); sobre a vegetação terrestre ou sobre o solo (Te.); exposto (Ex.); semiexposto (Se.); oculto (Oc.); material antropogênico visível (Ma.); * = o ninho foi classificado como terrestre por estar sobre uma estrutura de cimento.

(Continua)

Imagem	Município/Estado	Ano	Aq.	Te.	Ex.	Se.	Oc.	Ma.
WA1473752	Marechal Floriano/ES	2011		x	x			
WA514689	Formosa do Sul/SC	2011	x		x			
WA1546409	Vila Velha/ES	2014		x	x			
WA3571988	Guarulhos/SP	2019	x		x			
WA3265189	Sorocaba/SP	2019	x		x			
WA2715604	Resplendor/MG	2016	x		x			
WA451644	Curitiba/PR	2011		x			x	
WA1697319	São Paulo/SP	2015	x		x			
WA1125718	Barueri/SP	2013		x	x			x
WA111450	São Paulo/SP	2010	x		x			
WA3756181	Cotia/SP	2019		x	x			
WA1153337	São Paulo/SP	2013		x		x		
WA1882764	Iracemápolis/SP	2015		x	x			
WA1665296	São Paulo/SP	2015	x		x			
WA1248116	Cambará do Sul/RS	2014	x		x			
WA1181150	Porto União/SC	2013	x		x			
WA301017	Rio Claro/SP	2002		x		x		
WA23763	Americana/SP	2009	x			x		
WA3179750	Laguna/SC	2018		x	x			
WA1246754	Florianópolis/SC	2014		x		x		
WA1140861	Curitiba/SP	2013	x		x			
WA1079868	Belo Horizonte/MG	2013	x		x			
WA805486	Curitiba/PR	2012	x			x		
WA246118	Curitiba/PR	2010	x		x			
WA5958	Tapiraí/SP	2009	x		x			
WA1294	Curitiba/PR	2003		x	x			
WA3471799	Ipatinga/MG	2019	x		x			
WA1501726	Espírito Santo do Pinhal/SP	2014	x		x			
WA817231	Derrubadas/RS	2012	x			x		
WA693482	Rio Grande/RS	1997		x		x		
WA501010	Barueri/SP	2011	x		x			
WA3198393	Júlio de Castilhos/RS	2018		x	x			
WA3434684	Jundiá/SP	2019	x		x			
WA3269010	Gaspar/SC	2019		x	x			
WA3209911	Santa Bárbara D'Oeste/SP	2018		x		x		



Tabela 1.

(Conclusão)

Imagem	Município/Estado	Ano	Aq.	Te.	Ex.	Se.	Oc.	Ma.
WA2473020	Vila Valério/ES	2017		x	x			
WA2126275	Domingos Martins/ES	2016	x		x			
WA1862848	São Paulo/SP	2015	x		x			
WA1680459	São Paulo/SP	2015	x		x			
WA1494071	Florianópolis/SC	2014	x		x			
WA1389252	Vitória/ES	2014		x		x		
WA1160751	Itapuí/SP	2013		x		x		
WA3632827	Curitiba/PR	1999	x		x			
WA484729	São Miguel D'Oeste/SC	2011	x			x		
WA229759	Canela/RS	2010	x		x			
WA84131	São Paulo/SP	2009	x			x		
WA3675243	Derrubadas/RS	2020	x		x			
WA3632828	Curitiba/PR	2020	x		x			
WA3546989	Jaraguá do Sul/SC	2019	x		x			
WA3600296	Juiz de Fora/RJ	2019	x		x			
WA3545502	Caraguatatuba/SP	2019	x			x		
WA3519163	Tubarão/SC	2019	x		x			
WA1501471	Salto/SP	2014	x		x			
WA3255154	Laurentino/SC	2019	x		x			
WA2720228*	Belo Horizonte/MG	2017		x		x		x
WA2483538	São Bento do Sul/RS	2011		x	x			
WA2456922	Campinas/SP	2017	x		x			
WA2003529	São João D'Oeste/SC	2016		x		x		
WA1160751	Itapuí/SP	2013		x		x		
WA758241	São Paulo/SP	2010	x			x		
Total: 60	-	-	38	22	42	17	1	2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observei dois ninhos de galinha-d'água no Parque da Rua do Porto em 2019. O primeiro ninho, observado no dia 2 de março, estava sendo construído sobre a água e junto à vegetação da margem sul do lago. No momento da observação, a ave deslocava-se sobre o lago buscando ramos vegetais (galhos), que transportava no bico e depositava sobre uma base recém-construída de matéria vegetal. O local escolhido apresentava vegetação alta ocultando parte do ninho.

Um adulto chegou a ser observado sobre o ninho no mesmo dia (Figura 3).

No dia 20 de março, este ninho foi encontrado abandonado, com sua estrutura visivelmente desarranjada e foi, então, coletado. Não havia vestígios de ovos e a análise mostrou que era constituído por ramos vegetais de tamanhos e espessuras diversas, cascas de árvore, gramíneas, musgos, raízes, folhas e frutos (do tipo vagem), além de material plástico identificado como sendo uma sacola plástica rasgada e de cor amarela (Figura 4).



Figura 3. A) Indivíduo de *Gallinula galeata* transportando galhos para o ninho em construção na margem do lago do Parque da Rua do Porto, Piracicaba, São Paulo, Brasil; B) adulto sobre o ninho recém-construído. Fotos: Maria Eliana C. Navega-Gonçalves (2019).



Figura 4. A) Ninho de *Gallinula galeata* abandonado e com sua estrutura desarranjada; B) parte do ninho coletado para análise dos materiais constituintes: a seta indica o material plástico. Fotos: Maria Eliana C. Navega-Gonçalves (2019) (A); Letícia Steagall Zanatta (2019) (B).

Avistei o segundo ninho sobre um banco de areia, a cerca de 9 metros da margem sul do lago, no dia 29 de março. Este encontrava-se totalmente exposto, uma vez que no local não havia vegetação. Era formado, principalmente, por ramos vegetais de tamanhos e espessuras distintas, sendo que os ramos da base eram bem maiores e mais espessos do que aqueles da parte superior do ninho. Também compunham a estrutura do ninho gramineas ainda vivas, folhas secas, frutos (do tipo vagem) e material plástico não identificado. No mesmo dia, observei dois adultos próximos ao ninho e, em seguida, um deles incubando os ovos (que não foram visualizados). Posteriormente, no dia 7 de abril, avistei um filhote no ninho junto a um dos adultos, quando a água já encobria quase todo o banco de areia, alcançando as bordas do ninho (Figura 5). No dia 10 de abril, o ninho já havia sido abandonado e sua estrutura estava praticamente desfeita.

Não foi possível determinar se o indivíduo que construiu o primeiro ninho, às margens do lago, era o mesmo que construiu o ninho no banco de areia, após o

insucesso do primeiro. Não foi possível nem mesmo dizer se os adultos avistados junto aos ninhos eram o macho, a fêmea ou ambos, uma vez que não há dimorfismo sexual nesta espécie. Segundo Helm *et al.* (1987), os ninhos das galinhas d'água são construídos por ambos os sexos e o monofismo sexual pode estar relacionado ao fato de que ambos os pais participam na criação e no cuidado da prole (Fenoglio *et al.*, 2002). Entre as imagens do WikiAves, algumas mostram dois adultos, geralmente um deles sobre o ninho e o outro próximo ao mesmo, evidenciando a participação do casal no cuidado da prole (e.g. WA1079868).

Os dois ninhos foram construídos com materiais semelhantes, com predomínio de galhos de espessuras variadas. No entanto, o primeiro ninho, que foi armado diretamente sobre a água, tinha em sua base um entrelaçado de caules ainda vivos de plantas encontradas na própria margem do lago (gramíneas) (Figura 4B), sobre o qual os demais materiais foram sendo depositados, enquanto o segundo, elaborado sobre o banco de areia,



Figura 5. Ninho de *Gallinula galeata* construído sobre um banco de areia no lago: A) adulto chocando os ovos (a seta indica material plástico); B) adulto com filhote (indicado pela seta) no ninho. Fotos: Maria Eliana C. Navega-Gonçalves (2019).

continha basicamente galhos secos arranjados uns sobre os outros (Figura 5A).

Analisando as imagens dos ninhos de *Gallinula galeata* obtidas no WikiAves (Tabela 1), foi possível constatar que há grande variedade de materiais utilizados em sua elaboração, com predomínio de galhos de espessuras diversas e gramíneas (secas ou vivas) em sua estrutura básica. Também identifiquei, nas imagens, plantas aquáticas vivas, folhas vivas e secas, além de frutos do tipo vagem em alguns dos ninhos. Em duas imagens, foi possível detectar a presença de material antropogênico no ninho, fitas plásticas em ambos os casos, além de um canudo em um deles (WA1125718 e WA2720228).

Nas imagens analisadas, 38 ninhos estavam na água, sobre a vegetação aquática ou sobre tronco na água, e 22 sobre a vegetação terrestre ou sobre o solo (Tabela 1). Os ninhos construídos sobre a água apresentam uma estrutura mais volumosa quando comparados àqueles construídos fora da água, provavelmente devido à maior quantidade de material depositado, de forma a constituir uma sólida e alta plataforma flutuante, que pode estar diretamente sobre a água ou apoiada sobre plantas aquáticas ou plantas encontradas nas margens dos cursos d'água. Os ninhos construídos fora da água e sobre a vegetação rasteira (gramínea) são formados basicamente pela própria planta, na maioria das vezes, seca (palha), como forração, sem outro tipo de material agregado, exceto algumas folhas de árvores/arbustos, observadas em alguns. Os ninhos construídos sobre o solo tinham como base, predominantemente, galhos e folhas secos. Os ninhos terrestres são rasos e visivelmente menos elaborados.

Estas diferenças observadas entre os ninhos construídos em substratos diferentes dificultam a sua classificação nas categorias existentes. Segundo a padronização proposta por Simon & Pacheco (2005), os ninhos de *Gallinula galeata* inserem-se no tipo 'cesto baixo/base', cujos ninhos assemelham-se a uma cesta ou tigela, com altura menor ou igual ao diâmetro externo. No entanto, alguns ninhos avistados sobre o solo ou a

vegetação terrestre são tão simples que poderiam ser classificados como sendo do tipo 'simples/plataforma', no qual os materiais usados na construção estão frouxamente entrelaçados para formar uma base que amortece os ovos sobre o substrato (Simon & Pacheco, 2005).

Alguns estudos mostram o predomínio de ninhos construídos pelas galinhas-d'água sobre ou entre a vegetação aquática (Helm *et al.*, 1987; Forman & Brain, 2004; Brito, 2012; Samraoui *et al.*, 2013). No entanto, nestes trabalhos, há também relatos de ninhos construídos sobre a vegetação terrestre e, ocasionalmente, em arbustos e árvores próximos às áreas úmidas. Forman & Brain (2004) destacam que, onde a vegetação é frequentemente manejada, estas aves também nidificam em árvores, muitas vezes a 2,5 m do nível do solo. Entre as imagens analisadas no WikiAves, não havia registro de ninho construído sobre arbustos ou árvores no ambiente terrestre.

A maioria dos ninhos observados a partir das imagens encontrava-se exposta ($n = 42$), estando aqueles construídos sobre a água bem visíveis. Parte daqueles que se encontravam sobre a vegetação terrestre ou próximos às margens dos cursos d'água estava semiexposta ($n = 17$). Apenas um ninho estava bem ocultado pela vegetação do entorno (Tabela 1).

A presença da vegetação próxima ao ninho dificulta o reconhecimento do mesmo por parte de um predador. Forman & Brain (2004) constataram que a altura da vegetação acima dos ninhos de *Gallinula chloropus* influencia positivamente no sucesso da reprodução. Além disso, o tipo de material usado na construção do ninho, sua estrutura básica, o tamanho e a sua localização podem minimizar a predação (Bailey *et al.*, 2015; Mainwaring *et al.*, 2015).

Dentro do parque, o número de predadores é menor do que em um ambiente natural, no entanto, existem ali predadores de ovos, como o teiú (*Tupinambis* Daudin 1802) (Mazzotti *et al.*, 2014), e de ovos/filhotes, como o falcão *Caracara plancus* (Miller, 1777) e os gaviões *Buteo brachyurus* Vieillot, 1816 e *Rupornis magnirostris* (Gmelin, 1788) (Sick, 1997; Sigrist, 2014), para os quais

os ninhos expostos facilitam a predação. A presença do teiú foi registrada através de observação pessoal, e as aves citadas foram identificadas no levantamento da avifauna do parque (Navega-Gonçalves & Trevisan, 2020). Na imagem WA3756181 do WikiAves (Tabela 1), foi registrado um teiú predando os ovos da espécie em estudo.

Há evidências de que a escolha do material para a construção dos ninhos, por várias espécies de aves, seja oportunista e que as mesmas se utilizem, principalmente, de material de origem vegetal disponível nas proximidades (Helm *et al.*, 1987; Surgey *et al.*, 2012; Briggs & Deeming, 2016). É possível, ainda, que variações encontradas entre os ninhos de uma mesma espécie se deem em decorrência do local onde o mesmo foi construído, sugerindo plasticidade fenotípica, conforme apontam os estudos citados.

O uso de material antropogênico tem sido relatado em ninhos de várias espécies de aves, sendo que o plástico vem mostrando uma prevalência maior em relação a outros materiais (Roda & Carlos, 2003; Vasconcelos *et al.*, 2006; Cristofoli & Sander, 2007; Cristofoli *et al.*, 2008; Tomaz *et al.*, 2009; Costa & Mäder, 2011; Pereira, 2011; Scherer *et al.*, 2012; Chaves *et al.*, 2013; Townsend & Barker, 2014; Batisteli *et al.*, 2019), provavelmente pela frequência com que é utilizado na confecção de materiais diversos pelo homem e pelo descarte inapropriado no ambiente. A poluição causada pelo plástico é considerada uma das maiores ameaças à fauna (Jagiello *et al.*, 2019) e, no caso das aves, este tipo de material pode evidenciar a presença do ninho chamando a atenção de predadores (Canal *et al.*, 2016), além de ser um risco para os filhotes, que podem ingerir pequenas partículas ou se emaranhar em sacos, fitas e linhas de pesca (Townsend & Barker, 2014).

Embora haja vários estudos sobre o comportamento reprodutivo das aves abordando os diversos padrões de construção de ninhos, seleção de materiais e de sítios de nidificação (Hansell, 2000; Deeming & Mainwaring, 2015; Healy *et al.*, 2015; Biddle *et al.*, 2018a, 2018b), algumas questões sobre o tema permanecem sem respostas.

Alguns estudos foram realizados com *Gallinula chloropus/ G. galeata* (Helm *et al.*, 1987; Post & Seals, 2000; Telino-Júnior *et al.*, 2003; Forman & Brain, 2004; Wallau *et al.*, 2010; Samraoui *et al.*, 2013; Rodríguez-Casanova & Zuria, 2018), no entanto, aspectos do comportamento de nidificação necessitam ser elucidados, sugerindo futuras investigações, com o intuito de responder às seguintes questões: 1) O que induziria alguns indivíduos da espécie a construir o ninho sobre a água, outros sobre a vegetação terrestre ou diretamente sobre o solo?; 2) É possível estabelecer uma relação entre a disponibilidade de recursos e a estrutura do ninho, bem como a escolha do local para a nidificação?; 3) Outros fatores poderiam estar envolvidos nesta escolha, tais como proteção contra predação e/ou disponibilidade de alimento para os filhotes?

Segundo Biddle *et al.* (2018b), estudos detalhados sobre os tipos de materiais usados na construção de ninhos pelas aves limitam-se a algumas espécies e aqueles que analisam as propriedades estruturais dos mesmos são raros. Assim, é plausível que a coleta e a análise de ninhos inativos se constituam como uma excelente oportunidade para ampliar o conhecimento sobre o assunto.

O Parque da Rua do Porto, conforme apontado por Navega-Gonçalves e Trevisan (2020), é uma área importante para a avifauna, que encontra ali refúgio e/ou *habitat*, em meio a uma matriz urbana. O manejo adequado do parque, visando à conservação dos sítios de nidificação e à manutenção de seus recursos, é essencial para a sobrevivência desta e de outras aves, uma vez que o sucesso reprodutivo delas depende dos recursos disponíveis no local e da proteção que o mesmo oferece aos ovos e aos filhotes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos dois revisores anônimos, pelas valiosas contribuições; à Secretaria Municipal de Defesa do Meio Ambiente (SEDEMA) de Piracicaba, São Paulo, pelo apoio às pesquisas realizadas no parque; e à Camila Navega Gonçalves, pela edição das imagens.



REFERÊNCIAS

- ACCORDI, I. A., 2010. Pesquisa e conservação de aves em áreas úmidas. In: S. V. MATTER, F. C. STRAUBE, I. A. ACCORDI, V. Q. PIACENTINI & J. F. CÂNDIDO JR. (Org.): **Ornitologia e conservação**: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento: 191-216. Technical Books, Rio de Janeiro.
- ALTAMIRANO, T. A., J. T. IBARRA, F. HERNÁNDEZ, I. ROJAS, J. LAKER & C. BONACIC, 2012. **Hábitos de nidificação de las aves del bosque templado andino de Chile**: 1-113. Fondo de Protección Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago.
- BAILEY, I. E., F. MUTH, K. MORGAN, S. L. MEDDLE & S. D. HEALY, 2015. Birds build camouflaged nests. **The Auk** 132(1): 11-15. DOI: <https://doi.org/10.1642/AUK-14-77.1>
- BATISTELI, A. F., R. GUILHERMO-FERREIRA & H. SARMENTO, 2019. Abundance and prevalence of plastic twine in nests of Neotropical farmland birds. **The Wilson Journal of Ornithology** 131(1): 201-205. DOI: <https://doi.org/10.1676/18-24>
- BELTZER, A. H., R. A. SABATTINI & M. C. MARTA, 1989. Ecología alimentaria de la polla de agua negra *Gallinula chloropus galeata* (Aves: Rallidae) en un ambiente lenítico del Rio Parana Medio, Argentina. **Ornitologia Neotropical** 2(1): 29-36.
- BIDDLE, L. E., R. E. BROUGHTON, A. M. GOODMAN & D. C. DEEMING, 2018a. Composition of bird nests is a species-specific characteristic. **Avian Biology Research** 11(2): 132-153. DOI: <https://doi.org/10.3184/175815618X15222318755467>
- BIDDLE, L. E., D. C. DEEMING & A. M. GOODMAN, 2018b. Birds use structural properties when selecting materials for different parts of their nests. **Journal of Ornithology** 159: 999-1008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10336-018-1571-y>
- BRIGGS, K. B. & D. C. DEEMING, 2016. Use of materials in nest construction by pied flycatchers *Ficedula hypoleuca* reflects localized habitat and geographical location. **Bird Study** 63(4): 516-524. DOI: <https://doi.org/10.1080/00063657.2016.1238867>
- BRITO, M. R., 2012. **Contributo para o estudo e conservação da espécie galinha-d'água *Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758)**: 1-97. Dissertação (Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza) – Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo. Disponível em: <https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/2001/1/DissertMestradoMarianaReis Brito2013.pdf>. Acesso em: 18 setembro 2019.
- CANAL, D., M. MULERO-PÁZMÁNY, J. J. NEGRO & S. FABRIZIO, 2016. Decoration increases the conspicuousness of raptor nests. **PLoS ONE** 11(7): e0157440. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157440>
- CHAVES, A. V., R. G. ALVIM & R. A. G. LOPES, 2013. O uso de materiais industriais em ninhos de *Certhiaxis cinnamomeus* (Passeriformes: Furnariidae) na cidade de Cláudio, Minas Gerais, Brasil. **Atualidades Ornitológicas** (173): 6-8.
- COSTA, A. S. & A. MÄDER, 2011. Utilização de metal na construção de ninho do sabiá-do-campo (*Mimus saturninus* Lichtenstein, 1823). **Biodiversidade Pampeana** 9(1): 1-2.
- CRISTOFOLI, S. I. & M. SANDER, 2007. Composição do ninho de corruíra: *Troglodytes musculus* Naumann, 1823 (Passeriformes: Troglodytidae). **Biodiversidade Pampeana** 5(2): 6-8.
- CRISTOFOLI, S. I., C. R. SANTOS, S. A. GARCIA & M. SANDER, 2008. Composição do ninho de cambacica: *Coereba flaveola* Linnaeus, 1758 (Aves: Emberezidae). **Biodiversidade Pampeana** 6(1): 30-33.
- DEEMING, D. C. & M. C. MAINWARING, 2015. Functional properties of nests. In: D. C. DEEMING & S. J. REYNOLDS (Ed.): **Nest, eggs, and incubation**: new ideas avian reproduction: 29-49. Oxford University Press, Oxford, UK.
- FENOGLIO, S., M. CUCCO & G. MALACARNE, 2002. Bill colour and body condition in the Moorhen *Gallinula chloropus*. **Bird Study** 49(1): 89-92. DOI: <https://doi.org/10.1080/00063650209461249>
- FILLIATER, T. S., R. BREITWISCH & E. P. M. NEALEN, 1994. Predation on northern-cardinal nests. Does choice of nest-site matter? **The Condor** 96(3): 761-768.
- FORMAN, D. W. & P. F. BRAIN, 2004. Reproductive strategies used by moorhens (*Gallinula chloropus*) colonizing an artificial wetland habitat in south Wales. **Journal of Natural History** 38(3): 389-401. DOI: <https://doi.org/10.1080/0022293021000010341>
- GOOGLE EARTH, [s. d.]. **Parque da Rua do Porto – Piracicaba – SP**. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 04 outubro 2020.
- HANSELL, M., 2000. **Bird nests and construction behaviour**: 1-280. Cambridge University Press, New York.
- HEALY, S. D., K. V. MORGAN & I. E. BAILEY, 2015. Nest construction behaviour. In: D. C. DEEMING & S. J. REYNOLDS (Ed.): **Nest, eggs, and incubation**: new ideas avian reproduction: 16-28. Oxford University Press, Oxford, UK.
- HELM, R. N., D. N. PASHLEY & P. J. ZWANK, 1987. Notes on the nesting of the common moorhen and purple gallinule in Southwestern Louisiana. **Journal of Field Ornithology** 58(1): 55-61.
- HÖFLING, E. & H. F. A. CAMARGO, 2002. **Aves no campus da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira**: 3. ed.: 1-157. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- JAGIELLO, Z., L. DYLEWSKI, M. TOBOLKA & J. I. AGUIRRE, 2019. Life in a polluted world: A global review of anthropogenic materials in bird nests. **Environmental Pollution** 251: 717-722. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.028>
- LI, P. & T. E. MARTIN, 1991. Nest-site selection and nesting success of cavity-nesting birds in high elevation forest drainages. **The Auk** 108(2): 405-418.

- MAINWARING, M. C., S. J. REYNOLDS & K. WEIDINGER, 2015. The influence of predation on the location and design of nests. In: D. C. DEEMING & S.J. REYNOLDS (Ed.): **Nest, eggs, and incubation: new ideas avian reproduction**: 50-64. Oxford University Press, Oxford, UK.
- MAZZOTTI, F. J., M. MCEACHERN, M. ROCHFORD, R. N. REED, J. K. ECKLES, J. VINCI, J. EDWARDS & J. WASILEWSKI, 2014. *Tupinambis merianae* as nest predators of crocodilians and turtles in Florida, USA. **Biological Invasions** 17: 47-50. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-014-0730-1>
- NAVEGA-GONÇALVES, M. E. C. & L. C. TREVISAN, 2020. Avifauna do Parque da Rua do Porto, Piracicaba, São Paulo, Brasil. **Bioterra** 21(2): 33-51. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/revistabioterra/artigo-bioterra-v21n205>. Acesso em: 3 agosto 2020.
- PEREIRA, G. A., 2011. Ninhos de *Certhiaxis cinnamomeus* (Passeriformes, Furnariidae) construídos com material metálico em Pernambuco, Brasil. **Atualidades Ornitológicas** (159): 4-6.
- POST, W. & C. A. SEALS, 2000. Breeding biology of the common moorhen in an impounded cattail marsh. **Journal of Field Ornithology** 71(3): 437-442. DOI: <https://doi.org/10.1648/0273-8570-71.3.437>
- RODA, S. A. & C. J. CARLOS, 2003. On a nest of Yellow-chinned Spinetail (*Certhiaxis cinnamomea* – Passeriformes, Furnariidae) built with bites of wire. **Lundiana** 4(1): 69-70.
- RODRÍGUEZ-CASANOVA, A. J. & I. ZURIA, 2018. Aspectos reproductivos de la gallineta frente roja (*Gallinula galeata*) y la gallareta americana (*Fulica americana*) en un humedal urbano del centro de México. In: A. RAMÍREZ-BAUTISTA & R. PINEDA-LÓPEZ (Ed.): **Ecología y conservación de fauna en ambientes antropizados**: 5-19. REFAMA-CONACYT-UAQ, Querétaro, México.
- SAMRAOUI, F., A. H. ALFARHAN & B. SAMRAOUI, 2013. Status and breeding ecology of the Common Moorhen *Gallinula chloropus* in Algeria. **Journal of African Ornithology** 84(2): 137-144. DOI: <https://doi.org/10.2989/00306525.2013.823130>
- SCHERER, A. L., J. F. M. SCHERER & M.V. PETRY, 2012. Distribuição e estrutura trófica de aves em gradiente industrial petroquímico, no Sul do Brasil. **Neotropical Biology and Conservation** 7(3): 162-170. DOI: <http://dx.doi.org/10.4013/nbc.2012.73.03>
- SECRETARIA MUNICIPAL DA AÇÃO CULTURAL E TURISMO DE PIRACICABA (SEMACTUR), 2020. Prefeitura do município de Piracicaba. **Parque da Rua do Porto**. Disponível em: http://semactur.piracicaba.sp.gov.br/ponto_turistico/parque-da-rua-do-porto-joao-hermann-neto/. Acesso: 07 julho 2020.
- SICK, H., 1997. **Ornitologia brasileira**: 1-862. Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- SIGRIST, T., 2014. **Avifauna brasileira**: guia de campo Avis Brasilis: 4. ed.: 1-608. Avis Brasilis, Vinhedo, SP.
- SILVEIRA, L. F., 2012. Mundo das aves: tempo de ninhos! **Cães e Cia** 400: 48-49. Disponível em: <https://www.caes-e-cia.com.br/loja/edicao-400-1223.html>. Acesso em: 30 março 2019.
- SIMON, J. E. & S. PACHECO, 2005. On the standardization of nest descriptions of neotropical birds. **Revista Brasileira de Ornitologia** 13(2): 143-154.
- SURGEY, J., C. R. DU FEU & D. C. DEEMING, 2012. Opportunistic use of a wool-like artificial material as lining of tit (Paridae) nests. **The Condor** 114(2): 385-392. DOI: <https://doi.org/10.1525/cond.2012.110111>
- TELINO-JÚNIOR, W. R., S. M. AZEVEDO-JÚNIOR & R. M. L. NEVES, 2003. Biologia e censo de *Porphyryla martinica*, *Gallinula chloropus* e *Jacana jacana* em Dois Irmãos, Pernambuco, Brasil. **Lundiana** 4(1): 43-49.
- TOMAZ, V. C., V. M. FERNANDES & M. A. S. ALVES, 2009. Reprodução de *Fluvicola nengeta* (Tyrannidae) em área urbana da cidade do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia** 17: 70-72.
- TOWNSEND, A. K. & C. M. BARKER, 2014. Plastic and nest entanglement of urban and agricultural crows. **PLoS ONE** 9(1): e88006. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088006>
- VASCONCELOS, M. F., M. S. WERNECK & M. R. DE LA PEÑA, 2006. Observações sobre a construção de um ninho de cavalaria (*Paroaria capitata*) com material industrializado. **Revista Brasileira de Ornitologia** 14(2): 167-168.
- WALLAU, G. L., F. DELLA-FLORA, A. S. BUENO, J. CORSO, M. F. ORTIZ & N. C. CÁCERES, 2010. Behaviour of the Common Moorhen in Rio Grande do Sul, Brazil. **Acta Ethologica** 13(2): 127-135. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10211-010-0082-5>
- WIKIAVES, 2020. **A enciclopédia das aves do Brasil**: frango-d'água-comum. Disponível em: https://www.wikiaves.com.br/wiki/frango-d_agua-comum. Acesso em: 24 setembro 2020.

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivos e política editorial

○ **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.

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.

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 obituario ou memórias pessoais.

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

Apresentação de originais

○ Boletim recebe contribuições somente em formato digital. Os arquivos digitais dos artigos devem ser submetidos online na plataforma via o site da revista (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=login>), fornecendo obrigatoriamente as informações solicitadas pela plataforma.

Cadastramento

O(s) autor(es) deve(m) realizar o cadastro, criando uma conta pessoal na plataforma online, na seção “Cadastro” (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=user&op=register>), e preencher corretamente o perfil. O cadastramento/criação de uma conta precisa ser feito somente uma vez. Após isso, a conta deve ser usada para todas as submissões de trabalhos, revisões e pareceres.

Encaminhamento

1. Faça seu cadastro como Autor ou, caso já possua cadastro, clique em Acesso (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=login>), para iniciar a Submissão de seu trabalho;
2. Para acessar seu perfil, clique em login, na parte superior da tela;
3. Para fazer a Submissão do seu trabalho, clique no botão “Nova Submissão”, no canto esquerdo da tela; Abrirá uma tela com as normas da revista e condições para submissão. Lembre-se de marcar os itens obrigatórios, destacados com asterisco;
4. Escolha a seção e confirme todos os requisitos para a submissão. Caso haja algum comentário para o Editor (possíveis conflitos de interesses ou outras questões que o autor julgar relevantes), é possível informar nesta etapa. Após isso, é necessário clicar em “Salvar e continuar”;
5. Na opção “Carregar arquivo de submissão”, selecione os itens “Folha de Rosto”, “Texto do artigo” e “Lista de avaliadores” e faça o upload dos respectivos arquivos. Caso haja imagens, elas devem ser carregadas também neste momento. Em seguida, em “Metadados”, o autor deve editar o nome do arquivo, a fim de garantir o sigilo necessário à etapa de avaliação por pares. Após isso, clique em “Concluir”;

6. Cada um dos arquivos aparecerá em “Arquivos da Submissão”. Salve e continue;
7. Em “Dados de submissão”, todas as informações sobre os autores do trabalho deverão ser inseridas. Para informar os dados dos coautores, é necessário clicar em “Incluir contribuidor”. Não esqueça de atribuir o papel de cada autor. Salve ao final;
8. Insira o título nos idiomas solicitados – o símbolo do planeta Terra ficará verde após a inserção do título nos idiomas selecionados. O resumo também deverá constar nos idiomas solicitados;
9. No próximo passo, o sistema irá confirmar se seu arquivo está pronto para ser enviado. Se estiver tudo correto, clique em OK.

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. A revista adota nas submissões sistemas de detecção de plágio disponíveis em plataformas gratuitas. Títulos que forem verificados como similares a publicações anteriores serão rejeitados.

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.

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 devolvida assinada via e-mail. 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

Todas as submissões devem ser enviadas por meio da plataforma de submissão online. Os originais devem ser enviados em Word, com fonte Times New Roman, tamanho 12, entrelinha 1,5, em laudas sequencialmente numeradas.

No momento da submissão, os arquivos mencionados abaixo devem ser carregados na plataforma de submissão:

O primeiro arquivo (Folha de rosto) deve conter somente: título (no idioma do texto e em inglês); resumo; abstract; palavras-chave e keywords. Este arquivo deve ser carregado como arquivo do Word.

O segundo arquivo (Texto do artigo) deve conter: título (no idioma do texto e em inglês), resumo, abstract, palavras-chave e keywords, introdução, material e métodos, resultados, discussão (a qual pode ser apresentada junto com os resultados), conclusão, agradecimentos, referências, legendas das figuras e tabelas (se for o caso). Tabelas devem ser digitadas em Word, sequencialmente numeradas, com claro enunciado. Este arquivo deve ser enviado como arquivo do Word.

Um terceiro arquivo (Lista de avaliadores), contendo o nome, titulação e e-mail de seis possíveis revisores deve ser enviado como arquivo do Word. Nesse arquivo, também podem ser especificados os revisores que devem ser evitados.

Todas as figuras (ilustrações, gráficos, imagens, diagramas etc.) (PDF com imagens) devem ser apresentadas em páginas separadas e numeradas, com as respectivas legendas, e submetidas na plataforma online como PDF. As imagens também devem ser submetidas separadamente (em arquivos individuais) e ter resolução mínima de 300 dpi e tamanho mínimo de 1.500 pixels, em formato JPEG ou TIFF, obedecendo, se possível, as proporções do formato de página do Boletim, nos limites de 16,5 cm de largura e 20 cm de altura (para uso em duas colunas) ou 8 cm de largura e 20 cm de altura (para uso em uma coluna). As informações de texto presentes nas figuras, caso

possuam, devem estar em fonte Arial, com tamanho entre 7 e 10 pts. 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. Dígitos geralmente sem unhas, dorsais lisas..... *Bachia flavescens*
Dígitos 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 pequenas 7
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), ano e número(s) da(s) página(s) (exemplo: Weaver, 1989, p. 800). 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 (Ed.): **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. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1563187>.

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: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2011. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 jan. 2012.

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. Os artigos são divulgados integralmente no formato PDF na página eletrônica do Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais (<https://boletimcn.museu-goeldi.br>), 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-Depois da 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.

Article proposals

The Boletim only accepts original contributions in digital format. Digital manuscripts should be submitted via the online platform (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=login>), providing additional information requested during the various steps of the submission process.

Registration

Authors must register in order to create a password-protected personal account on the online platform in the section “Register” (<https://boletimcn.museu-goeldi.br/ojs/?journal=bcnaturais&page=user&op=register>), and correctly fill in the profile. Registration and the creation of an account need be done only once. Thereafter, the account should be used for current and future submissions to the Boletim.

Submission

1. Register as an Author or, if you already are registered, click “Access” to begin manuscript submission.
2. To access your profile, click “Login” at the top of the screen.
3. To submit your manuscript, click “New Submission” in the left corner of the screen. This will open a screen with norms and conditions for submission to the journal. Remember to include the required items that are marked with an asterisk.
4. Choose the section and confirm all the requirements for submission. If you have comments for the Editor (possible conflicts of interest or other relevant issues), you can communicate them at this stage. After that, click “Save and continue”.
5. In the “Upload Submission File” option, select “Title Page”, “Article Text” and “Referee List” and upload the respective files. Images should be uploaded at this time. In “Review Details”, the author should edit the file name in order to guarantee privacy for peer review of the manuscript. Then click “Complete”.

6. Each file will appear in "Submission Files". Click "Save and continue".
7. In "Enter Metadata", all author information should be included. To enter data on co-authors, click "Add Contributor". Do not forget to assign the role of each author. Click "Save and continue" to continue the submission process.
8. Enter the manuscript title in the requested languages. The Planet Earth symbol will turn green after the title is inserted in the selected language. The manuscript's abstract should also appear in the requested languages.
9. In the final step, the system will confirm that your file is ready to be sent. If everything is correct, click "OK".

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. The magazine adopts plagiarism detection systems for submissions available on free platforms. Titles found to be similar to previous publications will be rejected.

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.

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 recognized 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.

At the time of manuscript submission, the three files specified below must be uploaded to the submission platform:

The first file (Title page) should contain only: title (in the language of the text and in English), abstract, *resumo*, keywords, and *palavras-chave*. This file should be uploaded as Word file.

The second file (Article Text) should contain: title (in the language of the text and in English), abstract, *resumo* (abstract in Portuguese), keywords, and *palavras-chave* (keywords in Portuguese), introduction, material and methods, results, discussion (discussion and results can be presented together), conclusions, acknowledgments, references, figure legends, and tables. Tables should be in Word format, sequentially numbered, and with clear captions. This file should be uploaded as Word file.

A third file (Referee list) containing the name, title and e-mail of six possible reviewers should be submitted as Word file. In this file you can also specify reviewers who should be avoided.

All figures (illustrations, graphs, pictures, diagrams, etc.) (PDF with images) should be presented on separate, numbered pages with their respective captions, and submitted separately on the online platform. Images require minimum resolution of 300 dpi and minimum size of 1,500 pixels, in JPEG or TIFF format. If possible, respect the page sizes of the Bulletin, namely 16.5 cm wide and 20 cm tall (for images occupying two columns) or 8 cm wide and 20 cm tall (for images occupying one column). When text is contained in images, the font used should be Arial, 7 to 10 pt. 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. Dorsalscalesmooth.....	<i>Gymnophthalmusunderwoodii</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), year and page(s) (example: Weaver, 1989, p. 800). 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 (Ed.): **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. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1563187>.

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

Electronic document: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2011. **Censo Demográfico 2010.** Available at: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Accessed on: 23 jan. 2012.

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. The papers will be disclosed in full, in PDF format in the journal website (<https://boletimcn.museu-goeldi.br>).

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.



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
E INOVAÇÕES

