

BOLETIM MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
**CIÊNCIAS
NATURAIS**

v. 18 n. 2 maio/agosto de 2023



Tamanduás-bandeira albinos no Cerrado

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Ciências Naturais



v. 18, n. 2
maio-agosto
2023



IMAGEM DA CAPA
Tamanduás-bandeira
albinos no Cerrado
Foto: Débora
Regina Yogui

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

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

EDITOR CIENTÍFICO

Fernando da Silva Carvalho Filho

EDITORES ASSOCIADOS

Adriano Oliveira Maciel

Alexandra Maria Ramos Bezerra

Aluísio José Fernandes Júnior

Ana Carla Feio dos Santos

Ana Kelly Koch

André dos Santos Braganca Gil

Débora Rodrigues de Souza Campana

José Nazareno Araújo dos Santos Junior

Layla Janylle Costa Schneider

Leonardo de Sousa Miranda

Milena Marília Nogueira de Andrade

Pedro Luiz Vieira Del Peloso

Priscila Sanjuan de Medeiros Sarmento

Sue Anne Regina Ferreira Costa

Valéria Juliete da Silva

William Leslie Overal

CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

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

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

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

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

Hans ter Steege - Utrecht University - Utrecht - Netherlands

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

William Woods - University of Kansas - Lawrence - USA

NÚCLEO EDITORIAL

Assistente editorial - Rafaela Lima

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

Normalização - Adrienny Souza e Rafaela Lima

Apoio em revisão ortográfica - Adrienny Souza e Gabriel Monteiro

Projeto Gráfico - Elaynia Ono

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Museu Paraense Emílio Goeldi

Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi

Ciências Naturais



ISSN 2317-6237

Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi	Cienc. Nat.	Belém	v. 18	n. 2	maio-agosto 2023
-------------------------------	-------------	-------	-------	------	------------------

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
DOAJ - Directory of Open Access Journals
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. 2023. – Belém: MPEG, 2023. v. 18 n. 2., v. il.
Semestral: 1984-2002
Interrompida: 2003-2004
Quadrimestral a partir do v. 1, 2005.

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

ISSN 2317-6237

1. Biologia. 2. Ecologia. 3. Herpetologia. 4. Mastozoologia. 5. Ornitologia. I. Museu Paraense Emílio Goeldi.

CDD-21ª.ed. 500

© Direitos de Cópia/Copyright 2023 por/by MCTI/Museu Goeldi



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



CARTA DO EDITOR

Nos últimos anos, tem-se observado avanço crescente da degradação dos ambientes naturais, o que torna urgente ampliar o conhecimento sobre suas espécies e processos naturais, antes que sejam transformados ou completamente perdidos. Os artigos que compõem o sumário da presente edição do **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** apresentam estudos realizados nos biomas Mata Atlântica e Cerrado e em um ambiente aquático (estuário) que estão sob intenso impacto antrópico, fornecendo o conhecimento básico necessário para o desenvolvimento de políticas conservacionistas.

O artigo de Fernandes e colaboradores traz informações sobre as variações espaço-temporais de um determinado grupo de zooplâncton obtidas em uma área estuarina na zona costeira amazônica brasileira. São apresentados também dados sobre as variáveis hidrológicas e as concentrações de clorofila da área. Os estuários estão entre os ambientes mais importantes do planeta, já que apresentam grande produtividade e elevada biodiversidade, sendo também fonte de subsistência para várias comunidades costeiras. O zooplâncton é composto por organismos heterotróficos, ou seja, por animais microscópicos que vivem em suspensão nos ambientes aquáticos, estando na base da cadeia alimentar. Isso significa que conhecer a composição e a distribuição do zooplâncton constitui uma valiosa ferramenta para entender a importância destes organismos nas cadeias alimentares e, conseqüentemente, a "saúde" do estuário onde são encontrados.

O artigo de Oliveira-Silva e colaboradores inventaria a fauna de aves, fornecendo dados sobre a composição, a riqueza e a abundância de espécies em um fragmento de Mata Atlântica de uma unidade de conservação localizada na cidade de Maceió, no Nordeste do Brasil. A Mata Atlântica é um bioma restrito ao Brasil, sendo um dos mais biodiversos, com inúmeras espécies endêmicas. No entanto, várias espécies não ocorrem ao longo de toda a Mata Atlântica, sendo restritas a pequenas regiões, havendo algumas que ocorrem na Mata Atlântica da região Nordeste, mas que não ocorrem na da região Sul, e vice-versa. Este é um fato preocupante porque grande parte da vegetação natural deste bioma já foi perdida, principalmente no Nordeste. Os dados deste artigo podem, portanto, indicar se as matas urbanas atuam como refúgio para as espécies que outrora habitavam a Mata Atlântica do Nordeste.

Ainda sobre o bioma Mata Atlântica, mas da região Sul do Brasil, no Paraná, o artigo de Ribas e colaboradores traz um inventário de morcegos coletados no Parque Estadual de São Camilo (PESC), cercado por extensas áreas onde a vegetação natural foi suprimida e transformada em áreas destinadas à agricultura. Esses dados podem auxiliar na tomada de decisões e na gestão do PESC, bem como mostrar a importância deste fragmento florestal para a conservação da fauna local.

O artigo de Carvalho e colaboradores buscou avaliar o conhecimento sobre a utilização do fogo pelos indígenas da Terra Indígena Xerente, no estado do Tocantins. Os dados foram obtidos por meio de questionários aplicados em 28 aldeias, que possibilitaram verificar como os indígenas da região utilizam o fogo como elemento de manejo das áreas de Cerrado.

Este sumário também é composto por três notas científicas na área da Zoologia. A primeira, de autoria de Alves-Júnior e colaboradores, relata a interação ecológica de epibiose (relação entre dois organismos na qual um vive sobre

a superfície do outro) de um coral (nome científico: *Astrangia solitaria*) encontrado sobre a concha de um caramujo marinho (nome científico: *Turbinella laevigata*) na costa da Amazônia brasileira. Este é o primeiro registro de *Astrangia solitaria* para a costa do estado do Amapá.

A segunda nota é de autoria de Vieira e colaboradores e descreve o comportamento de uma serpente da espécie *Oxybelis aeneus* tentando preda um lagarto da espécie *Kentropyx calcarata* em um fragmento de Mata Atlântica do Nordeste do Brasil, no estado da Paraíba. Este registro foi comparado com outros semelhantes da literatura.

A última nota, de autoria de Attias e colaboradores, apresenta o incomum registro de espécimes albinos de tamanduá-bandeira em uma área de Cerrado, no estado do Mato Grosso do Sul. O albinismo é uma condição genética que afeta a saúde do organismo portador da mesma e, portanto, tem impactos diretos sobre o seu comportamento e sua sobrevivência. Por isso, um dos espécimes albinos de tamanduá-bandeira foi monitorado via GPS, a fim de verificar sua saúde e seu comportamento.

Para finalizar esta carta, gostaria de agradecer aos editores de seção que atuaram no processo editorial dos artigos que compõem o presente sumário: Dra. Alexandra Maria Ramos Bezerra, Dr. Leonardo de Sousa Miranda, Dr. Pedro Luiz Vieira Del Peloso e Dra. Valéria Juliete da Silva. Sou grato ao Dr. William Leslie Overal pela leitura e correção dos textos em inglês, bem como aos profissionais de várias instituições do Brasil e do exterior que atuaram na revisão dos artigos. Gostaria de agradecer também a Rafaela Lima, Gabriel Monteiro e Talita do Vale, pelo empenho e esmero na execução das atividades relacionadas ao processo editorial.

Fernando da Silva Carvalho Filho

Editor Científico

CARTAS DO EDITOR
EDITOR'S NOTE

ARTIGOS
ARTICLES

Mesozooplâncton do estuário do rio Emboraí Velho, Norte do Brasil
Mesozooplankton of the Emboraí Velho River estuary, Northern Brazil

Farley Darlan dos Santos Fernandes | Brenda Ribeiro Padilha da Silva | João Victor de Moraes Souza Pinheiro |
Jislene Brito Matos Queiroz | Luci Cajueiro Carneiro Pereira | Rauquírio Marinho da Costa

**The bird assemblage of an urban fragment of the Atlantic Forest in Northeastern Brazil,
and the performance difference between two ornithological surveys methods**
A assembleia de aves em um fragmento urbano de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil,
e o desempenho entre dois métodos ornitológicos de amostragem

Williams Oliveira-Silva | Tainá Karoline Guedes | Priscilla Monteiro de Oliveira | Rachel Maria de Lyra-Neves |
Wallace Rodrigues Telino-Junior | Renato Gaban-Lima

Diversity of bats (Mammalia, Chiroptera) in the *Parque Estadual de São Camilo*, Paraná, Southern Brazil

Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual de
São Camilo, Paraná, Sul do Brasil

Mateus Rocha Ribas | Sara Cristina Batista | José Marcelo Rocha Aranha

Fogo no Cerrado em terras indígenas Xerente (Tocantins): pesquisa de opinião em comunidade indígena
Cerrado fires in Xerente indigenous lands (Tocantins): opinion research in indigenous community

Edmar Vinícius de Carvalho | Luciléia Mendes de Oliveira | Jader Nunes Cachoeira | Allan Deyvid Pereira Silva |
Antônio Carlos Batista | Marcos Giongo | André Ferreira dos Santos

NOTAS DE PESQUISA
SHORT COMMUNICATIONS

**Ecological notes and occurrence of *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817)
(Cnidaria: Astringiidae) for the Northern Brazilian Coast**
Notas ecológicas e ocorrência de *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817)
(Cnidaria: Astringiidae) para a costa norte brasileira

Flavio de Almeida Alves-Júnior | Déborah Elena Galvão Martins | Kátia Cristina Araújo Silva |
Alex Garcia Cavalleiro de Macedo Klautau | Israel Hidenburgo Aniceto Cintra

Predation attempt on the lizard *Kentropyx calcarata* (Spix, 1825) by the snake *Oxybelis aeneus sensu lato* in a fragment of Atlantic Forest, Northeastern, Brazil

Tentativa de predação do lagarto *Kentropyx calcarata* (Spix, 1825) pela serpente *Oxybelis aeneus sensu lato* em um fragmento de Mata Atlântica, Nordeste, Brasil

Rhian Vilar da Silva Vieira | Matheus Cândido Batista | Bruno Halluan Soares de Oliveira

**Presence and monitoring of albino giant anteaters
(*Myrmecophaga tridactyla*) in the *Cerrado* savanna**

Presença e monitoramento de tamanduás-bandeira
(*Myrmecophaga tridactyla*) albinos no *Cerrado*

Nina Attias | Débora Regina Yogui | Mario Alves | Danilo Kluyber | Miriã Ribeiro Costa | Polyana Mayume Pereira da Silva |
Ednilson Paulino Queiroz | Arnaud L. J. Desbiez

A sloth is shown in a grassy field, partially obscured by the text. The sloth is facing left, and its long, curved arm is visible. The background is a dense field of tall grass. The text 'ARTIGOS CIENTÍFICOS' is centered over the sloth's body in a black, serif font.

ARTIGOS CIENTÍFICOS

Mesozooplâncton do estuário do rio Emboraí Velho, Norte do Brasil

Mesozooplankton of the Emboraí Velho River estuary, Northern Brazil

Farley Darlan dos Santos Fernandes¹  | Brenda Ribeiro Padilha da Silva¹ 

João Victor de Moraes Souza Pinheiro¹  | Jislene Brito Matos Queiroz¹ 

Luci Cajueiro Carneiro Pereira¹  | Rauquírio Marinho da Costa¹ 

¹Universidade Federal do Pará. Belém, Pará, Brasil

Resumo: Este estudo investigou as variações espaço-temporais do mesozooplâncton do estuário do rio Emboraí Velho, no Norte do Brasil. As coletas foram realizadas em duas estações fixas, nos meses de janeiro, abril, agosto e novembro de 2018, e abril, setembro e dezembro de 2019. Amostras do zooplâncton foram obtidas através de arrastos horizontais realizados com redes de plâncton. As variáveis hidrológicas e as concentrações de clorofila-a foram simultaneamente medidas. Observou-se elevadas temperaturas ($29,06 \pm 0,16$ °C) em dezembro/2019 (E1), turbidez ($134,50 \pm 80,00$ UNT) em abril/2019 (E2), concentrações de oxigênio dissolvido ($6,00 \pm 0,98$ mg.L⁻¹) em agosto/2018 (E2) e concentrações de clorofila-a ($15,04 \pm 6,21$ mg.m⁻³) em janeiro/2018 (E1). *Pseudodiaptomus richardi* ($1.097,31 \pm 1.903,50$ ind.m⁻³) apresentou as maiores densidades na estação-E2, em abril/2019. Copepoditos de *Acartia* ($15.481,49 \pm 45.094,33$ ind.m⁻³) e de *Pseudodiaptomus* ($830,22 \pm 1.588,92$ ind.m⁻³) apresentaram maiores densidades em abril/2019 (E2). Elevadas densidades de *Oikopleura dioica* ($1.349,81 \pm 115,50$ ind.m⁻³; E1) e larvas de Gastropoda ($3.822,92 \pm 10.853,39$ ind.m⁻³; E2) ocorreram em janeiro/2018 e abril/2019, respectivamente. *Acartia lilljeborgii* e *Euterpina acutifrons* apresentaram também elevados valores de densidade, ambas em novembro/2018 (E1). A estrutura e a dinâmica da comunidade mesozooplânctônica do estuário do rio Emboraí Velho apresentaram variações espaciais e temporais, as quais estiveram influenciadas pela precipitação e pelas flutuações locais de salinidade.

Palavras-chave: Estuário amazônico. Plâncton costeiro. Variáveis ambientais. Variação espaço-temporal.

Abstract: This study investigated the spatio-temporal variations of mesozooplankton from the estuary of the River Emboraí Velho River (Northern Brazil). Samplings were performed at two fixed stations in January, April, August and November 2018, and April, September and December 2019. Zooplankton samples were obtained through horizontal trawls carried out with plankton nets. Hydrological variables and chlorophyll-a concentrations were simultaneously measured. High temperatures (29.06 ± 0.16 °C) were observed in December/2019 (E1), turbidity (134.50 ± 80.00 NTU) in April/2019 (E2), dissolved oxygen concentrations (6.00 ± 0.98 mg.L⁻¹) in August/2018 (E2), and chlorophyll-a concentrations (15.04 ± 6.21 mg.m⁻³) in January/2018 (E1). *Pseudodiaptomus richardi* ($1,097.31 \pm 1,903.50$ ind.m⁻³) showed the highest abundances at station-E2, in April/2019. Copepodites of *Acartia* ($15,481.49 \pm 45,094.33$ ind.m⁻³) and *Pseudodiaptomus* ($830.22 \pm 1,588.92$ ind.m⁻³) showed higher abundances in April/2019 (E2). High Abundances of *Oikopleura dioica* ($1,349.81 \pm 115.50$ ind.m⁻³; E1) and Gastropoda larvae ($3,822.92 \pm 10,853.39$ ind.m⁻³; E2), in turn, occurred in January/2018 and April/2019, respectively. *Acartia lilljeborgii* and *Euterpina acutifrons* also showed high abundance values, both in November/2018 (E1). The structure and dynamics of the mesozooplanktonic community in the estuary of the River Emboraí River presented spatial and temporal variations, which were influenced by precipitation and local fluctuations in salinity.

Keywords: Amazonian estuary. Coastal plankton. Environmental variables. Spatio-temporal variation.

Fernandes, F. D. S., Pinheiro, J. V. M. S., Queiroz, J. B. M., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2023). Mesozooplâncton do estuário do rio Emboraí Velho, Norte do Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(2), e2023-e867. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i2.867>

Autor para correspondência: Farley Darlan dos Santos Fernandes. Universidade Federal do Pará. Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Aldeia Bragança, PA, Brasil. CEP 68600-000 (farleydarlan@gmail.com).

Recebido em 04/10/2022

Aprovado em 04/06/2023

Responsabilidade editorial: Valéria Juliete Silva



INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas costeiros, a biota aquática é afetada por alterações espaço-temporais periódicas nas condições ambientais, as quais são resultantes de diversos processos, como a variação da descarga fluvial, os ciclos de marés e as correntes, bem como a disponibilidade de alimentos e a interação entre estes fatores (Elliott & Mclusky, 2002; Chew et al., 2015; Andrade et al., 2016).

Os estuários estão entre os ecossistemas mais produtivos do mundo e são regiões de transição entre o continente e o ambiente marinho, apresentando um importante papel ecológico na geração da matéria orgânica e na ciclagem dos nutrientes, favorecendo o desenvolvimento de organismos pelágicos e bentônicos (Day Jr. et al., 1989; Lam-Hoai et al., 2006; Ventura et al., 2017). São ecossistemas muito dinâmicos, com oscilações das variáveis hidrológicas e hidrodinâmicas, variações diurnas, espaciais e sazonais, entre elas na salinidade, bem como nas concentrações de oxigênio e de nutrientes inorgânicos dissolvidos, as quais influenciam diretamente a densidade e a diversidade dos organismos que habitam estes ambientes (Villate, 1997; Wooldridge & Callahan, 2000; V. Santos, 2009). Estas características, combinadas com a descarga fluvial, impõem limitações fisiológicas à biota local, a qual acaba desenvolvendo adaptações para sobreviver sob tais condições (Saiz-Salinas & González-Oreja, 2000).

Considerando os ambientes estuarinos amazônicos, é possível observar a interação de processos ambientais e antrópicos bastante peculiares, como elevada descarga de águas fluviais, elevada descarga de partículas e sedimentos, elevadas taxas de precipitação (> 2.000 mm), temperaturas altas e estáveis (> 20 °C), ventos alísios de nordeste, regime de macromarés semidiurnas e processos de urbanização acelerados (Meade et al., 1985; Pereira et al., 2010; Magalhães et al., 2015; Monteiro et al., 2016).

A dinâmica estuarina na região costeira amazônica depende de diversos fatores, tais como a geomorfologia dos estuários, as marés (e, conseqüentemente, o tempo

de residência da água), a natureza sedimentológica e a extensão da região entremarés, o fluxo de entrada de nutrientes, as condições climáticas locais, entre outros fatores. Todos estes aspectos, em conjunto, estabelecem as características hidrológicas (físicas e químicas) destes ecossistemas e, conseqüentemente, a composição e a dinâmica espaço-temporal da biota residente e transitória, em especial do zooplâncton (Leite et al., 2009; Magalhães et al., 2015; Andrade et al., 2016, 2022; Atique et al., 2017).

Nestes ecossistemas, o zooplâncton é comumente dominado pelo grupo dos copépodos (Maxillopoda: Copepoda), os quais compreendem cerca de 60% a 80% da biomassa pelágica herbívora (López-Ibarra & Palomares-García, 2006). Os organismos pertencentes a este grupo influenciam, juntamente com a disponibilidade de luz e nutrientes, o crescimento das populações fitoplanctônicas, consumindo quantidades variáveis dos organismos pertencentes a este último grupo no decorrer do ano (Heinle, 1966; Carlson, 1978; Nicolajsen et al., 1983), sendo caracterizados como excelentes indicadores de variações ambientais devido ao seu curto ciclo de vida (Resgalla Jr., 2011). Desta forma, acabam fazendo parte da dieta de inúmeras espécies zooplanctófagas, algumas de valor comercial, como peixes, mamíferos marinhos, tartarugas, entre outros (Richardson, 2008; Leandro et al., 2014), sendo, por conseguinte, considerados um grupo-chave na trofodinâmica dos ambientes estuarinos e marinhos (Gonçalves et al., 2015; Andrade et al., 2016).

Nos estuários amazônicos, as variações espaciais e temporais da densidade, biomassa e produção dos organismos zooplanctônicos estão principalmente condicionadas por oscilações nas taxas de precipitação e vazão fluvial (Nittrouer & Demaster, 1996; Magalhães et al., 2015; Leite et al., 2016; Atique et al., 2017) e, em menor escala, pela ação das marés, as quais, nos estuários locais, podem alcançar até 12 m, como ocorre no igarapé do Inferno, no Amapá (DHN, 2019). Não obstante, alguns

autores destacam também o papel de outras variáveis hidrológicas (salinidade, temperatura, concentrações de nutrientes dissolvidos, entre outras) sobre a dinâmica destes organismos (Krumme & Liang, 2004; Leite et al., 2009; Pinheiro et al., 2013; Sousa et al., 2013; Andrade et al., 2016; K. Costa et al., 2018, entre outros).

Embora estudos sobre a dinâmica e a ecologia dos estuários amazônicos e de suas comunidades zooplânctônicas tenham se intensificado nos últimos anos, em decorrência da extensão geográfica da região amazônica e de seu litoral com áreas de difícil acesso, muitos ecossistemas estuarinos amazônicos não apresentam informações disponíveis na literatura ou encontram-se em fase inicial de estudo, como é o caso do estuário do rio Emboraí Velho (Sousa et al., 2013; Barros et al., 2019). Neste contexto, este estudo visa avaliar as variações espaciais e temporais da dinâmica da comunidade mesozooplânctônica do estuário do rio Emboraí Velho, de modo a compreender se os efeitos das flutuações pluviométricas sobre sua composição e distribuição espaço-temporal são similares aos observados em outros estuários amazônicos. Estas informações podem constituir um importante instrumento para determinação das interações tróficas existentes neste ecossistema e permitirão a ampliação do conhecimento sobre o papel destes organismos nas redes alimentares pelágicas costeiras amazônicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A Zona Costeira Amazônica Brasileira (ZCAB) apresenta uma configuração irregular e bastante recortada por estuários, com aproximadamente 2.500 km de extensão, indo desde a baía do Marajó, no estado do Pará, até a Ponta do Tubarão, na baía de São José, no estado do Maranhão (M. Santos et al., 2008; Pereira et al., 2010; Goes et al., 2014). Apresenta características hidrológicas e hidrodinâmicas únicas (Souza Filho et al., 2003;

Krumme & Liang, 2004), compreendendo a maior faixa contínua de manguezais do mundo, com cerca de 56,6% dos manguezais brasileiros, dos quais 2.177 km² estão localizados no estado do Pará (Souza Filho, 2005).

O regime de macromarés semidiurnas é característico da região, dominando o litoral amazônico e, conseqüentemente, os estuários da região (Krumme & Liang, 2004; Souza Filho, 2005; Pereira et al., 2010), favorecendo a inundação das áreas mais elevadas dos manguezais a cada duas semanas, durante as marés de sizígia, carreando, assim, partículas orgânicas, inorgânicas e solutos para o interior destes ambientes (Pereira et al., 2010; Monteiro et al., 2016).

O clima predominante da região é o equatorial quente e úmido, com temperaturas médias anuais estáveis em torno de 25 °C e 27 °C e elevada umidade relativa do ar, entre 80% e 91% (INMET, 2020). Normalmente, esta região apresenta duas estações bem definidas ao longo do ano: a estação chuvosa, estendendo-se de janeiro a julho, e a estação menos chuvosa, de agosto a dezembro (Moraes et al., 2005; INMET, 2020), com precipitações médias anuais em torno de 2.450 mm (INMET, 2020).

O estuário do rio Emboraí Velho está localizado na costa amazônica oriental (Figura 1), na vila de Nova Olinda, que pertence ao município de Augusto Corrêa (SEPOF/Pará, 2008). Este estuário, centrado nas coordenadas 0° 52' 54" S e 46° 26' 54" W, drena parte do sistema de manguezais da Costa do Urumajó, Área de Proteção Ambiental (APA) Costa do Urumajó, possuindo uma hidrografia característica, com amplas baías litorâneas (Sousa et al., 2013).

Na comunidade de Nova Olinda, está instalada a Associação de Agricultores e Aquicultores de Nova Olinda (AGROMAR) desde 2014, sendo que a área de ostreicultura é uma das maiores da região (SECULT, 2021). Neste entorno, a comunidade local utiliza esta atividade como fonte de renda para diversas famílias, sendo a ostra cultivada nativa, o que representa um diferencial em comparação com outras regiões do Brasil.

PRECIPITAÇÃO

Os dados de precipitação foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), provenientes da estação meteorológica de Tracuateua (01° 06' 00" S e 46° 87' 00" W), situada a 56 km da vila de Nova Olinda, no estado do Pará.

PROCEDIMENTOS DE CAMPO

As amostras de água e de plâncton foram coletadas em janeiro, abril, agosto e novembro de 2018 e abril, setembro e dezembro de 2019, totalizando 126 amostras. As coletas foram realizadas em períodos regulares de três horas, durante um ciclo nictemeral (25 horas; total de nove amostras por estação), em marés de sizígia, em duas estações fixas de amostragem (E1: 46° 26' 51,14" W e 1° 03' 16,37" S; E2: 46° 26' 33,13" W e 1° 2' 25,89" S), sendo a mais interna (E1) localizada no trecho estuarino onde há o cultivo de ostras e a mais externa (E2) próxima à desembocadura do estuário (Figura 1).

As amostragens do mesozooplâncton foram realizadas através de arrastos horizontais na camada subsuperficial da coluna d'água, com o auxílio de redes de plâncton cônicas com 50 cm de diâmetro de boca e abertura de malha de 200 μm , equipada com fluxômetro mecânico (General Oceanics 2030R) para estimar o volume de água filtrada pela rede. Os arrastos, com duração de aproximadamente três minutos, foram realizados com o auxílio de embarcações a motor que se deslocaram a uma velocidade aproximada de 1,5 nós.

As variáveis físicas e químicas da água (salinidade, temperatura, concentrações de oxigênio dissolvido - OD e turbidez) foram medidas *in situ*, em intervalos médios de dez minutos, usando-se para tal sensores de condutividade, temperatura, profundidade e oxigênio dissolvido (CTDO's) (RBRmaestro) com sensores de turbidez da mesma marca, fundeados por um período de 25 h. Adicionalmente, amostras subsuperficiais de água (500 mL) foram coletadas em intervalos de três horas, com uma garrafa oceanográfica

de Niskin (*General Oceanics*) para a determinação, em laboratório, das seguintes variáveis: pH, concentrações de nutrientes dissolvidos (nitrito- NO_2^- ; nitrato- NO_3^- ; fosfato- PO_4^{3-} ; silicato- SiO_3 , nitrogênio total - NT e fósforo total - PT) e de clorofila-a (biomassa fitoplanctônica).

PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

As amostras de água coletadas para a determinação das concentrações de nutrientes dissolvidos e clorofila-a foram filtradas em bomba de vácuo, utilizando-se para tal filtros de fibra de vidro (Macherey-Nagel GF/F 0.7 μm , 47 mm). Após este processo, a água filtrada e os filtros foram congelados para posterior análise. As concentrações dos nutrientes dissolvidos (NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , silicato- SiO_3 , NT e PT) foram determinadas por espectrofotometria, seguindo os procedimentos descritos por Strickland & Parsons (1972) e Grasshoff et al. (1983). A clorofila-a foi

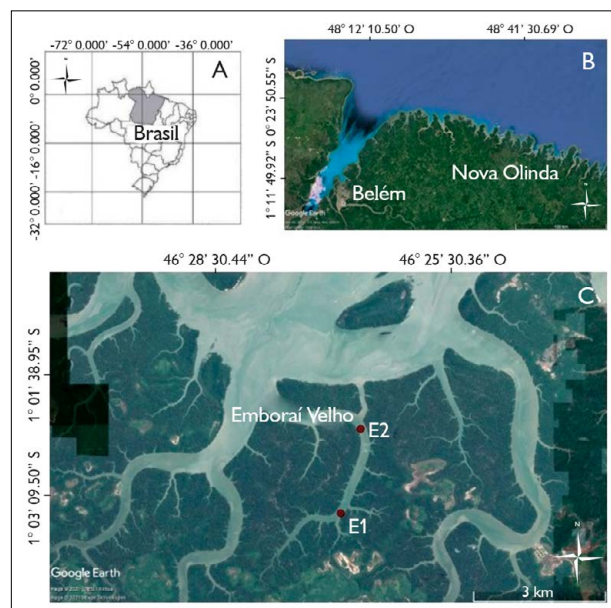


Figura 1. A) Mapa do Brasil; B) nordeste do Pará; e C) localização geográfica do estuário do rio Emborai Velho (costa amazônica brasileira) com as duas estações fixas de coleta, sendo E1 a estação superior e E2 a estação inferior do estuário.

Figure 1. A) Map of Brazil; B) Northeast of Pará; and C) geographic location of the estuary of the Emborai Velho River (Brazilian Amazonian coast) with two fixed collection stations, E1 being the upper station and E2 the lower station of the estuary.

extraída com acetona 90% (v.v.) e suas concentrações foram determinadas espectrofotometricamente, segundo Parsons & Strickland (1963) e UNESCO (1966).

As amostras contendo os organismos zooplânctônicos fixados foram lavadas com água destilada para a remoção da formalina e, em seguida, divididas em alíquotas, com um subamostrador tipo Folsom para a obtenção de subamostras contendo, no mínimo, 300 indivíduos. Os espécimes presentes nestas subamostras foram identificados (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve et al., 1999), classificados taxonomicamente (WoRMS, 2020) e contados em placas de Petri quadriculadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico Zeiss Modelo Stemi 2000.

Os dados quantitativos obtidos para cada amostra foram utilizados para calcular a densidade (ind.m^{-3}), a abundância relativa (%) e a frequência de ocorrência, bem como a riqueza (número de espécies presentes na amostra) e os índices ecológicos de diversidade (Shannon, 1948) e equitabilidade (Pielou, 1969), os quais foram calculados utilizando-se o programa estatístico PRIMER-6, de acordo com Clarke et al. (2014).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para identificar padrões de alteração das variáveis hidrológicas e biológicas em relação às estações amostradas (E1 e E2) e períodos sazonais (seco e chuvoso), testes prévios de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade de variâncias (Levene) foram aplicados. Quando os dados não foram normais, foram realizadas as transformações $\log(x + 1)$ para atingir uma distribuição quase normal. O teste não paramétrico de Mann-Whitney (U) ($p < 0,05$) foi utilizado para dados não normais (Zar, 1999). Todas as análises foram realizadas com o *software* Statistica® V8 (StatSoft, 2001).

Análises de variância (ANOVA *two-way*, $p < 0,05$) foram utilizadas para comparar os dados hidrológicos e biológicos em escala temporal (períodos de maré, ciclo circadiano, mensal, sazonal e interanual) e espacial (estações de amostragem). A interação entre os fatores foi também

levada em consideração nas referidas análises. O teste de Fisher-LSD (*Least Significant Difference Method*) foi utilizado como método de comparação das médias *a posteriori* sempre que foram registradas diferenças significativas através das análises de variâncias. Para estas análises, adotou-se o nível de significância de $p < 0,05$ (Underwood, 1997; Zar, 1999), sendo as mesmas realizadas com o auxílio do *software* Statistica® V8 (StatSoft, 2001).

Por fim, uma análise de correspondência canônica (ACC) foi utilizada para explorar as relações existentes entre a abundância das espécies e as variáveis ambientais. Para esta análise, apenas os *taxa* com abundância superior a 25% em pelo menos uma amostra foram considerados. A significância geral da ordenação e a significância do primeiro eixo foram testadas com um teste de permutação de Monte Carlo ($p < 0,05$), utilizando-se permutações irrestritas. Essas análises foram realizadas por meio do *software* Canoco 4.5 (Ter Braak & Smilauer, 2002).

RESULTADOS

As variáveis hidrológicas (salinidade, temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, nitrogênio total e fósforo total) e biológicas (diversidade, equitabilidade, riqueza e concentrações de clorofila-*a*) foram agrupadas (média \pm desvio padrão) e analisadas em escala temporal (diária, mensal, sazonal e interanual) e espacial (Tabela 1).

PRECIPITAÇÃO

De acordo com os dados obtidos do INMET, a precipitação média histórica anual entre 1985 e 2019 foi de 2.471,6 mm. Durante os anos de estudo, observou-se que 2019 foi bastante chuvoso, apresentando uma precipitação total de 3.512 mm, valores estes mais elevados do que os observados em 2018 (2.509,5 mm) e para a média histórica (Figura 2A), com 17,74% da precipitação correspondendo ao mês de abril (623 mm) e apenas 2,31% a setembro e dezembro (81,4 mm).

Tabela 1. Resumo da análise estatística univariada para a densidade (ind.m⁻³) dos principais grupos de organismos e de variáveis hidrológicas no estuário do rio Emborá Velho, nordeste do Pará. As diferenças temporais (mensais, sazonais e interanuais), espaciais (estações de amostragem) bem como entre os ciclos circadianos (dia e noite) foram determinadas por meios dos testes de ANOVA (*one-way*), Mann-Whitney e Kruskal-Wallis. Os traços contínuos representam a inexistência de diferença significativa entre os fatores e os descontínuos identificam as diferenças obtidas. O * representa onde foram observadas as maiores diferenças significativas ($p < 0,05$). Legenda: n.s = não significativo.

Table 1. Summary of univariate statistical analysis for density (ind.m⁻³) of the main groups of organisms and hydrological variables in the estuary of the Emborá Velho River, northeast Pará. Temporal (monthly, seasonal and interannual) and spatial (sampling stations) differences, as well as between circadian cycles (day and night) were determined by means of ANOVA (*one-way*), Mann-Whitney and Kruskal-Wallis tests. The continuous lines represent the inexistence of significant difference between the factors and the discontinuous ones identify the obtained differences. The "*" represents where the greatest significant differences were observed ($p < 0.05$).

Variáveis	Ciclo circadiano	Espacial	Sazonal	Mensal	Anual
Salinidade	n.s	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	nov dez <u>jan ago abr2018 set abr2019 *</u>	<u>2018/2019*</u>
Temperatura	n.s	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	dez nov <u>ago jan abr2018 set abr2019 *</u>	n.s
pH	n.s	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	abr2018 nov set abr2019 <u>dez ago jan *</u>	n.s
Oxigênio dissolvido	<u>Dia/Noite*</u>	<u>Dia/Noite*</u>	n.s	dez abr2019 jan abr2018 ago nov set *	<u>2018/2019*</u>
Turbidez	<u>Dia/Noite*</u>	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	abr2019 abr2018 nov jan set dez ago *	n.s
Nitrito	n.s	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	ago set dez nov jan abr2018 <u>abr2019 *</u>	<u>2018/2019*</u>
Nitrato	n.s	<u>E1/E2*</u>	<u>Chuvoso/Seco*</u>	jan ago dez set abr2018 nov <u>abr2019 *</u>	n.s
Fosfato	n.s	<u>E1/E2*</u>	<u>Chuvoso/Seco*</u>	set jan ago dez <u>abr2018 nov abr2019 *</u>	n.s
Silicato	n.s	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	jan ago set dez abr2018 nov <u>abr2019 *</u>	<u>2018/2019*</u>
NT	n.s	n.s	n.s	abr2019 dez abr2018 set <u>ago nov jan *</u>	<u>2018/2019*</u>
PT	n.s	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	abr2018 nov jan abr2019 dez ago set *	<u>2018/2019*</u>
Clorofila-a	<u>Dia/Noite*</u>	n.s	n.s	n.s	<u>2018/2019*</u>
Mesozooplâncton Total	<u>Dia/Noite*</u>	n.s	n.s	dez jan abr2018 ago nov abr2019 set *	n.s
<i>A. lilljeborgii</i>	<u>Dia/Noite*</u>	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	abr2018 jan ago nov abr2019 set dez *	<u>2018/2019*</u>
<i>P. richardi</i>	<u>Dia/Noite*</u>	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	set dez jan ago nov abr2018 <u>abr2019 *</u>	n.s
Copepoditos de <i>Acartia</i>	<u>Dia/Noite*</u>	n.s	n.s	jan abr2018 dez nov ago set abr2019 *	<u>2018/2019*</u>
Copepoditos de <i>Pseudodiaptomus</i>	<u>Dia/Noite*</u>	<u>E1/E2*</u>	<u>Chuvoso/Seco*</u>	dez jan ago nov set abr2018 <u>abr2019 *</u>	n.s
<i>E. acutifrons</i>	n.s	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	jan ago nov set dez <u>abr2018 abr2019 *</u>	n.s
<i>O. dioica</i>	n.s	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	abr2019 abr2018 dez jan ago nov set *	<u>2018/2019*</u>
Larvas de Gastropoda	<u>Dia/Noite*</u>	n.s	<u>Chuvoso/Seco*</u>	abr2019 abr2018 dez jan ago nov set *	n.s
Riqueza	n.s	<u>E1/E2*</u>	n.s	abr2018 set ago abr2018 nov dez jan *	<u>2018/2019*</u>
Diversidade	n.s	n.s	n.s	abr2018 nov dez jan ago abr2019 set *	<u>2018/2019*</u>
Equitabilidade	n.s	<u>E1/E2*</u>	n.s	abr2018 nov dez jan ago abr2019 set *	n.s



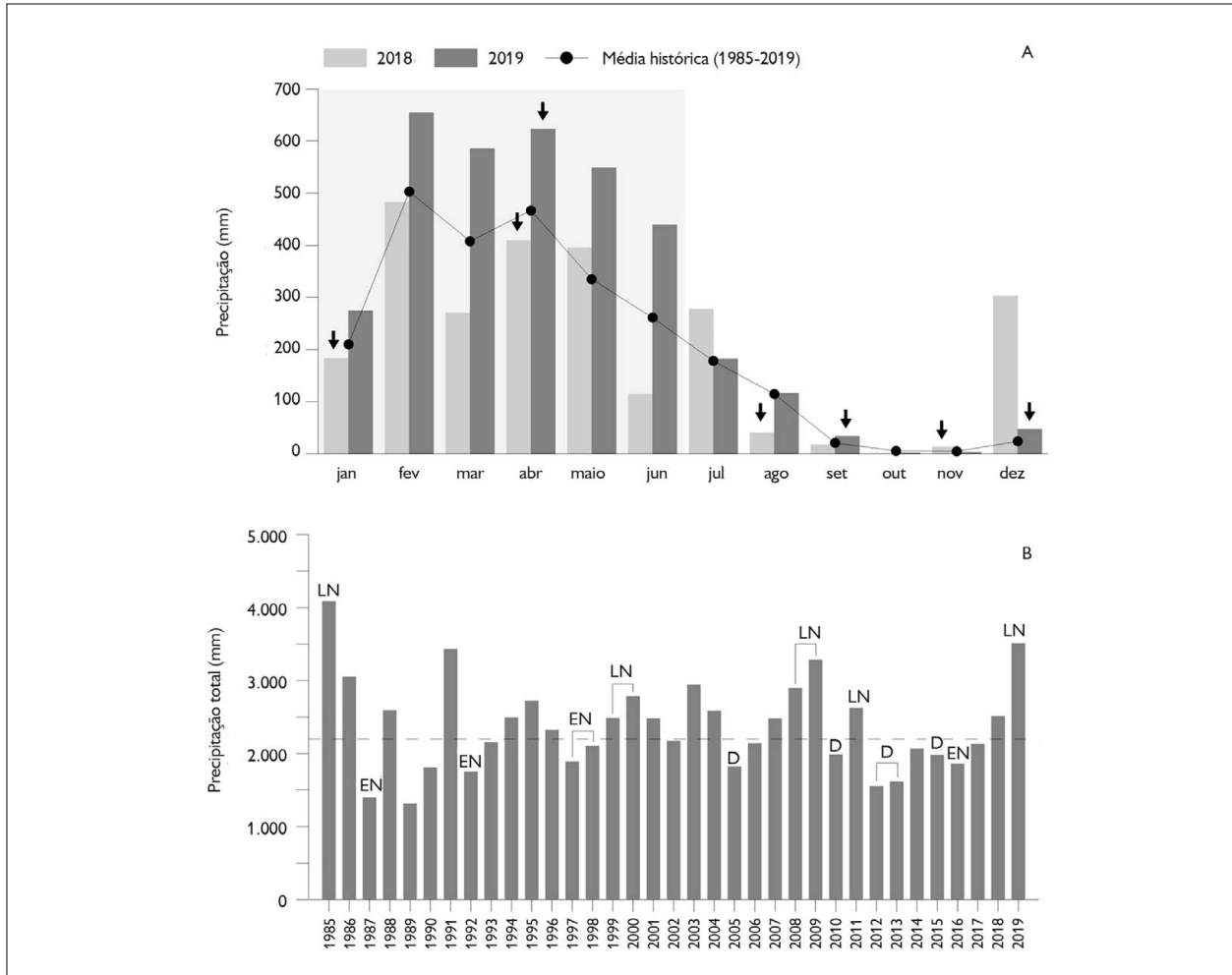


Figura 2. Precipitação dos anos 2018 e 2019, com média histórica entre 1985 e 2019 (A) e média histórica do mesmo período mostrando os eventos climáticos de El Niño (EN), La Niña (LN) e seca ('Drought' - D) extrema (B). Em (A), as setas negras representam os meses em que houve coleta de dados, e a área marcada em cinza representa o período chuvoso.

Figure 2. Precipitation for the years 2018 and 2019 with historical average between 1985 and 2019 (A) and historical average for the same period showing the weather events of El Niño (EN), La Niña (LN) and drought ('Drought' - D) extreme (B). In (A), the black arrows represent the months in which data was collected, and the area marked in gray represents the rainy season.

Em dezembro de 2018, a precipitação alcançou 302 mm, valores estes explicados pela influência do evento La Niña, observado em 2018 (Figura 2B).

VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS

A salinidade apresentou diferenças significativas mensais ($H = 102,64; p < 0,05$), sazonais ($U = 1.233,00; p < 0,05$) e anuais ($U = 1226,00; p < 0,05$), com valores médios

variando entre $3,38 \pm 0,35$ em abril/2019, na estação E2, e $32,49 \pm 3,41$ em novembro/2018, na estação E1 (Figura 3A e Tabela 1). Em relação à temperatura, esta apresentou diferenças significativas sazonais ($F = 181,00; p < 0,05$) e mensais ($H = 103,74; p < 0,05$), oscilando entre $27,58 \pm 0,12$ °C em abril/2019 e $29,05 \pm 0,16$ °C em dezembro/2019, ambos valores obtidos na estação E2 (Figura 3B e Tabela 1).

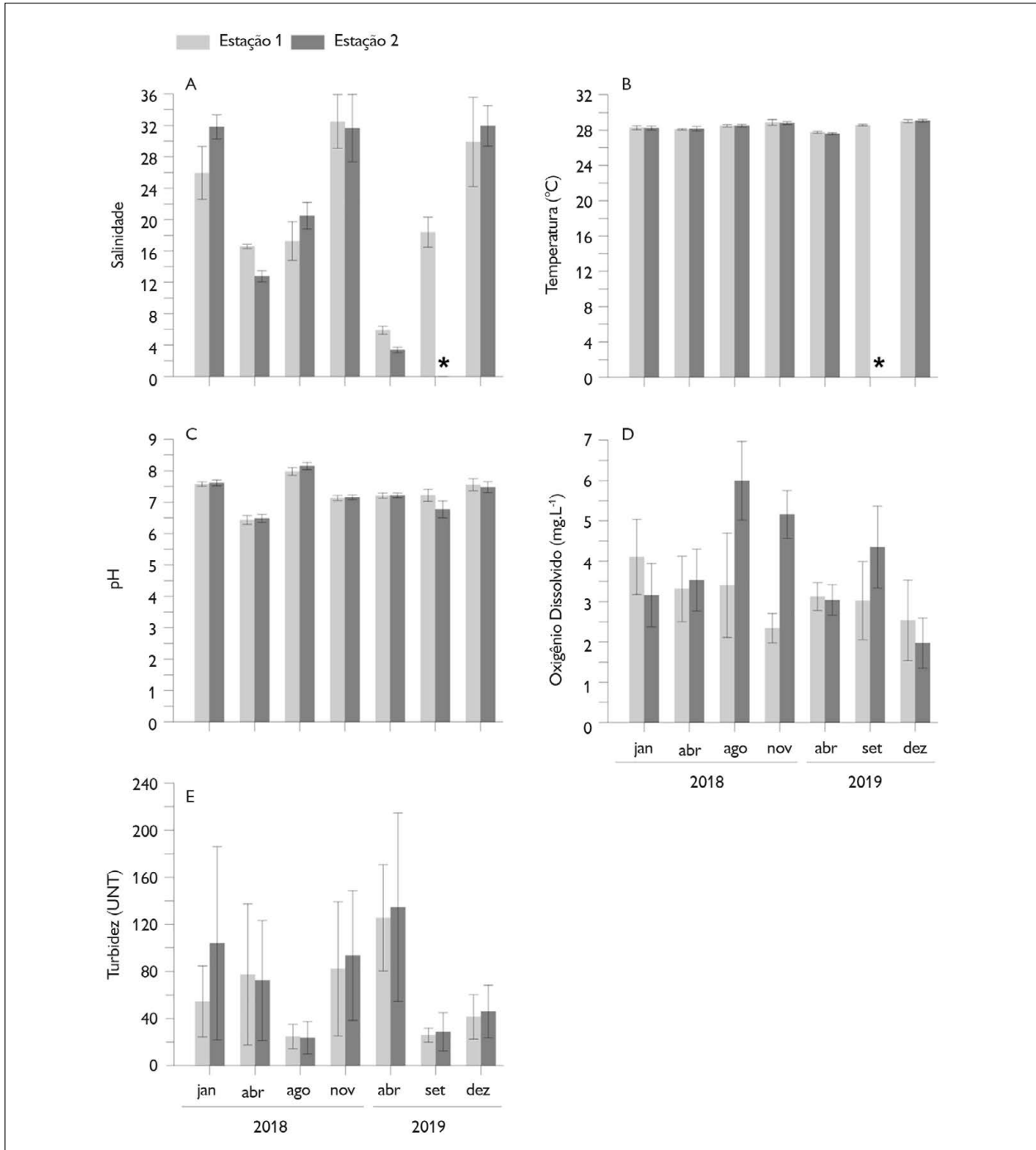


Figura 3. Variações espaciais e temporais médias (\pm DP) das variáveis hidrológicas mensuradas no estuário do rio Emboráí Velho, nordeste do Pará, durante o período estudado. O símbolo * indica ausência de dados por problemas no equipamento durante a coleta. Notar diferenças de escalas.

Figure 3. Mean spatial and temporal variations (\pm SD) of the hydrological variables measured in the estuary of the Emboráí Velho River, northeast of Pará, during the period studied. The symbol * indicates absence of data due to equipment problems during collection. Note differences in scales.

Para o pH, observou-se diferenças significativas mensais ($H = 110,92$; $p < 0,05$) e sazonais ($F = 28,28$; $p < 0,05$), com valores que foram de levemente ácidos ($6,43 \pm 0,14$) em abril/2018, na estação E1, a alcalinos ($8,12 \pm 0,11$) em agosto/2018, na estação E2 (Figura 3C e Tabela 1). Diferenças significativas mensais ($H = 102,64$; $p < 0,05$) e anuais ($U = 1206,00$; $p < 0,05$) foram observadas para as concentrações de oxigênio dissolvido, com valores médios variando entre $1,97 \pm 0,62 \text{ mg.L}^{-1}$ em dezembro/2019, na estação E2, e $6,00 \pm 0,98 \text{ mg.L}^{-1}$ em agosto/2018, na estação E2 (Figura 3D e Tabela 1). Para esta variável, foram também observadas variações espaciais com valores mais elevados na estação E2 ($U = 1324,50$; $p < 0,05$).

A turbidez, por sua vez, apresentou diferenças mensais ($H = 26,65$; $p < 0,05$) e durante o ciclo circadiano (Tabela 1). Seus valores médios oscilaram entre $23,63 \pm 13,83 \text{ UNT}$ em agosto/2018, na estação E2, e $134,58 \pm 80,0 \text{ UNT}$, em abril/2019, também na estação E2 (Figura 3E e Tabela 1).

Em relação aos nutrientes inorgânicos dissolvidos, as concentrações de nitrito apresentaram diferenças significativas mensais ($H = 58,99$; $p < 0,05$), sazonais ($U = 1423,00$; $p < 0,05$) e anuais ($U = 1511,50$; $p < 0,05$), com valores médios mínimos ($0,36 \pm 0,22 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$) observados em agosto/2018, na estação E2, e máximos ($2,08 \pm 0,49 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$) em janeiro/2018, na estação E1 (Figura 4A e Tabela 1). Padrão similar foi observado para o nitrato, cujas concentrações apresentaram diferenças mensais ($H = 104,22$; $p < 0,05$) e sazonais ($F = 273,31$; $p < 0,05$) significativas, com valores médios entre $1,22 \pm 1,09 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em agosto/2018, na estação E1, e $14,43 \pm 2,97 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em abril/2019, na estação E1 (Figura 4B e Tabela 1).

O fosfato, por sua vez, apresentou diferenças significativas mensais ($F = 10,48$; $p < 0,05$) e sazonais ($U = 1425,00$; $p < 0,05$), com valores médios oscilando de $0,44 \pm 0,11 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em abril/2019, na estação E2, a $1,25 \pm 0,36 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em setembro/2019, na estação E1

(Figura 4C e Tabela 1). Espacialmente, foram observados valores mais elevados na estação E1 ($F = 8,44$; $p < 0,05$). O silicato apresentou comportamento análogo ao fosfato, com diferenças significativas mensais ($H = 67,82$; $p < 0,05$) e anuais ($U = 1503,50$; $p < 0,05$), com valores médios que variaram de $11,18 \pm 3,86 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em abril/2019 a $46,32 \pm 27,20 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em dezembro/2019, ambos na estação E1 (Figura 4D e Tabela 1). No que concerne à análise espacial, estes valores foram mais elevados na estação E1 ($F = 5,49$; $p < 0,05$).

Em relação ao nitrogênio total, este apresentou diferenças significativas mensais ($H = 73,34$; $p < 0,05$) e anuais ($U = 522,00$; $p < 0,05$) em suas concentrações, com médias que variaram entre $15,31 \pm 6,89 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em abril/2019 e $83,67 \pm 14,58 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em janeiro/2018, ambos valores observados na estação E2 (Figura 4E e Tabela 1). Padrão similar foi observado para o fósforo total, o qual apresentou diferenças significativas mensais ($F = 12,11$; $p < 0,05$), sazonais ($U = 1239,50$; $p < 0,05$) e anuais ($U = 1167,50$; $p < 0,05$), com valores médios oscilando entre $0,55 \pm 0,15 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em abril/2018, na estação E2, e $1,70 \pm 0,49 \text{ } \mu\text{mol.L}^{-1}$ em setembro/2019, na estação E1 (Figura 4F e Tabela 1). Para esta variável, os valores mais elevados ($F = 5,02$; $p < 0,05$) foram observados na estação E1.

As concentrações de clorofila-a, por sua vez, apresentaram diferenças circadianas (Tabela 1) e anuais ($F = 5,72$; $p < 0,05$), com valores médios observados entre $7,00 \pm 4,12 \text{ mg.m}^{-3}$ em abril/2019, na estação E2, e $15,04 \pm 6,21 \text{ mg.m}^{-3}$ em janeiro/2018, na estação E1 (Figura 5).

MESOOZOOPLÂNCTON

Dentre os organismos identificados, foram registradas 21 espécies pertencentes aos filos Sarcomastigophora, Annelida, Cnidaria, Mollusca, Echinodermata, Arthropoda, Chaetognatha e Chordata, com a maior quantidade de espécies e grupos

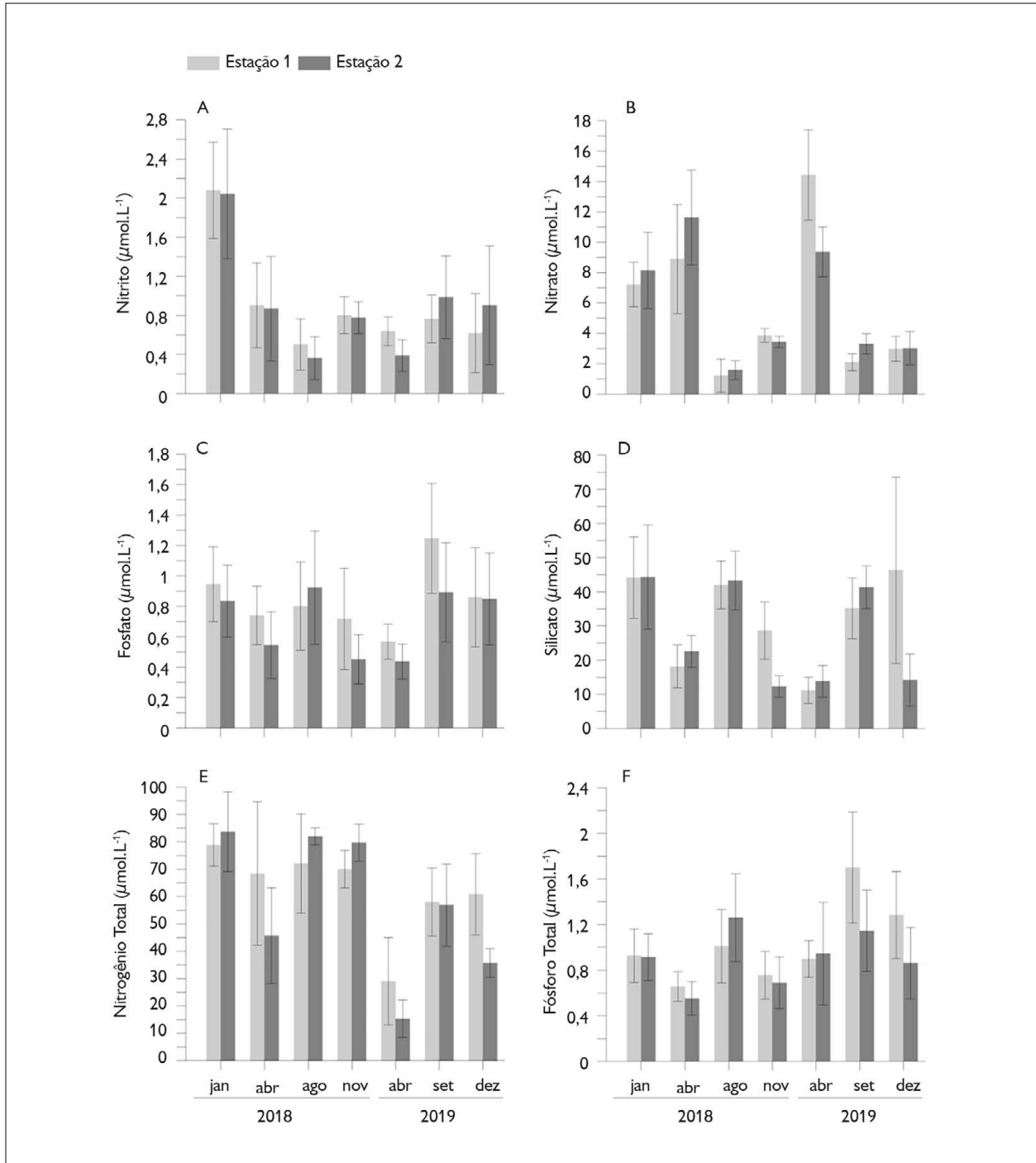
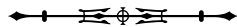


Figura 4. Variações espaciais e temporais médias (\pm DP) dos valores médios dos nutrientes inorgânicos dissolvidos no estuário do rio Emboráí Velho, nordeste do Pará, durante o período estudado. Notar diferenças de escalas.

Figure 4. Mean spatial and temporal variations (\pm SD) of the mean values of dissolved inorganic nutrients in the estuary of the Emboráí Velho River, northeast of Pará, during the period studied. Note differences in scales.



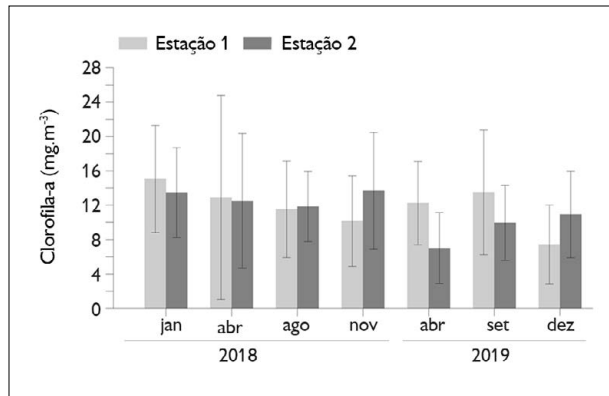


Figura 5. Variação temporal média (\pm DP) dos valores médios de clorofila-a observados no estuário do rio Emborai Velho, nordeste do Pará, durante o período estudado.

Figure 5. Mean temporal variation (\pm SD) of the mean values of chlorophyll-a observed in the estuary of the Emborai Velho River, northeast of Pará, during the period studied.

representados pelo filo Arthropoda (Apêndices 1 e 2). O estuário do rio Emborai Velho foi temporalmente ($H = 22,42$; $p < 0,05$) heterogêneo no que diz respeito à densidade mesozooplancônica mensal total e ao ciclo circadiano (Tabela 1), com valores que oscilaram entre $261,14 \pm 240,21$ ind.m⁻³ em dezembro/2019 e $10.328,7 \pm 15.465,9$ ind.m⁻³ em setembro/2019, ambos obtidos na estação E2 (Figura 6A).

Dentre os organismos identificados, destacaram-se: *Acartia lilljeborgii* (Giesbrecht, 1889), *Pseudodiaptomus richardi* (Dahl F., 1894), copepoditos de *Acartia*, copepoditos de *Pseudodiaptomus*, pertencentes à ordem Calanoida (Copepoda); *Euterpina acutifrons* (Dana, 1847), pertencente à ordem Harpacticoida (Copepoda); *Oikopleura (Vexillaria) dioica* (Fol, 1872) (Chordata), pertencente à ordem Copelata (Tunicata); e larvas de Gastropoda (Mollusca).

A espécie *A. lilljeborgii* apresentou diferenças significativas mensais ($F = 14,64$; $p < 0,05$), sazonais ($U = 1218,00$; $p < 0,05$) e anuais ($F = 20,03$; $p < 0,05$) em sua densidade, com valores médios oscilando entre $39,50 \pm 51,80$ ind.m⁻³ em abril/2018, na estação E2, e $2.708,07 \pm 4.955,55$ ind.m⁻³, em novembro/2018, também na estação E2 (Figura 6B e Tabela 1). Para esta

espécie, foram observados elevados valores de abundância relativa (54,05%) em janeiro/2018, na estação E1 (Figura 7). A espécie *P. richardi*, por outro lado, apresentou diferenças mensais ($H = 70,88$; $p < 0,05$) e sazonais ($U = 973,50$; $p < 0,05$), com valores médios de densidade que oscilaram de $1,31 \pm 2,72$ ind.m⁻³ em setembro/2019, na estação E1, a $1.097,31 \pm 1.903,50$ ind.m⁻³ em abril/2019, na estação E2 (Figura 6C e Tabela 1). Esta espécie contribuiu com cerca de 21% da contribuição relativa em abril/2018, na estação E2 (Figura 7).

Para os copepoditos de *Acartia*, observou-se diferenças significativas mensais ($H = 27,78$; $p < 0,05$) e anuais ($F = 5,752$; $p < 0,05$), com densidades médias oscilando entre $58,93 \pm 58,78$ ind.m⁻³, em dezembro/2019, na estação E2, e $15.481,49 \pm 45.094,34$ ind.m⁻³ em abril/2019, na estação E2 (Figura 6D e Tabela 1). Para estes organismos, foram registradas também variações espaciais significativas ($F = 5,30$; $p < 0,05$), com valores mais elevados em agosto/2018, na estação E2. Estes organismos apresentaram abundância relativa de 34,64% (Figura 7).

Os copepoditos de *Pseudodiaptomus*, por sua vez, apresentaram diferenças significativas mensais ($H = 47,44$; $p < 0,05$) e sazonais ($U = 1112,00$; $p < 0,05$), com densidades médias que variaram de $0,11 \pm 0,29$ ind.m⁻³ em dezembro/2019 e $830,23 \pm 1.588,92$ ind.m⁻³ em abril/2019, ambos valores obtidos na estação E2 (Figura 6E e Tabela 1), contribuindo com mais de 18% da abundância relativa na estação E1, em abril/2019 (Figura 7).

Padrão similar foi observado para *Euterpina acutifrons*, a qual apresentou diferenças significativas mensais ($H = 73,161$; $p < 0,05$) e sazonais ($F = 24,15$; $p < 0,05$), apresentando valores médios de densidade entre $0,20 \pm 0,50$ ind.m⁻³, em abril/2018, na estação E2, e $339,25 \pm 677,62$ ind.m⁻³, em novembro/2018, na estação E1 (Figura 6F e Tabela 1). Esta espécie apresentou abundância relativa de apenas 4,21%, valor este obtido em novembro/2018 (Figura 7), na estação E1.

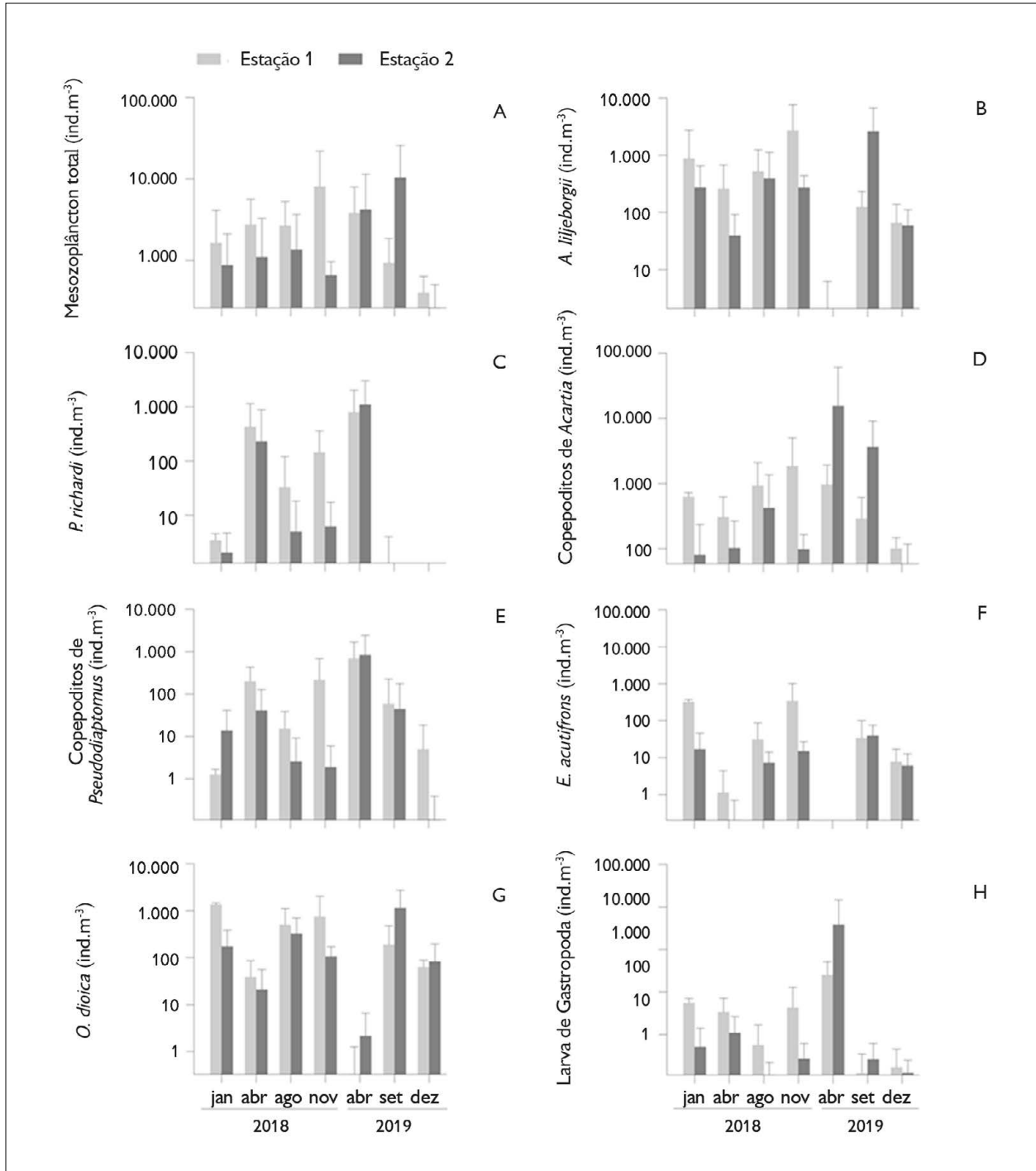


Figura 6. Variações espaciais e temporais médias (+ DP) do Log de densidade do mesozooplâncton total e dos principais grupos e espécies mensurados no estuário do rio Emboráí Velho, nordeste do Pará, durante o período estudado. Notar diferenças de escalas.

Figure 6. Mean spatial and temporal variations (+SD) of the log of density of total mesozooplankton and of the main groups and species measured in the estuary of the Emboráí Velho River, northeast of Pará, during the period studied. Note differences in scales.

Outra espécie característica de ambientes marinhos é a *Oikopleura (Vexillaria) dioica*, única espécie, além das pertencentes ao grupo dos copépodos, que apresentou diferenças significativas mensais ($F = 27,14; p < 0,05$), sazonais ($U = 785,00; p < 0,05$) e anuais ($U = 1368,00; p < 0,05$),

com densidades médias que variaram de $0,33 \pm 0,94 \text{ ind.m}^{-3}$, em abril/2019, na estação E1, a $1.349,81 \pm 115,50 \text{ ind.m}^{-3}$, em janeiro/2018, na estação E1 (Figura 6G e Tabela 1). Esta espécie contribuiu com mais de 30% da abundância relativa em dezembro/2019 (Figura 7), na estação E2.

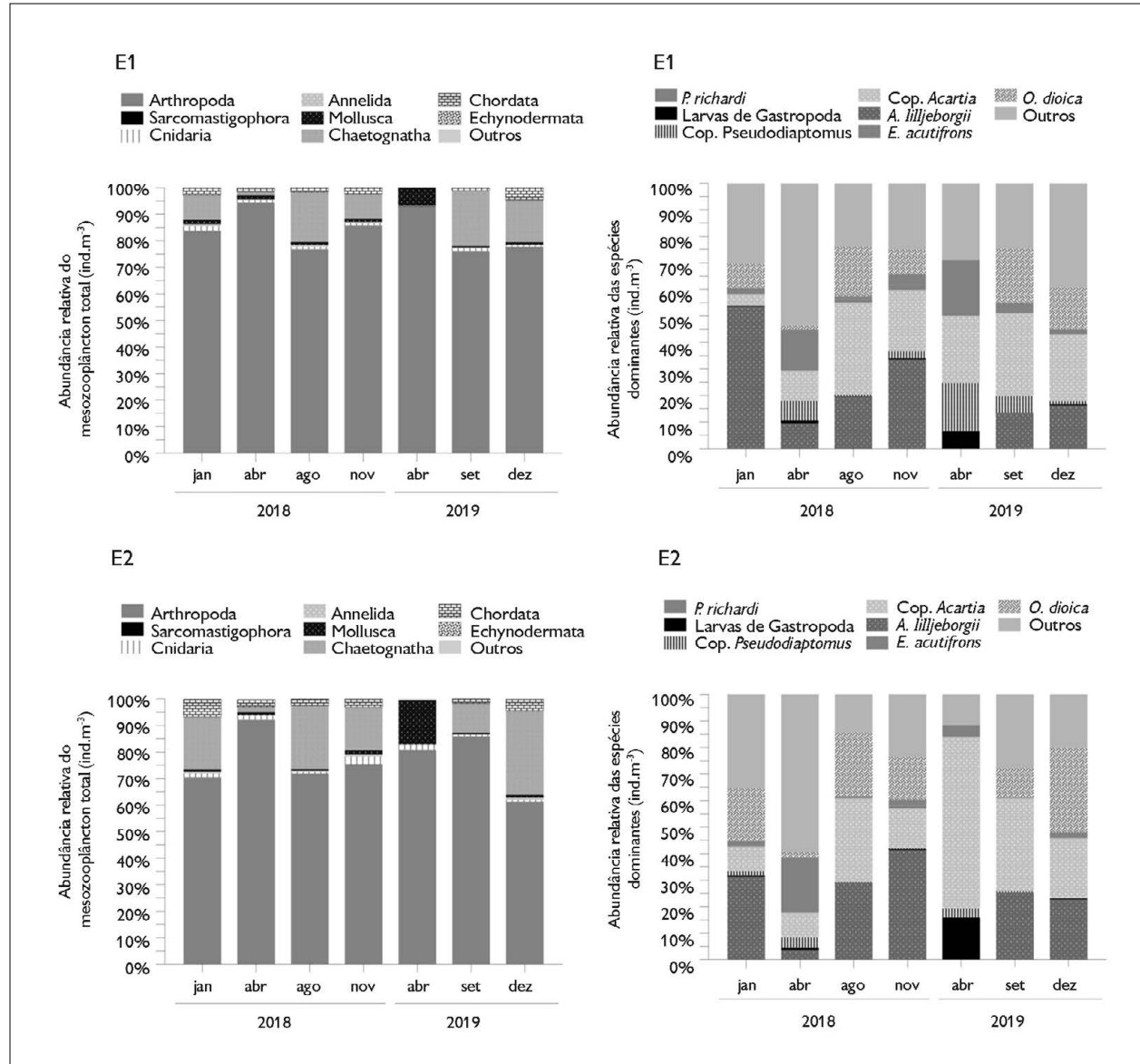


Figura 7. Variações espaciais e temporais da abundância relativa (%) dos principais grupos constituintes do mesozooplâncton e das principais espécies do estuário do rio Emborá Velho, nordeste do Pará, durante o período estudado.

Figure 7. Spatial and temporal variations of the relative abundance (%) of the main constituent groups of mesozooplankton and of the main species of the estuary of the Emborá Velho River, northeast of Pará, during the period studied.

Gastropoda foi a única classe de Mollusca que se destacou entre os grupos identificados, com suas larvas apresentando variações significativas mensais ($H = 42,46$; $p < 0,05$) e sazonais ($U = 1098,50$; $p < 0,05$), com valores de densidade que oscilaram de $1,12 \pm 1,09 \text{ ind.m}^{-3}$ em agosto/2018, na estação E2, a $3.822,92 \pm 10.853,39 \text{ ind.m}^{-3}$ em abril/2019, na estação E2 (Figura 6H e Tabela 1), com uma contribuição relativa de aproximadamente 16% em abril/2019 (Figura 7), na estação E2.

A riqueza das espécies apresentou diferenças significativas mensais ($F = 6,85$; $p < 0,05$) e anuais ($F = 14,06$; $p < 0,05$), com valores entre $1,95 \pm 1,00$ em abril/2019, na estação E1, e $4,45 \pm 1,21$ em janeiro/2018, na estação E2 (Figura 8A). Foram também observadas diferenças espaciais (Tabela 1), com valores significativamente mais elevados na estação E2.

A diversidade, por sua vez, apresentou diferenças significativas mensais ($H = 34,12$; $p < 0,05$) e anuais ($U = 1380$; $p < 0,05$), a qual variou entre $1,50 \pm 0,36$ em agosto/2018, na estação E2, e $2,20 \pm 0,20$ em abril/2018, na estação E1 (Figura 8B). Para a equitabilidade, foram constatadas diferenças mensais ($H = 30,09$; $p < 0,05$), com médias entre $0,47 \pm 0,09$ em agosto/2018, na

estação E2, e $0,72 \pm 0,07$ em abril/2018, na estação E1 (Figura 8C). Para este índice, foram também observadas variações espaciais significativas, com valores mais elevados na estação E1 (Tabela 1).

ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (ACC)

Na ACC, o teste de Monte Carlo F -ratio mostrou que as variáveis hidrológicas e biológicas contribuíram de forma significativa para explicar a distribuição dos organismos do mesozooplâncton ($p < 0,01$) (Apêndice 3).

Os dois primeiros eixos da ordenação explicaram 97,4% da variância associada às relações mesozooplâncton-ambiente. O primeiro eixo (69,5%) revelou uma separação dos meses do período seco e chuvoso (abril/2018 e abril/2019). Não obstante, o mês de janeiro/2018, embora constituinte do período chuvoso, se associou aos meses do período seco. O segundo eixo (27,9%), por sua vez, destacou as diferenças entre os meses de agosto/2018, setembro/2019 e dezembro/2019 em relação aos meses de janeiro e abril de 2018 (Figura 9).

No primeiro eixo, os táxons *Pseudodiptomus richardi*, larvas de Gastropoda, copepoditos de *Pseudodiptomus* e

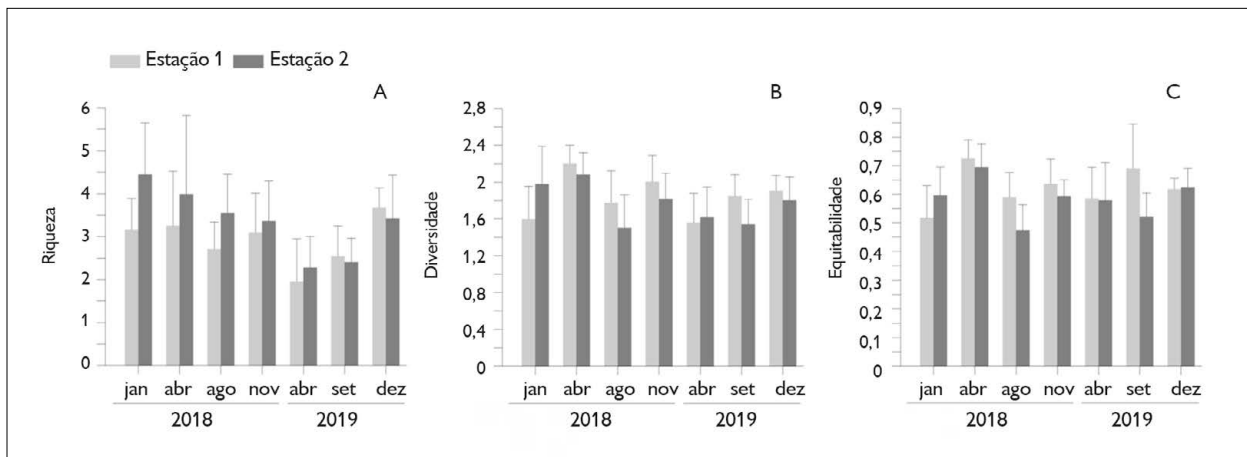


Figura 8. Variações temporais e espaciais médias (+ DP) dos índices ecológicos no estuário do rio Emborai Velho, nordeste do Pará, onde (A) corresponde à riqueza, (B) à diversidade e (C) à equitabilidade. Notar diferença de escalas.

Figure 8. Mean temporal and spatial variations (+ SD) of ecological indices in the estuary of the Emborai Velho River, northeast of Pará, where (A) corresponds to richness, (B) diversity and (C) equitability. Note the difference in scales.

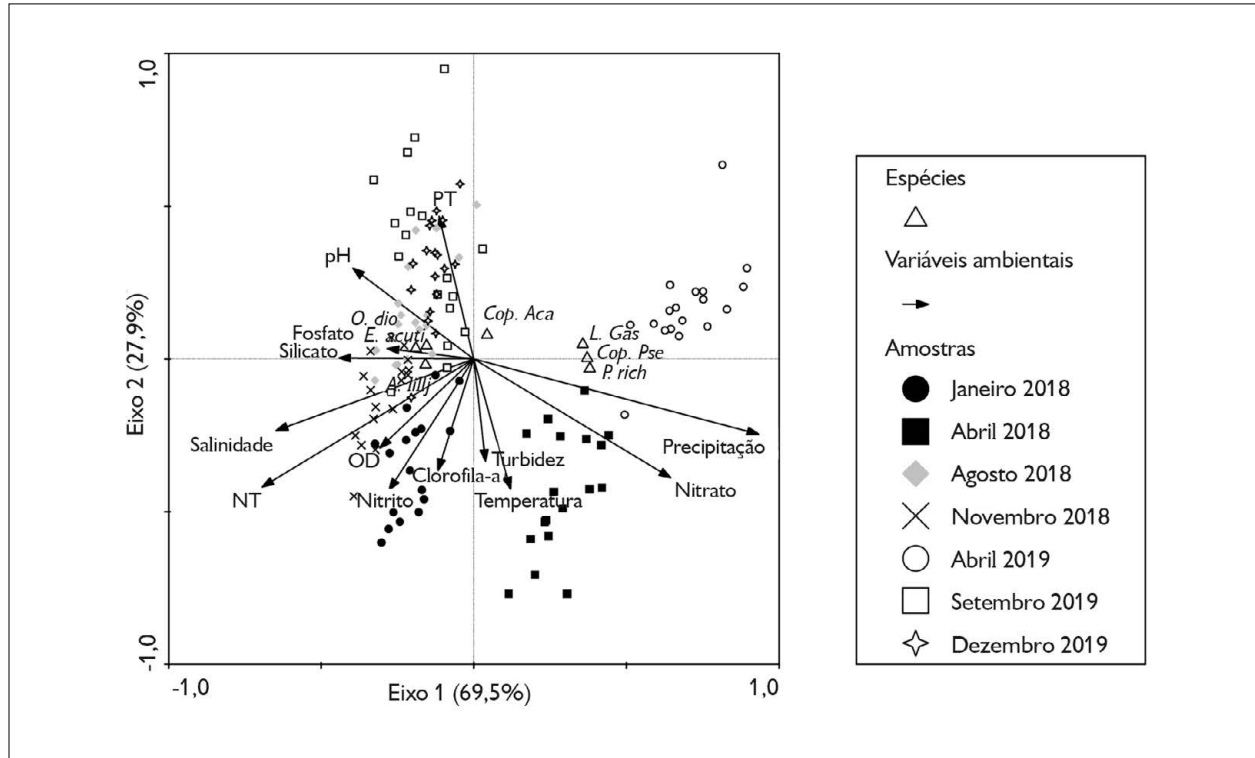


Figura 9. Diagrama de dispersão mensurada a partir da ACC durante os anos de estudo (2018 e 2019), aplicados às variáveis ambientais e às espécies dominantes no estuário do rio Emborai Velho, nordeste do Pará. Legendas: Cop. Aca = copepodito de *Acartia*; Cop. Pse = copepodito de *Pseudodiaptomus*; L. Gas = larvas de *Gastropoda*; P. rich = *Pseudodiaptomus richardi*; A. lil = *Acartia lilljeborgii*; E. acuti = *Euterpina acutifrons*; O. dio = *Oikopleura dioica*.

Figure 9. Scatter diagram measured from the Canonical Correspondence Analysis (CCA) during the years of study, applied to environmental variables and dominant taxa in the estuary of the Emborai Velho River, northeast Pará. Caption: Cop. Aca: Copepodites of *Acartia*; Cop. Pse: copepodites of *Pseudodiaptomus*; L. Gas: *Gastropoda* larvae; P. rich: *Pseudodiaptomus richardi*; A. lil: *Acartia lilljeborgii*; E. acu: *Euterpina acutifrons*; O. dio: *Oikopleura dioica*.

copepoditos de *Acartia* estiveram associados aos meses de maiores índices de precipitação (abril de 2018 e abril de 2019), período no qual foram observadas as menores temperatura, turbidez e concentrações de nitrato, sendo possível observar correlações negativas com salinidade, pH, silicato e fosfato. A dominância de *A. lilljeborgii*, *E. acutifrons* e *O. dioica*, por outro lado, foi favorecida por estas últimas variáveis, principalmente nos meses de agosto e novembro de 2018. No segundo eixo, as elevadas concentrações de fósforo total estiveram associadas principalmente ao mês de setembro de 2019, sendo possível observar alta correlação negativa com as concentrações de clorofila-a, turbidez e temperatura e, em segundo plano, com as concentrações

de OD e nitrito, os quais apresentaram forte correlação positiva com o mês de janeiro/2018.

DISCUSSÃO

Na região amazônica, as variações pluviométricas estão associadas, em grande parte, ao deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que, no primeiro semestre do ano, se desloca em direção ao hemisfério sul, ocasionando aumento nos níveis de precipitação e na descarga de água doce dos rios locais nos meses de janeiro a julho. Na estação seca, por sua vez, verifica-se a migração da ZCIT em direção ao hemisfério norte, o que repercute nos baixos índices pluviométricos observados nos meses

de agosto a dezembro (Figueroa & Nobre, 1990; Marengo, 1995; ANA, 2020; INMET, 2020).

De acordo com os dados hidrológicos e biológicos obtidos nos anos de 2018 e 2019, o estuário do rio Emboráí Velho apresentou variações temporais (interanuais, circadianas, mensais e sazonais) e espaciais, decorrentes principalmente das oscilações nos níveis de precipitação sobre esta variável. Não obstante, características hidrológicas, morfológicas e morfodinâmicas particulares, tais como o reduzido influxo de água doce (Barros et al., 2019) e o fato de este estuário não desembocar diretamente no oceano Atlântico, o fazem diferir de diversos outros estuários da região (R. Costa et al., 2011; Magalhães et al., 2011, 2015).

A composição e a densidade do mesozooplâncton do estuário do rio Emboráí Velho apresentaram variações espaciais e sazonais significativas, muito embora tenham sido similares às observadas em outros estuários nos quais se observa o predomínio de organismos holoplanctônicos (Sterza & Fernandes, 2006; Howson et al., 2017; Rose et al., 2019, 2020), oriundos de águas estuarinas, costeiras e oceânicas, como observado previamente em outros ecossistemas costeiros e estuarinos da costa brasileira (Atique et al., 2017; Neumann-Leitão et al., 2018; Garcia et al., 2020).

Sarcomastigophora, Annelida, Cnidaria, Mollusca, Echinodermata, Arthropoda, Chaetognatha e Chordata, grupos comumente identificados em estuários amazônicos (K. Costa et al., 2008, 2018; Leite et al., 2009), estiveram entre os filos identificados durante o presente estudo. Dentre os táxons dominantes, destacaram-se: *Acartia lilljeborgii*, *Pseudodiaptomus richardi*, copepoditos de *Acartia*, copepoditos de *Pseudodiaptomus*, *Euterpina acutifrons*, *Oikopleura (Vexillaria) dioica* e larvas de Gastropoda. Geralmente, em ecossistemas estuarinos e marinhos, os copépodos representam cerca de 60 a 80% da comunidade mesozooplânctônica total (Eskinazi-Sant'Anna, 2000; R. Costa et al., 2011; Leite et al., 2016), sendo superados, no entanto, por larvas (meroplâncton) de outros grupos taxonômicos com contribuições sazonais pontuais, como

cirripédios, bivalves, gastrópodes e poliquetos (Muxagata et al., 2004; Magalhães et al., 2015; K. Costa et al., 2018; El-Tohamy et al., 2018) durante o período reprodutivo.

Acartia lilljeborgii, espécie de copépodo numericamente importante durante o estudo, apresentou seus maiores valores de densidade média ($< 2.700 \text{ ind.m}^{-3}$) no período seco de 2018 (novembro), ano com a menor taxa anual de pluviometria (2.509,5 mm), demonstrando, assim, sua preferência por águas mais salinas, o que corrobora resultados obtidos em outros estudos realizados em estuários da região amazônica (Magalhães et al., 2015; Andrade et al., 2016; Leite et al., 2016) e em outras regiões do país (Ara, 2001; Schwamborn et al., 2001; Dias & Bonecker, 2008). O potencial reprodutivo desta espécie estuarina-marinha pode ser afetado em salinidades inferiores a 25, uma vez que a variação ótima de salinidade para produção de ovos nesta espécie encontra-se entre 25 e 35 (Magalhães et al., 2015). Salinidades inferiores a estas, como as observadas no estuário do rio Emboráí Velho, principalmente durante o período chuvoso (3,38), certamente contribuíram para observação de suas menores densidades durante este período sazonal. Por outro lado, a elevada representatividade de *A. lilljeborgii* no estuário em estudo poderia estar também relacionada às elevadas concentrações de matéria orgânica sob forma de detrito exportadas pelos manguezais adjacentes, uma vez que, segundo Schwamborn et al. (2001), cerca de 13 a 40% do carbono orgânico assimilado por organismos desta espécie em ecossistemas estuarinos são oriundos dos manguezais. *Acartia tonsa*, por sua vez, embora bastante representativa em outros estuários tropicais (Montú, 1980), inclusive amazônicos (Andrade et al., 2016; Atique et al., 2017), não apresentou densidades elevadas no presente estudo, não constituindo, desta forma, uma espécie representativa do estuário do rio Emboráí Velho. Como esta espécie costuma ser uma das mais representativas durante o período seco em muitos dos estuários amazônicos já estudados (Andrade et al., 2022), possivelmente grande parte dos indivíduos registrados nos referidos ambientes

podem ser oriundos do recrutamento de zonas marinhas adjacentes com salinidades normalmente mais elevadas do que as registradas nos estuários da região, o que explicaria as baixas densidades observadas no Emboraí Velho, um vez que este estuário não se conecta diretamente com o mar, e sim com as águas da baía do Urumajó.

Padrão similar ao registrado para *A. lilljeborgii* foi verificado para a *E. acutifrons*, espécie nerítica (Villate, 1997; R. Costa & Fernández, 2002) e onívora (Turner, 1984), geralmente descrita em ambientes com altas concentrações de material particulado em suspensão (Sautour & Castel, 1993; Atique et al., 2017; Barros et al., 2019). Esta espécie apresentou densidades significativamente mais elevadas no mês de novembro/2018 (ano menos chuvoso), em águas polihalinas, de elevada turbidez, corroborando os resultados obtidos por Andrade et al. (2016), no estuário do Taperaçu. Tais resultados sugerem que a dinâmica populacional de organismos desta espécie é controlada, em grande parte, pelas oscilações da salinidade, uma vez que apresentam preferência por ambientes mais salinos (K. Costa et al., 2008; Pinheiro et al., 2013), onde se observa maior produção de ovos e melhor desenvolvimento de organismos desta espécie (Ara, 2001).

Algumas espécies de copépodos são adaptadas fisiologicamente a variações de salinidade, como *Pseudodiaptomus richardi*, espécie eurihalina (Montú, 1980) que ocorreu ao longo de todo o período de estudo no Emboraí Velho, como previamente observado em outros estuários amazônicos (K. Costa et al., 2013, 2018). Não obstante, suas maiores densidades médias foram registradas em abril/2019, mês no qual ocorreram as maiores taxas de precipitação, mostrando a sua preferência por águas oligohalinas a mesohalinas (Krumme & Liang, 2004; Magalhães et al., 2006). Este padrão está relacionado com as condições ótimas de salinidade para esta espécie e a elevada disponibilidade de alimentos durante o período chuvoso, o que contribui para a produção de ovos e para o desenvolvimento de suas formas juvenis e adultas (Magalhães et al., 2006; Kaminski et al., 2014). *P. marshi*,

embora pouco representativa no ano de 2018, apresentou densidades médias elevadas no período chuvoso de 2019, demonstrando um padrão similar ao observado por outros autores em estuários amazônicos (Magalhães et al., 2010, 2011; K. Costa et al., 2013), os quais destacaram sua preferência por águas menos salinas.

Outro organismo numericamente dominante, embora não pertencente ao grupo dos copépodos, foi *Oikopleura (Vexillaria) dioica* (Tunicata), espécie onívora (Gorsky et al., 2006) e tipicamente marinha, registrada também em estuários com águas polihalinas (Mouny & Dauvin, 2002; K. Costa et al., 2008; R. Costa et al., 2009; Leite et al., 2009). Por estarem normalmente relacionados a ambientes com elevadas salinidades, organismos pertencentes a este táxon estão normalmente descritos como representativos de estuários tropicais, principalmente durante o período seco, como observado no presente estudo. Os organismos pertencentes a este táxon apresentam elevada taxa de fecundidade e de crescimento as quais, aliadas à sua capacidade de produzir quantidades significativas de matéria orgânica (descarte de cascas mucilaginosas), os tornam de fundamental importância no fluxo de energia para os níveis tróficos superiores das teias tróficas aquáticas (Gorsky & Fenaux, 1998).

Os copepoditos de *Pseudodiaptomus* apresentaram maiores densidades durante o período chuvoso de 2019 (ano com maiores valores de precipitação), mostrando, desta forma, sua preferência por águas oligohalinas/mesohalinas, corroborando os resultados obtidos por Magalhães et al. (2015) e indicando que o período reprodutivo das principais espécies do gênero, no estuário do rio Emboraí Velho, ocorre durante este período sazonal. Padrão semelhante foi observado para os copepoditos de *Acartia*, os quais apresentaram seus maiores valores médios de densidade no período chuvoso (2019). Possivelmente, estes resultados estão associados ao hábito onívoro dos organismos pertencentes a este gênero, alimentando-se indistintamente de detritos oriundos dos manguezais adjacentes, aumentando sua capacidade reprodutiva e

favorecendo o desenvolvimento das formas juvenis e adultas, as quais desempenham um importante papel na transferência de energia nas teias tróficas aquáticas (Chen et al., 2018).

No estuário do rio Emboráí Velho, a riqueza e os índices de diversidade apresentaram valores relativamente baixos quando comparados aos obtidos em estudos prévios realizados na região (Magalhães et al., 2009, 2015; Andrade et al., 2016). Estes baixos valores podem ser resultantes da ação conjunta da baixa influência fluvial e da ausência de conexão direta com o Atlântico, o que poderia ter um efeito negativo no recrutamento de espécies de organismos limnéticos e marinhos, respectivamente. Padrão similar foi registrado por K. Costa et al. (2018), no estuário do rio Paracauari, o qual não se conecta diretamente com o oceano Atlântico, muito embora tenha um caudal fluvial mais expressivo do que o do rio Emboráí Velho.

A ACC corroborou diversos dos aspectos já discutidos anteriormente, bem como resultados prévios obtidos por outros autores em estudos realizados em estuários tropicais (Muxagata et al., 2004; El-Tohamy et al., 2018) e, mais especificamente, em estuários amazônicos (Leite et al., 2009; Magalhães et al., 2015; K. Costa et al., 2018), evidenciando a preferência de larvas de Gastropoda, de *P. richardi*, copepoditos de *Pseudodiaptomus* e copepoditos de *Acartia* por águas oligohalinas, como as observadas no período chuvoso (abril/2018 e abril/2019), e de *A. lilljeborgii*, *E. acutifrons* e *O. dioica*, por águas mais salinas, como as registradas no período menos chuvoso.

CONCLUSÃO

O estuário do rio Emboráí Velho apresenta características particulares, como baixa descarga fluvial e ausência de ligação direta com o oceano Atlântico, diminuindo o recrutamento de espécies marinhas e, dessa maneira, apresentando baixos valores de riqueza quando comparado a outros estuários amazônicos. As variações anuais, espaciais e temporais das densidades do mesozooplâncton e dos nutrientes inorgânicos foram diretamente influenciadas pelas taxas de precipitação, bem como pela hidrodinâmica

e hidrologia local. A precipitação influenciou diretamente nas diferenças de densidades totais do mesozooplâncton observadas nos dois anos de estudos, sendo os maiores valores de densidade média do mesozooplâncton local, assim como de larvas de Gastropoda, copepoditos de *Acartia*, copepoditos de *Pseudodiaptomus* e *P. richardi* evidenciados no período chuvoso de 2019, ano no qual as maiores taxas de precipitação foram registradas devido a eventos globais, como o La Niña, entre 2017 e 2018. A salinidade, como já visto em outros trabalhos, atuou de maneira significativa sobre a densidade e a diversidade do mesozooplâncton. Além destas, a predação e a mortalidade natural possivelmente influenciaram também a dinâmica populacional do mesozooplâncton.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o ecossistema em estudo pode ser considerado altamente dinâmico e produtivo, devido às suas características particulares e aos manguezais adjacentes, os quais são bastante preservados e considerados fontes importantes de detritos e matéria orgânica para as águas estuarinas. Tais características contribuem para o desenvolvimento fitoplanctônico e, conseqüentemente, favorecem a reprodução e o desenvolvimento do mesozooplâncton, o qual apresenta densidades similares às observadas em outros estuários amazônicos.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (#425872/2016-5) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (88881.736742/2022-01). Os autores R. M. Costa e L. C. C. Pereira agradecem ao CNPq pelas bolsas de pesquisa (#311782/2017-5 e #314040/2021-8; e #309491/2018-5 e #314037/2021-7, respectivamente). O suporte logístico e financeiro foi provido pelo Laboratório de Plâncton e Cultivo de Microalgas e Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina do Instituto de Estudos Costeiros (IECOS) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas (ANA). (2020). *Séries históricas de estações*. <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>
- Andrade, M. P., Magalhães, A., Pereira, L. C. C., Flores-Montes, M. J., Pardal, E. C., Andrade, T. P., & Costa, R. M. (2016). Effects of a La Niña event on hydrological patterns and copepod community structure in a shallow tropical estuary (Taperaçu, Northern Brazil). *Journal of Marine Systems*, 164, 128-143. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.07.006>
- Andrade, M. P., Magalhães, A., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2022). Effects of environmental variables on mesozooplankton dynamics in an Amazonian estuary. *Ecology & Hydrobiology*, 22(3), 511-529. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2022.05.002>
- Ara, K. (2001). Daily egg production rate of the planktonic calanoid copepod *Acartia lilljeborgii* Giesbrecht in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*, 445(1), 205-215. <https://doi.org/10.1023/A:1017573917281>
- Atique, P., Costa, K. G., Monteiro, M. C., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2017). Copepod assemblages in a highly dynamic equatorial estuary on the Brazilian Amazon Coast. *Marine Ecology*, 38(1), e12385. <https://dx.doi.org/10.1111/maec.12385>
- Barros, F. A., Andrade, M., Silva, T. R., Pereira, L. C., & Costa, R. M. (2019). Composição e mudanças espaciais e temporais da diversidade e densidade do mesozooplâncton em um estuário amazônico (Emboraí Velho, Pará, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 14(3), 307-330. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v14i3.220>
- Björnberg, T. S. K. (1981). Copepoda. In D. Boltovskoy (Ed.), *Altas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino* (pp. 587-689). INIDEP.
- Bradford-Grieve, J. M. (1999). Copepoda. In D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic zooplankton* (pp. 869-1098). Backhuys.
- Carlson, D. M. (1978). The ecological role of zooplankton in a Long Island salt marsh. *Estuaries*, 1(2), 85-92. <https://doi.org/10.2307/1351596>
- Chen, M., Kim, D., Liu, H., & Kang, C. K. (2018). Variability in copepod trophic levels and feeding selectivity based on stable isotope analysis in Gwangyang Bay of the southern coast of the Korean Peninsula. *Biogeosciences*, 15(7), 2055-2073. <https://doi.org/10.5194/bg-15-2055-2018>
- Chew, L. L., Chong, V. C., Ooi, A. L., & Sasekumar, A. (2015). Vertical migration and positioning behavior of copepods in a mangrove estuary: interactions between tidal, diel light and lunar cycles. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 152, 142-152. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.11.011>
- Clarke, K. R., Gorley, R. N., Somerfield, P. J., & Warwick, R. M. (2014). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis*. Primer-E Ltd.
- Costa, K. G., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2008). Short and long-term temporal variation of the zooplankton in a tropical estuary (Amazon region, Brazil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 3(2), 127-141. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v3i2.681>
- Costa, K. G., Bessa, R. D. S. C., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2013). Short and medium-term changes of Pseudodiaptomidae copepods in the Amazonian Mangrove Coast: the Paracauari River estuary (Brazil). *Journal of Coastal Research*, 2(65), 1116-1121. <https://www.jstor.org/stable/26490936>
- Costa, K. G., Azevedo, S. S., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2018). Variabilidade temporal do zooplâncton no sistema estuarino do rio Paracauari (Ilha do Marajó, Pará). *Tropical Oceanography*, 46(1), 53-69. <https://doi.org/10.5914/tropocean.v46i1.237250>
- Costa, R. M., & Fernández, F. (2002). Feeding and survival rates of the copepods *Euterpina acutifrons* Dana and *Acartia grani* Sars on the dinoflagellates *Alexandrium minutum* Balech and *Gyrodinium corsicum* Paulmier and the Chryptophyta *Rhodomonas baltica* Karsten. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 273(2), 131-142. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(02\)00132-6](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(02)00132-6)
- Costa, R. M., Leite, N. R., & Pereira, L. C. C. (2009). Mesozooplankton of the Curuçá estuary (Amazon coast, Brazil). *Journal of Coastal Research*, 51(56), 400-404. <https://www.jstor.org/stable/25737606>
- Costa, R. M., Atique, P., Costa, K. G., & Pereira, L. C. C. (2011). Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. *Journal of Coastal Research*, 64(s1), 1477-1481. <https://www.jstor.org/stable/26482421>
- Day Jr., J. W., Hall, C. A. S., Kemp, W. M., & Yanez-Arancibia, A. (1989). *Estuarine ecology*. Wiley-Interscience.
- Dias, C. D. O., & Bonecker, S. L. C. (2008). Inter-annual variability of planktonic copepods in a tropical bay in southeastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51, 531-542. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000400011>
- Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). (2019). *Previsão de marés*. <https://www.marinha.mil.br/dhn/>
- El-Tohamy, W. S., Hopcroft, R. R., & Abdel Aziz, N. E. (2018). Environmental determinants of zooplankton community in the Damietta Estuary of the Nile River, Egypt. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(5), 1785-1798. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz.2018.50.5.1785.1798>
- Elliott, M., & McLusky, D. S. (2002). The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55(6), 815-827. <https://doi.org/10.1006/ecss.2002.1031>



- Eskinazi-Sant'Anna, E. M. (2000). Zooplankton abundance and biomass in a tropical estuary (Pina Estuary-Northeast Brazil). *Tropical Oceanography*, 28(1), 21-34. <https://doi.org/10.5914/tropocean.v28i1.2711>
- Figueroa, S. N., & Nobre, C. A. (1990). Precipitation distribution over central and western tropical South America. *Climanálise*, 5, 36-45.
- Garcia, T. M., Matthews-Cascon, H., Schettini, C. A., Matsumura-Tundisi, J. G., & Neumann-Leitão, S. (2020). Mesozooplankton community of a dammed estuary in Brazilian semi-arid region. *Cahiers de Biologie Marine*, 61, 149-158. <http://dx.doi.org/10.21411/CBMA.A.3B7F837B>
- Goes, J. I., Gomes, H. R., Chekalyuk, A. M., Carpenter, E. J., Montoya, J. P., Coles, V. J., & Hafez, M. A. (2014). Influence of the Amazon River discharge on the biogeography of phytoplankton communities in the western tropical north Atlantic. *Progress in Oceanography*, 120, 29-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2013.07.010>
- Gonçalves, D. A., Marques, S. C., Primo, A. L., Martinho, F., Bordalo, M. D. B., & Pardal, M. Â. (2015). Mesozooplankton biomass and copepod estimated production in a temperate estuary (Mondego estuary): effects of processes operating at different timescales. *Zoological Studies*, 54(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s40555-015-0135-6>
- Gorsky, G., & Fenaux, R. (1998). The role of Appendicularia in marine food webs. In Q Bone (Ed.), *The Biology of Pelagic Tunicates* (pp. 161-169). Oxford University Press.
- Gorsky, G., Youngbluth, M. J., & Deibel, D. (2006). *Response of marine ecosystems to global change: ecological impact of appendicularians*. Éditions Scientifiques.
- Grasshoff, K., Kremling, K., & Erhardt, M. (1983). *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie Weinheim.
- Heinle, D. R. (1966). Production of a calanoid copepod, *Acartia tonsa*, in the Patuxent River estuary. *Chesapeake Science*, 7(2), 59-74. <https://doi.org/10.2307/1351126>
- Howson, U. A., Buchanan, G. A., & Nickels, J. A. (2017). Zooplankton community dynamics in a western mid-Atlantic lagoonal estuary. *Journal of Coastal Research*, 78(sp1), 141-168. <https://doi.org/10.2112/SI78-012.1>
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). (2020). *Normas climatológicas*. <https://portal.inmet.gov.br/>
- Kaminski, S. M., Bersano, J. G., & Freire, C. A. (2014). Euryhalinity of the estuarine copepod *Pseudodiaptomus richardi* and its high potential to be employed as live food in aquaculture. *Aquaculture*, 424-425, 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.034>
- Krumme, U., & Liang, T. H. (2004). Tidal-induced changes in a Copepod-Dominated zooplankton community in a macrotidal mangrove channel in Northern Brazil. *Zoological Studies*, 43(2), 404-414.
- Lam-Hoai, T., Guiral, D., & Rougier, C. (2006). Seasonal change of community structure and size spectra of zooplankton in the Kaw River estuary (French Guiana). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68(1-2), 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.01.009>
- Leandro, S. M., Tiselius, P., Marques, S. C., Avelas, F., Correia, C., Sá, P., & Queiroga, H. (2014). Copepod production estimated by combining in situ data and specific temperature-dependent somatic growth models. *Hydrobiologia*, 741(1), 139-152. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-1833-5>
- Leite, N. R., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2009). Distribuição temporal do mesozooplâncton no furo Muriá, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 4(2), 149-164. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v4i2.662>
- Leite, N. R., Magalhães, A., Silva, L. M., Andrade, T. P., Matos, J. B., Costa, Á. K., & Costa, R. M. (2016). Short and medium term variation in the dynamics of the mesozooplankton community of an Amazonian estuary. *Journal of Coastal Research*, 75(sp1), 218-222. <https://doi.org/10.2112/SI75-044.1>
- López-Ibarra, G. A., & Palomares-García, R. (2006). Estructura de la comunidad de copépodos en Bahía Magdalena, México, durante El Niño 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 41(1), 63-76. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572006000100009>
- Magalhães, A., Costa, R. M., Liang, T. H., Pereira, L. C. C., & Ribeiro, M. J. S. (2006). Spatial and temporal distribution in density and biomass of two *Pseudodiaptomus* species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté River Estuary (Amazon Region-North of Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 66(2a), 421-430. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000300006>
- Magalhães, A., Bessa, R., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2009). Temporal variation in composition, occurrence and distribution of Copepoda (Crustacea) from Taperaçu estuary, Pará, Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 4(2), 133-148. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v4i2.661>
- Magalhães, A., Pereira, L. C. C., Ribeiro, M. J. S., Liang, T. H., & Costa, R. M. (2010). Populational dynamics of *Pseudodiaptomus marshi* (Crustacea: Copepoda) in the Caeté estuary (Brazil). *Tropical Oceanography*, 38(2), 173-182. <https://doi.org/10.5914/tropocean.v38i2.5169>
- Magalhães, A., Nobre, D. S. B., Bessa, R. S. C., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2011). Seasonal and short-term variations in the copepod community of a shallow Amazon estuary (Taperaçu, Northern Brazil). *Journal of Coastal Research*, (64), 1520-1524. <https://www.jstor.org/stable/26482429>

- Magalhães, A., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2015). Relationships between copepod community structure, rainfall regimes, and hydrological variables in a tropical mangrove estuary (Amazon coast, Brazil). *Helgoland Marine Research*, 69, 123-136. <https://doi.org/10.1007/s10152-014-0421-4>
- Marengo, J. A. (1995). Interannual variability of deep convection over the tropical South American sector as deduced from ISCCP C2 data. *International Journal of Climatology*, 15(9), 995-1010. <https://doi.org/10.1002/joc.3370150906>
- Meade, R. H., Dunne, T., Richey, J. E., Santos, U. D. M., & Salati, E. (1985). Storage and remobilization of suspended sediment in the lower Amazon River of Brazil. *Science*, 228(4698), 488-490. <https://doi.org/10.1126/science.228.4698.488>
- Monteiro, M. C., Jiménez, J. A., & Pereira, L. C. C. (2016). Natural and human controls of water quality of an Amazon estuary (Caeté-PA, Brazil). *Ocean & Coastal Management*, 124, 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.01.014>
- Montú, M. (1980). Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I-Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. *Atlântica*, 4, 53-72.
- Moraes, B. C. D., Costa, J. M. N. D., Costa, A. C. L. D., & Costa, M. H. (2005). Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*, 35(2), 207-214. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000200010>
- Mouny, P., & Dauvin, J. C. (2002). Environmental control of mesozooplankton community structure in the Seine estuary (English Channel). *Oceanologica Acta*, 25(1), 13-22. [https://doi.org/10.1016/S0399-1784\(01\)01177-X](https://doi.org/10.1016/S0399-1784(01)01177-X)
- Muxagata, E., Williams, J. A., & Shearer, M. (2004). Composition and temporal distribution of cirripede larvae in Southampton Water, England, with particular reference to the secondary production of *Elminius modestus*. *ICES Journal of Marine Science*, 61(4), 585-595. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.03.015>
- Neumann-Leitão, S., Melo, P. A., Schwaborn, R., Diaz, X. F., Figueiredo, L. G., Silva, A. P., & Thompson, F. (2018). Zooplankton from a reef system under the influence of the Amazon River plume. *Frontiers in Microbiology*, 9, 355. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00355>
- Nicolajsen, H., Møhlenberg, F., & Kiørboe, T. (1983). Algal grazing by the planktonic copepods *Centropages hamatus* and *Pseudocalanus* sp.: diurnal and seasonal variation during the spring phytoplankton bloom in the Øresund. *Ophelia*, 22(1), 15-31. <https://doi.org/10.1080/00785326.1983.10427222>
- Nittrouer, C. A., & DeMaster, D. J. (1996). The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. *Continental Shelf Research*, 16(5-6), 553-573. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(95\)00069-0](https://doi.org/10.1016/0278-4343(95)00069-0)
- Parsons, T. R., & Strickland, J. D. H. (1963). Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments, with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *Journal of Marine Research*, 21(3), 155-163.
- Pereira, L. C., Monteiro, M. C., Guimarães, D. O., Matos, J. B., & Costa, R. M. (2010). Seasonal effects of wastewater to the water quality of the Caeté river estuary, Brazilian Amazon. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(2), 467-78. <https://doi.org/10.1590/s0001-37652010000200022>
- Pielou, E. C. (1969). *An introduction to mathematical ecology*. Wiley-Interscience.
- Pinheiro, S. C. C., Magalhães, A., Costa, V. B., Pereira, L. C. C., & Costa, R. M. (2013). Temporal variation of zooplankton on a tropical Amazonian beach. *Journal of Coastal Research*, 65(sp2), 1838-1843. <https://doi.org/10.2112/SI65-311.1>
- Resgalla Jr., C. (2011). The holoplankton of the Santa Catarina coast, southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 83(2), 575-588. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652011000200017>
- Richardson, A. J. (2008). In hot water: zooplankton and climate change. *ICES Journal of Marine Science*, 65(3), 279-295. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fns028>
- Rose, T. H., Tweedley, J. R., Warwick, R. M., & Potter, I. C. (2019). Zooplankton dynamics in a highly eutrophic microtidal estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 433-451. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.047>
- Rose, T. H., Tweedley, J. R., Warwick, R. M., & Potter, I. C. (2020). Influences of microtidal regime and eutrophication on estuarine zooplankton. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 238, 106689. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106689>
- Saiz-Salinas, J. I., & González-Oreja, J. A. (2000). Stress in estuarine communities: lessons from the highly-impacted Bilbao estuary (Spain). *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*, 7, 43-55. <https://doi.org/10.1023/A:1009919429985>
- Santos, M. L., Medeiros, C., Muniz, K., Feitosa, F. A., Schwaborn, R., & Macêdo, S. J. (2008). Influence of the Amazon and Pará Rivers on water composition and phytoplankton biomass on the adjacent shelf. *Journal of Coastal Research*, 24(3), 585-593. <https://doi.org/10.2112/05-0538.1>
- Santos, V. G. (2009). *Distribuição espaço-temporal do zooplâncton no estuário do Rio Maraú, Baía de Camamu-BA* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz].
- Sautour, B., & Castel, J. (1993). Feeding-behaviour of the coastal copepod *Euterpina acutifrons* on small particles. *Cahiers de Biologie Marine*, 34, 239-251. <https://doi.org/10.21411/CBM.A.DA7C2B07>



- Schwamborn, R., Neumann-Leitão, S., Silva, T. A., Silva, A. P., Ekau, W., & Saint-Paul, U. (2001). Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. *Tropical Oceanography*, 29(1), 1-18. <https://doi.org/10.5914/tropocean.v29i1.2834>
- Secretaria de Cultura do Estado do Pará (SECULT). (2021). *Associação dos Agricultores e Aquicultores de Nova Olinda – AGROMAR*. <https://mapacultural.pa.gov.br/agente/24594/>
- Secretaria de Planejamento, Orçamento e Finanças (SEPOF/Pará). (2008). *Estatística municipal de Augusto Corrêa*. <https://www.pa.gov.br/sepof>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Sousa, J. A., Cunha, K. N., & Nunes, Z. M. P. (2013). Influence of seasonal factors on the quality of the water of a tidal creek on the Amazon Coast of Brazil. *Journal of Coastal Research*, 65 (sp1), 129-134. <https://doi.org/10.2112/SI65-023.1>
- Souza Filho, P. W. M., Tozzi, H. A. M., & El-Robrini, M. (2003). Geomorphology, land-use and environmental hazards in Ajuruteua macrotidal sandy beach, Northern Brazil. *Journal of Coastal Research*, (35), 580-589. <https://www.jstor.org/stable/40928810>
- Souza Filho, P. W. M. (2005). Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23(4), 427-435. <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2005000400006>
- StatSoft, I. N. C. (2001). *Statistica (data analysis software system), version 6*. Tulsa, USA, 150, 91-94.
- Sterza, J. M., & Fernandes, L. L. (2006). Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54(2-3), 95-105. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592006000200001>
- Strickland, J. D. H., & Parsons, T. R. (1972). *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada.
- Ter Braak, C. J., & Smilauer, P. (2002). *Canoco reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)*. www.canoco.com
- Turner, J. T. (1984). *The feeding ecology of some zooplankters that are important prey items of larval fish* (NOAA Technical Report NMFS 7). NOAA.
- Underwood, A. J. (1997). *Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (1966). Determination of photosynthetic pigments. In Autor, *Determination of photosynthetic pigments in sea-water* (pp. 9-18). UNESCO.
- Ventura, C., Sousa, J., & Fernandes, A. (2017). Os estuários e as alterações climáticas: impactos da subida do nível das águas do mar em Vila Franca de Xira. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, (11), 327-350. <http://dx.doi.org/10.17127/got/2017.11.015>
- Villate, F. (1997). Tidal influence on zonation and occurrence of resident and temporary zooplankton in a shallow system (estuary of Mundaka, Bay of Biscay). *Scientia Marina*, 61(2), 173-188.
- Wooldridge, T. H., & Callahan, R. (2000). The effects of a single freshwater release into the Kromme Estuary. 3: Estuarine zooplankton response. *Water SA*, 26(3), 311-318.
- World Register of Marine Species (WoRMS). (2020). *An authoritative classification and catalogue of marine names*. <https://www.marinespecies.org>
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. Pearson Education India.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

F. D. S. Fernandes contribuiu com análise formal, curadoria de dados, investigação, metodologia e escrita (rascunho original, revisão e edição); B. R. P. Silva com coleta de amostras, curadoria de dados, análise formal e revisão do manuscrito; J. V. M. S. Pinheiro com coleta de amostras, análise formal e curadoria de dados; J. B. M. Queiroz com curadoria de dados, análise dos dados e revisão do manuscrito; L. C. C. Pereira com aquisição de financiamento e escrita (revisão e edição); e R. M. Costa com administração do projeto, recursos, supervisão dos dados e do manuscrito, validação e escrita (revisão e edição).



Apêndice 1. Lista de táxons identificados e respectivos valores médios sazonais e anual de densidade ($\text{ind. m}^{-3} \pm \text{DP}$) e frequência de ocorrência (FO) (%) no ano de 2018. Legenda: NI = não identificado.

Appendix 1. List of identified taxa and respective seasonal and annual mean density values ($\text{ind. m}^{-3} \pm \text{SD}$) and frequency of occurrence (FO) (%) in the year 2018. Subtitle: NI = not identified.

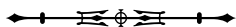
Taxa	2018					
	Chuvoso		Seco		Anual	
	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %
FORAMINIFERA	0,34 ± 0,71	33,33%	0,39 ± 1,23	19,44%	0,37 ± 1,00	26,39%
CNIDARIA						
HYDROZOA						
Hidromedusae	22,29 ± 31,99	91,67%	29,44 ± 86,72	83,33%	25,87 ± 65,00	87,50%
ANNELIDA						
Polychaeta (larva)	5,35 ± 12,97	86,12%	0,83 ± 1,19	47,2%	10,24 ± 29,66	80,56%
MOLLUSCA						
Bivalvia (larva)	8,17 ± 23,85	83,33%	25,41 ± 70,86	86,11%	16,79 ± 53,21	84,72%
Gastropoda (larva)	14,01 ± 24,51	77,78%	12,99 ± 45,13	75,00%	13,49 ± 36,06	76,39%
ARTHROPODA						
CLADOCERA						
<i>Diaphanosoma</i> spp.	0,05 ± 0,07	2,78%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,01 ± 0,05	1,39%
CIRRIPEDIA						
Cirripedia (cypris)	1,35 ± 6,61	11,11%	6,14 ± 21,68	63,89%	3,76 ± 16,10	38,89%
Cirripedia (náuplio)	29,57 ± 99,55	86,11%	11,71 ± 27,06	63,89%	20,68 ± 72,99	75,00%
DECAPODA						
Mysidacea	0,01 ± 0,03	2,78%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,01 ± 0,02	1,39%
Larva de camarão	0,55 ± 1,54	44,44%	3,02 ± 16,81	33,33%	1,80 ± 11,92	38,89%
Ostracoda	0,15 ± 0,54	8,33%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,07 ± 0,39	4,17%
Isopoda	1,19 ± 2,74	44,44%	0,64 ± 1,27	27,78%	0,92 ± 2,24	36,11%
Amphipoda	1,76 ± 6,45	25,00%	2,92 ± 16,83	19,44%	2,34 ± 12,67	22,22%
Decapoda (larva)	0,08 ± 0,31	8,33%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,04 ± 0,22	4,17%
Paguridae (zoea)	1,33 ± 3,51	33,33%	0,83 ± 1,19	47,22%	1,08 ± 2,61	40,28%
Brachyura (zoea)	222,89 ± 490,63	88,89%	23,42 ± 37,20	58,33%	123,15 ± 359,77	87,50%
Brachyura (megalopa)	2,87 ± 3,91	63,89%	1,99 ± 4,62	38,89%	2,43 ± 4,27	51,39%
Porcelanidae (zoea)	0,03 ± 0,20	2,78%	0,40 ± 1,03	25,00%	0,22 ± 0,76	13,89%
<i>Belzebub faxoni</i> (Borradaile, 1915)	0,01 ± 0,01	2,78%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,01 ± 0,01	1,39%
COPEPODA						
Copepoda NI*	1,01 ± 3,82	13,89%	0,29 ± 1,72	2,78%	0,65 ± 2,96	8,33%
Copepoda (parasita)	0,20 ± 0,55	22,22%	3,86 ± 21,27	22,22%	2,03 ± 15,05	22,22%
Copepoda (náuplio)	14,93 ± 37,69	80,56%	87,56 ± 324,20	94,44%	51,25 ± 232,06	87,50%



Apêndice 1 | Appendix 1.

(Continua) | (Continue)

Taxa	2018					
	Chuvoso		Seco		Anual	
	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %
HARPACTICOIDA						
Harpacticoida NI*	13,13 ± 37,43	69,44%	2,39 ± 9,13	13,89%	7,60 ± 27,20	41,67%
TISBIDAE						
<i>Tisbe</i> spp.	0,00 ± 0,00	0,00%	0,01 ± 0,02	2,78%	0,01 ± 0,01	1,39%
TACHIDIIDAE						
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1847)	13,50 ± 30,15	63,89%	98,01 ± 354,59	94,44%	55,76 ± 253,46	79,17%
CALANOIDA						
ACARTIIDAE						
<i>Acartia tonsa</i> (Dana, 1849)	41,89 ± 78,00	83,33%	61,83 ± 134,98	86,11%	51,90 ± 109,91	84,72%
<i>Acartia lilljeborgii</i> (Giesbrecht, 1889)	360,94 ± 988,82	100,00%	972,44 ± 2627,41	100,00%	666,69 ± 1.994,95	100,00%
<i>Acartia</i> (copepodito)	139,96 ± 215,02	100,00%	823,70 ± 1805,99	94,44%	481,83 ± 1.322,55	97,22%
PSEUDODIAPTOMIDAE						
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> (Dahl F., 1894)	13,14 ± 60,97	27,78%	0,05 ± 0,21	11,11%	6,60 ± 43,31	19,44%
<i>Pseudodiaptomus marshi</i> (Wright S., 1936)	58,11 ± 181,57	52,78%	36,14 ± 123,64	55,56%	47,13 ± 154,63	54,17%
<i>Pseudodiaptomus richardi</i> (Dahl F., 1894)	165,10 ± 495,94	66,67%	47,15 ± 125,81	58,33%	106,16 ± 364,11	62,50%
<i>Pseudodiaptomus</i> (copepodito)	63,37 ± 142,97	66,67%	58,18 ± 240,78	55,56%	60,78 ± 196,63	61,11%
PARACALANIDAE						
<i>Paracalanus quasimodo</i> (Bowman, 1971)	209,02 ± 465,71	100,00%	147,15 ± 441,73	97,22%	178,09 ± 451,75	98,61%
<i>Paracalanus</i> (copepodito)	0,08 ± 0,40	5,56%	7,67 ± 22,16	5,56%	0,08 ± 0,40	5,56%
PONTELLIDAE						
<i>Labidocera fluviatilis</i> (Dahl F., 1894)	2,01 ± 5,05	44,44%	7,83 ± 29,76	52,78%	4,96 ± 21,54	48,61%
<i>Labidocera</i> (copepodito)	0,65 ± 2,42	22,22%	7,67 ± 22,16	69,44%	4,16 ± 16,05	45,83%
SUBEUCALANIDAE						
<i>Subeucalanus pileatus</i> (Giesbrecht, 1888)	0,83 ± 1,80	30,56%	0,16 ± 0,62	8,33%	0,50 ± 1,38	33,33%
<i>Subeucalanus crassus</i> (Giesbrecht, 1888)	1,57 ± 7,87	19,44%	3,93 ± 21,31	11,11%	2,72 ± 16,00	15,28%
<i>Subeucalanus</i> (copepodito)	1,47 ± 3,37	30,56%	3,49 ± 16,81	33,33%	2,50 ± 12,16	31,94%
TEMORIDAE						
<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849)	0,00 ± 0,00	0,00%	1,86 ± 10,64	13,89%	0,93 ± 7,53	6,94%
<i>Temora</i> (copepodito)	0,04 ± 0,15	11,11%	0,11 ± 0,40	8,33%	0,07 ± 0,30	9,72%



Apêndice 1 | Appendix 1.

(Conclusão) | (Conclusion)

Taxa	2018						
	Chuvoso		Seco		Anual		
	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %	Ind.m ⁻³ ± DP	FO %	
CENTROPAGIDAE							
<i>Centropages furcatus</i> (Dana, 1849)	0,01 ± 0,02	2,78%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,01 ± 0,01	1,39%	
CYCLOPOIDA							
OITHONIDAE							
<i>Oithona hebes</i> (Giesbrecht, 1891)	15,80 ± 34,02	55,56%	114,15 ± 218,51	97,22%	64,98 ± 162,97	76,39%	
<i>Oithona oswaldocruzi</i> (Oliveira, 1945)	12,10 ± 22,28	77,78%	23,82 ± 60,78	69,44%	17,96 ± 45,83	73,61%	
<i>Oithona</i> (copepodito)	2,45 ± 6,37	38,89%	44,38 ± 154,12	61,11%	23,42 ± 110,34	50,00%	
CORYCAEIDAE							
<i>Corycaeus speciosus</i> (Dana, 1849)	0,08 ± 0,34	5,56%	0,01 ± 0,05	8,33%	0,05 ± 0,24	6,94%	
<i>Corycaeus amazonicus</i> (Dahl F., 1894)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,01 ± 0,02	5,56%	0,00 ± 0,02	2,78%	
<i>Corycaeus</i> spp.	0,00 ± 0,00	0,00%	0,17 ± 1,01	5,56%	0,09 ± 0,71	2,78%	
ONCAEIDAE							
<i>Oncaea</i> spp.	0,00 ± 0,00	0,00%	9,75 ± 50,60	22,22%	4,88 ± 35,87	11,11%	
CHAETOGNATHA							
SAGITTIDAE							
<i>Parasagitta friderici</i> (Ritter-Záhony, 1911)	0,70 ± 3,56	8,33%	0,17 ± 0,95	13,89%	0,44 ± 2,60	11,11%	
<i>Parasagitta tenuis</i> (Conant, 1896)	41,21 ± 57,70	88,89%	70,34 ± 193,36	86,11%	55,77 ± 142,43	87,50%	
<i>Parasagitta</i> spp.	0,00 ± 0,00	0,00%	0,29 ± 1,72	2,78%	0,14 ± 1,21	1,39%	
ECHINODERMATA							
ECHINOIDEA (pluteus)	0,19 ± 0,64	16,67%	0,73 ± 3,38	16,67%	0,46 ± 2,43	16,67%	
CHORDATA							
OIKOPLEURIDAE							
<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i> (Fol, 1872)	95,69 ± 136,54	100,00%	418,78 ± 741,99	97,22%	257,23 ± 554,12	98,61%	
<i>Oikopleura (Vexillaria) longicauda</i> (Vogt, 1854)	0,06 ± 0,25	5,56%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,03 ± 0,18	2,78%	
<i>Oikopleura</i> spp.	0,02 ± 0,14	2,78%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,01 ± 0,10	1,39%	
VERTEBRATA							
Pisces (ovo)	0,07 ± 0,42	5,56%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,04 ± 0,30	2,78%	
Pisces (larva)	2,49 ± 6,32	50,00%	0,35 ± 0,76	38,89%	1,43 ± 4,60	44,44%	
Densidade total						2.382,62 ± 6.976,85	



Apêndice 2. Lista de táxons identificados e respectivos valores médios sazonais e anual de densidade (ind. m⁻³±DP) e frequência de ocorrência (FO) (%) no ano de 2019. Legenda: NI = não identificado.

Appendix 2. List of identified taxa and respective seasonal and annual mean density values (ind. m⁻³±SD) and frequency of occurrence (FO) (%) in the year 2019. Subtitle: NI = not identified.

Taxa	2019					
	Chuvoso	FO	Seco	FO	Anual	FO
	Ind.m ⁻³ ± DP	%	Ind.m ⁻³ ± DP	%	Ind.m ⁻³ ± DP	%
FORAMINIFERA	6,47 ± 16,98	16,67%	0,13 ± 0,57	8,33%	2,25 ± 10,09	16,67%
CNIDARIA						
HYDROZOA						
Hidromedusae	39,02 ± 108,35	33,33%	19,80 ± 47,39	77,78%	26,21 ± 73,03	74,07%
ANNELIDA						
Polychaeta (larva)	0,00 ± 0,00	0,00%	2,37 ± 4,67	58,33%	2,38 ± 4,86	55,56%
MOLLUSCA						
Bivalvia (larva)	14,73 ± 45,49	19,44%	18,4 ± 90,7	75,00%	17,23 ± 77,68	62,96%
Gastropoda (larva)	426,08 ± 861,53	50,00%	1,68 ± 2,57	55,56%	143,15 ± 528,08	70,37%
ARTHROPODA						
CIRRIPEDIA						
Cirripedia (cypris)	0,00 ± 0,00	0,00%	1,26 ± 2,47	44,44%	0,84 ± 2,08	29,63%
Cirripedia (náuplio)	3,27 ± 5,93	25,00%	0,46 ± 1,77	16,67%	1,40 ± 3,90	27,78%
DECAPODA						
Mysidacea	0,07 ± 0,29	2,78%	0,59 ± 3,27	11,11%	0,42 ± 2,64	9,26%
Larva de camarão	0,68 ± 1,89	13,89%	3,01 ± 8,87	47,22%	2,24 ± 7,32	40,74%
Ostracoda	10,08 ± 21,71	33,33%	0,33 ± 1,67	25,00%	3,58 ± 13,21	38,89%
Isopoda (epicariidae)	4,62 ± 10,31	30,56%	4,18 ± 13,81	47,22%	4,33 ± 12,66	51,85%
Amphipoda	0,04 ± 0,15	5,56%	0,09 ± 0,37	13,89%	0,08 ± 0,32	12,96%
Paguridae (zoea)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,62 ± 3,07	19,44%	0,45 ± 2,53	16,67%
Brachyura (zoea)	0,10 ± 0,34	5,56%	386,74 ± 1.951,63	94,44%	264,33 ± 1.595,68	87,04%
Brachyura (megalopa)	19,51 ± 32,92	36,11%	11,30 ± 46,27	41,67%	10,72 ± 41,19	50,00%
Porcelanidae (zoea)	9,54 ± 29,65	33,33%	0,00 ± 0,07	2,78%	0,00 ± 0,01	1,85%
<i>Belzebub faxoni</i> (Borrardaille, 1915)	7,40 ± 27,03	36,11%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,00 ± 0,00	0,00%
COPEPODA						
Copepoda NI*	0,00 ± 0,00	0,00%	0,08 ± 0,37	5,56%	0,06 ± 0,31	5,56%
Copepoda (parasita)	4,15 ± 9,83	19,44%	0,02 ± 0,07	11,11%	1,40 ± 5,91	11,11%
Copepoda (náuplio)	2,64 ± 6,47	16,67%	26,73 ± 76,72	94,44%	18,71 ± 63,50	94,44%
HARPACTICOIDA						
Harpacticoida NI*	3,01 ± 8,35	8,33%	0,05 ± 0,17	8,33%	1,04 ± 4,94	8,33%
TACHIDIIDAE						
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1847)	0,00 ± 0,00	0,00%	21,64 ± 39,41	94,44%	14,43 ± 33,64	94,44%



Apêndice 2 | Appendix 2.

(Continua) | (Continue)

Taxa	2019					
	Chuvoso	FO	Seco	FO	Anual	FO
	Ind.m ⁻³ ± DP	%	Ind.m ⁻³ ± DP	%	Ind.m ⁻³ ± DP	%
CALANOIDA						
ACARTIIDAE						
<i>Acartia tonsa</i> (Dana, 1849)	66,27 ± 114,06	27,78%	1,80 ± 6,27	11,11%	23,29 ± 71,69	11,11%
<i>Acartia liljeborgii</i> (Giesbrecht, 1889)	1,04 ± 3,03	5,56%	716,91 ± 2260,33	97,22%	478,29 ± 1.868,15	97,22%
<i>Acartia</i> (copepodito)	1.550,16 ± 3.590,21	50,00%	1016,66 ± 3024,37	100,00%	1.194,50 ± 3.199,88	100,00%
PSEUDODIAPTOMIDAE						
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> (Dahl F., 1894)	0,00 ± 0,00	0,00%	43,30 ± 154,70	44,44%	28,87 ± 127,40	44,44%
<i>Pseudodiaptomus marshi</i> (Wright S., 1936)	408,70 ± 1182,78	36,11%	25,97 ± 93,08	36,11%	153,55 ± 698,29	36,11%
<i>Pseudodiaptomus richardi</i> (Dahl F., 1894)	649,68 ± 907,65	47,22%	0,32 ± 1,47	5,56%	216,78 ± 599,76	5,56%
<i>Pseudodiaptomus</i> (copepodito)	513,36 ± 720,4	50,00%	27,00 ± 104,71	44,44%	189,13 ± 476,73	44,44%
PARACALANIDAE						
<i>Paracalanus quasimodo</i> (Bowman, 1971)	181,43 ± 345,65	41,67%	73,58 ± 184,96	100,00%	109,53 ± 252,09	100,00%
<i>Paracalanus</i> (copepodito)	0,00 ± 0,00	0,00%	8,11 ± 33,73	30,56%	5,41 ± 27,68	30,56%
<i>Parvocalanus crassirostris</i> (Dahl F., 1984)	4,92 ± 16,51	8,33%	0,09 ± 0,47	8,33%	1,70 ± 9,63	8,33%
PONTELLIDAE						
<i>Labidocera fluviatillis</i> (Dahl F., 1894)	0,00 ± 0,00	0,00%	8,84 ± 35,21	33,33%	5,90 ± 28,92	33,33%
<i>Labidocera</i> (copepodito)	0,00 ± 0,00	0,00%	13,35 ± 42,58	47,22%	8,90 ± 35,19	47,22%
SUBEUCALANIDAE						
<i>Subeucalanus pileatus</i> (Giesbrecht, 1888)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,18 ± 0,77	11,11%	0,12 ± 0,59	11,11%
<i>Subeucalanus crassus</i> (Giesbrecht, 1888)	0,00 ± 0,00	0,00%	2,15 ± 12,93	2,78%	1,43 ± 10,56	2,78%
<i>Subeucalanus</i> (copepodito)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,52 ± 1,27	27,78%	0,35 ± 1,01	27,78%
TEMORIDAE						
<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,06 ± 0,37	8,33%	0,04 ± 0,29	8,33%
<i>Temora</i> (copepodito)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,00 ± 0,07	2,78%	0,00 ± 0,02	2,78%
CENTROPAGIDAE						
<i>Centropages furcatus</i> (Dana, 1849)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,13 ± 0,71	5,56%	0,09 ± 0,58	5,56%
CYCLOPOIDA						
OITHONIDAE						



Apêndice 2 | Appendix 2.

(Conclusão) | (Conclusion)

Taxa	2019					
	Chuvoso	FO	Seco	FO	Anual	FO
	Ind.m ⁻³ ± DP	%	Ind.m ⁻³ ± DP	%	Ind.m ⁻³ ± DP	%
<i>Oithona hebes</i> (Giesbrecht, 1891)	9,43 ± 26,83	16,67%	7,02 ± 15,82	50,00%	7,83 ± 19,93	50,00%
<i>Oithona oswaldocruzi</i> (Oliveira, 1945)	15,47 ± 42,13	16,67%	78,80 ± 222,48	75,00%	57,70 ± 184,84	75,00%
<i>Oithona</i> (copepodito)	0,67 ± 2,88	2,78%	0,16 ± 0,77	5,56%	0,33 ± 1,75	5,56%
CORYCAEIDAE						
<i>Corycaeus speciosus</i> (Dana, 1849)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,12 ± 0,77	2,78%	0,08 ± 0,62	2,78%
ONCAEIDAE						
<i>Oncaea</i> spp.	38,09 ± 57,16	38,89%	31,48 ± 164,79	47,22%	33,69 ± 137,81	47,22%
CHAETOGNATHA						
SAGITTIDAE						
<i>Parasagitta friderici</i> (Ritter-Záhony, 1911)	0,00 ± 0,00	0,00%	5,33 ± 25,81	38,89%	3,56 ± 21,13	38,89%
<i>Parasagitta tenuis</i> (Conant, 1896)	0,00 ± 0,00	0,00%	45,54 ± 149,42	86,11%	30,37 ± 123,34	86,11%
<i>Parasagitta</i> spp.	0,02 ± 0,09	2,78%	0,55 ± 3,07	5,56%	0,37 ± 2,47	5,56%
CHORDATA						
OIKOPLEURIDAE						
<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i> (Fol, 1872)	0,00 ± 0,00	0,00%	369,76 ± 900,33	100,00%	246,92 ± 752,37	100,00%
<i>Oikopleura (Vexillaria) longicauda</i> (Vogt, 1854)	1,24 ± 3,272	11,11%	1,06 ± 5,37	11,11%	0,83 ± 4,46	11,11%
<i>Oikopleura</i> spp.	0,35 ± 1,404	5,56%	0,00 ± 0,00	0,00%	0,00 ± 0,00	0,00%
VERTEBRATA						
Pisces (larva)	0,00 ± 0,00	0,00%	0,25 ± 0,57	33,33%	2,64 ± 15,69	33,33%
Densidade total	3.317,45 ± 1.1156,20					









Apêndice 3. Scores dos fatores (coeficientes de correlação) de variáveis ambientais com raízes canônicas estimadas por análise de correspondência canônica na Figura 9.

Appendix 3. Factor scores (correlation coefficients) of environmental variables with canonical roots estimated by Canonical Correspondence Analysis in Figure 9.

Variável	Primeiro eixo canônico	Segundo eixo canônico
Precipitação	0.9368	-0.2630
Salinidade	-0.6369	-0.3206
Temperatura	0.1371	-0.4584
pH	-0.4039	0.1128
Oxigênio dissolvido	-0.2987	-0.3173
Turbidez	0.0355	-0.4932
Nitrito	-0.2729	-0.4650
Nitrato	0.6541	-0.4304
Fosfato	-0.2803	0.1694
Silicato	-0.4368	0.1550
Nitrogênio total	-0.6731	-0.3859
Fósforo total	-0.1232	0.5986
Clorofila-a	-0.1100	-0.3547

The bird assemblage of an urban fragment of the Atlantic Forest in Northeastern Brazil, and the performance difference between two ornithological surveys methods

A assembleia de aves em um fragmento urbano de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil, e o desempenho entre dois métodos ornitológicos de amostragem

Williams Oliveira-Silva^I  | Tainá Karoline Guedes^I  | Priscilla Monteiro de Oliveira^I  |
Rachel Maria de Lyra-Neves^{III}  | Wallace Rodrigues Telino-Junior^{III}  | Renato Gaban-Lima^I 

^IUniversidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Morfologia, Sistemática e Ecologia de Aves Neotropicais. Maceió, Alagoas, Brasil

^{II}Universidade Federal de Alagoas. Museu de História Natural. Setor de Ornitologia. Maceió, Alagoas, Brasil

^{III}Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Laboratório de Ensino de Zoologia. Garanhuns, Pernambuco, Brasil

Abstract: The Atlantic Forest biome encompasses a major portion of Brazilian biodiversity, with a high species richness. The Pernambuco Center of Endemism, which is part of this biome, has undergone extensive deforestation, and now survives in the form of small and isolated remnants of the original forest cover. These remnants include Maceió Municipal Park, an important urban forest in the capital of Alagoas. The present study inventoried the bird fauna of this conservation unit, providing data on species composition, richness, and abundance, with samples being collected monthly between August 2014 and January 2016. Quantitative data were collected using MacKinnon list and point counts. A total of 103 bird species were recorded. Five of these species are endemic to the Pernambuco Center and two to the Atlantic Forest, while four are listed under some threat of extinction. The results indicated that the MacKinnon lists present better efficiency to obtain species richness, while point counts present the best performance for abundance estimates. Our findings also indicate that Maceió Municipal Park is a potentially important refuge for the local bird fauna. The presence of threatened and endemic taxa highlights the relevance of the study area for the conservation of the region's biodiversity.

Keyword: Avifauna. MacKinnon list. Point count. Rainforest. Richness estimation.

Resumo: O bioma Mata Atlântica engloba a maior parte da biodiversidade brasileira, com alta riqueza de espécies. O Centro de Endemismo Pernambuco, que faz parte desse bioma, passou por extenso desmatamento e hoje resiste com pequenos e isolados remanescentes de sua cobertura vegetal original. Esses remanescentes incluem o Parque Municipal de Maceió, importante floresta urbana da capital de Alagoas. O presente estudo inventariou a avifauna dessa unidade de conservação, fornecendo dados sobre composição, riqueza e abundância de espécies, com coletas mensais entre agosto de 2014 e janeiro de 2016. Os dados quantitativos foram coletados com listas de MacKinnon e pontos de contagem. Um total de 103 espécies de aves foram registradas. Cinco dessas espécies são endêmicas do Centro Pernambuco e duas da Mata Atlântica, enquanto quatro estão listadas sob alguma ameaça de extinção. Os resultados indicaram que as listas de MacKinnon apresentam melhor eficiência para obter a riqueza de espécies, enquanto os pontos de contagem apresentaram o melhor desempenho para estimativas de abundância. Esses resultados também indicam que o Parque Municipal de Maceió é um refúgio potencialmente importante para a avifauna local. A presença de táxons ameaçados e endêmicos destaca a relevância da área para a conservação da biodiversidade da região.

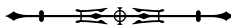
Palavras-chave: Avifauna. Lista de MacKinnon. Ponto de contagem. Floresta úmida. Estimadores de riqueza.

Oliveira-Silva, W., Guedes, T. K., Oliveira, P. M., Lyra-Neves, R. M., Telino-Junior, W. R., & Gaban-Lima, R. (2023). The bird assemblage of an urban fragment of the Atlantic Forest in Northeastern Brazil, and the performance difference between two ornithological surveys methods. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(2), e2023-e917. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i2.917>
Autor para correspondência: Williams Oliveira-Silva. Universidade Federal de Alagoas. Museu de História Natural. Setor de Ornitologia. Av. Amazonas, s/n, Prado. Maceió, AL, Brasil. CEP 57010-060 (oliveiraswilliams@gmail.com).

Recebido em 11/04/2023

Aprovado em 05/06/2023

Responsabilidade editorial: Leonardo de Sousa Miranda



INTRODUCTION

The Atlantic Forest biome once covered approximately 13% of Brazil, that is, more than one million square kilometers (Ab'Sáber, 2012), although it has now been reduced to less than 10% of its original cover (Solórzano et al., 2021). This biome supports a considerable proportion of the known species richness of Brazil, including not only a major diversity of both flora and fauna, but also high rates of endemism (Conservação Internacional do Brasil et al., 2000). Given these features, and the importance of the Atlantic Forest at a continental scale, recent impacts have resulted in this biome becoming one of the world's most threatened (Bogoni et al., 2021), leading to its inclusion in the original list of global biodiversity hotspots (Mittermeier et al., 2011).

Species are not distributed homogeneously within the Atlantic Forest, and observed distribution patterns have supported the recognition of a number of centers of endemism within this biome (Tabarelli et al., 2010). While Cracraft (1985) allocated the Atlantic Forest of the Brazilian state of Alagoas to the Serra do Mar center of endemism, which extends along the coast of Brazil from the state of Santa Catarina to Pernambuco, subsequent authors (Stattersfield et al., 1998; J. Silva et al., 2004) recognized the São Francisco River as a major biogeographic barrier, and assigned the northern most portion of the Serra do Mar center to a distinct unit, known as the Pernambuco Center of Endemism. This adjustment was based on the refinement of the alpha taxonomy of the region and a better understanding of the distribution patterns of the local *taxa* (J. Silva et al., 2004).

Deforestation has now reduced the Pernambuco Center of Endemism to a few isolated fragments of forest, located primarily on relatively inaccessible hilltops that are difficult to colonize (Nemésio & Santos-Junior, 2014; Iannuzzi et al., 2023). Most of the fragments in this Center are small, almost half of the fragments have a tiny size (less than 1 ha), and the largest fragments (larger than 100 ha) only represent 1.42% of the total number (A.

M. Almeida & Souza, 2023). This intense deforestation has led to the widespread fragmentation of habitats, which has reduced the original, continuous forest cover to a series of ever-smaller and more isolated remnants (Legrand et al., 2017). This fragmentation pattern is typical of the conversion of natural environments into an anthropogenic matrix of agricultural and urban landscapes (Fahrig, 2003; Didham et al., 2012).

Araujo et al. (2023) estimated that the Pernambuco Center contains a total of 486 bird species, of which, 27 are endemic and around 50 are considered to be threatened with extinction by the Brazilian Ministry of the Environment (ICMBio, 2018). Data on the composition of the bird assemblages of the forest remnants of the Pernambuco Center have expanded considerably in recent years, through the results of a number of surveys (e.g., Silveira et al., 2003; Lyra-Neves et al., 2004; Telino-Junior et al., 2005; Magalhães et al., 2007; Farias, 2009; Lobo-Araújo et al., 2013; Toledo-Lima et al., 2014; Studer et al., 2015; Campos et al., 2018; Portes et al., 2018). However, most of these surveys have focused on larger forest fragments, which are less impacted by human activities, and there is clear lack of avian surveys in smaller remnants, in particular in urban areas.

Maceió Municipal Park is an important urban forest, located within the Pernambuco Center, and the present study investigate the bird species richness and abundance in this area, with emphasis on confirming the presence of endemic and/or threatened species. The relative performance of the different sampling methods employed in the study was also evaluated using richness estimators.

MATERIAL AND METHODS

STUDY AREA

Maceió Municipal Park (9° 36' 47.7" S, 35° 45' 37.1" W) is a fragment of approximately 82 hectares of forest located within the urban matrix of the city of Maceió (Auto, 1988) (Figure 1), capital of the Brazilian state of Alagoas. The region has a tropical monsoon (Am) climate (Alvares et al., 2013),



with total annual rainfall of approximately 1,808 mm, concentrated into a rainy season, from May to July, with a peak dry season from October to December (INMET, 2022). The mean annual minimum temperature is 21 °C and the maximum, 30 °C, with mean relative humidity of approximately 79% (INMET, 2022).

The park's predominant vegetation is open rainforest, which has been greatly modified by human activities (Auto, 1988). The area of Maceió Municipal Park encompasses a number of springs and streams that feed into local bodies of water (Auto, 1988). A small artificial pond, known as Alligator Lake, has been formed by the damming of one of the springs, and the Silva Stream crosses approximately 2 km of the park (Auto, 1988). The park is located within

a steep-sided valley, flanked by sedimentary rocks, up to 75 m deep, with very irregular topography (Assis, 2000).

FIELD METHODS AND DATA ANALYSIS

For data collection, Maceió Municipal Park was visited early in the morning (6:00–11:00 am) two to three times per month between August 2014 and January 2016 for the observation of the local avian fauna, using binoculars (8 x 42 mm). These data were complemented by the recording of vocalizations using a directional microphone to support the identification of the species. The species were identified on-site using guides and other ornithological publications (e.g., Sick, 1997; Ridgely & Tudor, 2009; Sigrist, 2009a, 2009b; BOW, 2020).

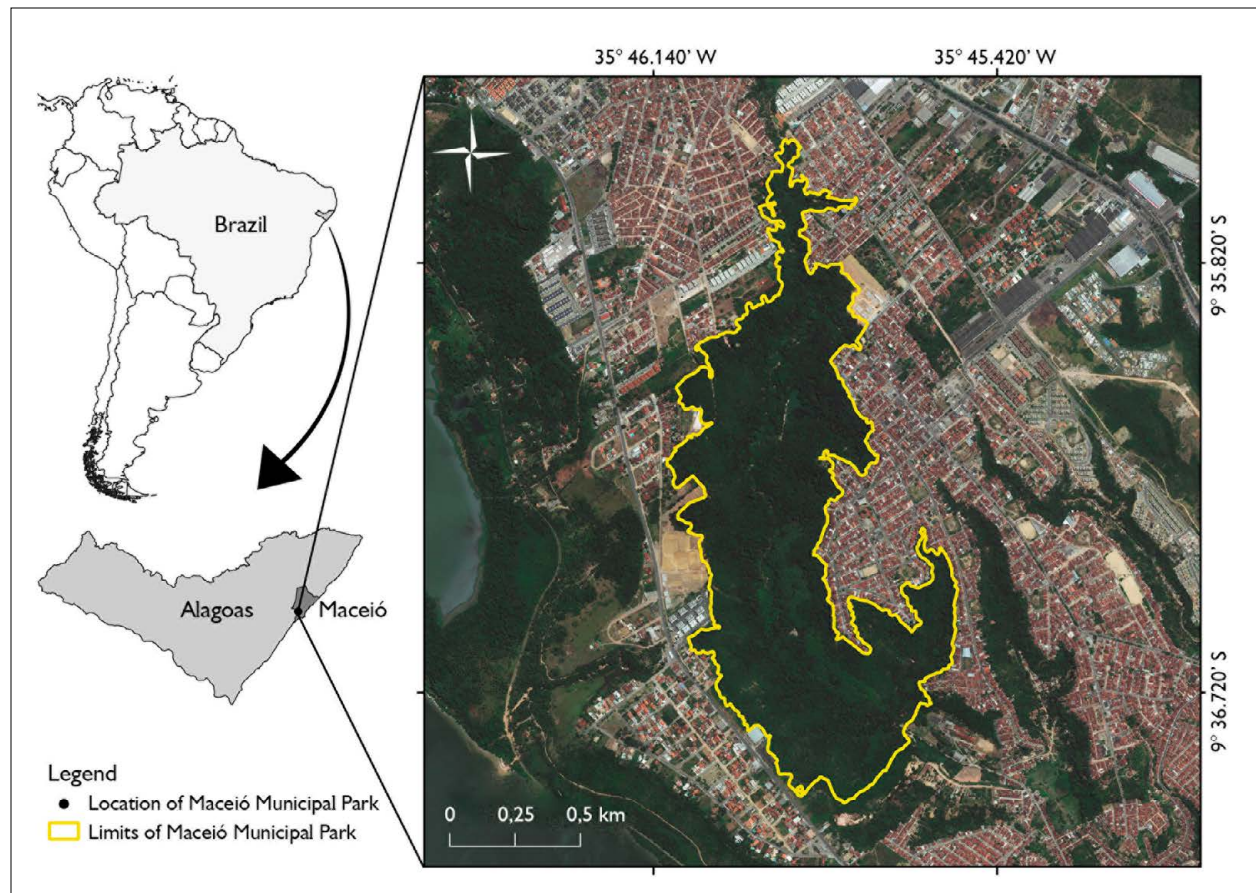


Figure 1. Location of Maceió Municipal Park in the city of Maceió (Alagoas state, Brazil), where the bird assemblage was surveyed in the present study. Map: Williams Oliveira-Silva (2023).

The nomenclature and taxonomic order of the bird species adopted in the present study followed the Brazilian Committee of Ornithological Records (Pacheco et al., 2021), and the tolerance of each species to habitat disturbance was based on Parker-III et al. (1996). Species endemism was defined based on the lists of Cracraft (1985) and Silveira et al. (2003), while their conservation status was obtained from ICMBio (2018).

The birds were sampled using two methods – MacKinnon lists, based on lists of 10 species (Ribon, 2010) and point counts of 20 minutes duration (Vielliard et al., 2010). On average, 22 MacKinnon lists were compiled each month, and a List Frequency Index (LFI) (Ribon, 2010) was calculated for each species. The number of individuals of each species recorded in each list was also recorded, and this database was used to calculate rarefaction curves, and richness estimates.

The data from the count points were used to calculate the Punctual Abundance Index (PAI), which is obtained by dividing the number of individuals of each species by the total number of sample points (Vielliard et al., 2010). A total of 12 points were established along existing trails in the study area, with a minimum distance of 200 m between neighboring points, to guarantee the independence of the samples. The points were selected randomly before each sampling day, and a mean of 10 point counts were obtained per month. To compose the monthly samplings, an average of 10 points were performed per month. Each MacKinnon list and point count was considered to be an independent sample.

These two datasets were used to plot rarefaction curves. Total species richness was also modeled using the Chao 1 and Jackknife 1 estimators, which were adopted here due to the reduced standard deviations of the data and the recommendations of Herzog et al. (2002) and Araujo (2009) for comparative studies of bird species richness. These analyses were run in the EstimateS software (version 9.1.0) (Colwell, 2016), with 100 replicates and the order of the samples being randomized.

In these analyses, the records of the vultures of the genus *Cathartes* [represented by both *Cathartes aura* (Linnaeus, 1758) and *C. burrovianus* Cassin, 1845 in the study area] were considered to be a single species due to the difficulty of differentiating the two species reliably in the field.

To evaluate the sampling methods and the performance of the estimators, the total bird species richness of Maceió Municipal Park was determined by including the opportunistic data collected during the present study, together with the inventories of Leal (2010) and Oliveira et al. (2018). This total was compared with the field data and the results of the analyses.

RESULTS

A total of 103 species were recorded during the present study, representing 39 families in 19 orders (Appendix). During the sampling period, belonging to the most speciose families were the Tyrannidae and Thraupidae (each with 13 species), and the Trochilidae (eight species). Only six species [*Amazonetta brasiliensis* (Gmelin, 1789), *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758), *Ardea alba* Linnaeus, 1758, *Cathartes aura*, *C. burrovianus*, *Buteo brachyurus* Vieillot, 1816, and *Glaucis hirsutus* (Gmelin, 1788)] were not recorded during the systematic observational sampling (MacKinnon lists and point counts).

Three of the bird species recorded in Maceió Municipal Park – *Aramides cajaneus* (Statius Muller, 1776), *Ceratopipra rubrocapilla* (Temminck, 1821), and *Chiroxiphia pareola* (Linnaeus, 1766) – were classified as highly sensitivity to habitat disturbance, and 22 species as being moderately sensitive (Appendix). Four *taxa* are considered to be at some risk of extinction threatened, with two *taxa* [*Leptodon forbesi* (Swann, 1922) and *Momotus momota marcgravianus* Pinto & Camargo, 1961] being listed as Endangered, and two [*Thamnophilus caeruleus pernambucensis* Naumburg, 1937 and *Tangara fastuosa* (Lesson, 1831)] as Vulnerable.

Five of the *taxa* recorded in the present study (*Leptodon forbesi*, *Momotus momota marcgravianus*, *Picumnus*

pernambucensis Zimmer, 1947, *Thamnophilus caeruleus* pernambucensis, and *Tangara fastuosa*) are endemic to the Pernambuco Center. Two other taxa – *Ortalis araucuan* (Spix, 1825) and *Ramphocelus bresilia* (Linnaeus, 1766) – are considered to be endemic to the Atlantic Forest, that is, including the Serra do Mar Center of Endemism.

A total of 97 species were recorded in the MacKinnon lists (N = 382 lists), and 77 species in the point counts, based on 142 counts and 3,298 contacts (Appendix). In both cases, the rarefaction curves had begun to level off by the end of the study period (Figure 2). Based on the MacKinnon list data, Chao 1 estimated a total of 103 ± 5.4 (Standard Deviation) species for the study area, while Jackknife 1 estimated a total of 106 ± 2.9 species (Figure 2A). In the case of the point count data, Chao 1 estimated a total of 92 ± 12.8 species, and Jackknife 1, a total of 87 ± 3.3 species (Figure 2B).

The most frequent species recorded in the present study was *Turdus leucomelas* Vieillot, 1818 (LFI = 67%), followed by *Galbula ruficauda* Cuvier, 1816 (LFI = 57%), *Elaenia flavogaster* (Thunberg, 1822) (LFI

= 50%), and *Coereba flaveola* (Linnaeus, 1758) (LFI = 44%). The least frequent species were recorded in only one MacKinnon list (LFI = 0.3%). These species were *Geranospiza caeruleus* (Vieillot, 1817), *Aramus guarauna* (Linnaeus, 1766), *Glaucoedon brasilianum* (Gmelin, 1788), *Nyctidromus albicollis* (Gmelin, 1789), *Furnarius leucopus* Swainson, 1838, *Legatus leucophaius* (Vieillot, 1818), *Empidonomus varius* (Vieillot, 1818), *Cacicus haemorrhous* (Linnaeus, 1766), and *Volatinia jacarina* (Linnaeus, 1766) (Appendix, Figure 3A).

Turdus leucomelas was also the most abundant species recorded in the present study (PAI = 2.6), followed by *Thraupis palmarum* (Wied, 1821) (PAI = 1.5), *Galbula ruficauda* and *Elaenia flavogaster* (PAI = 1.3 in both cases). The 10 least abundant species (PAI < 0.007) were *Ortalis araucuan*, *Leptodon forbesi*, *Aramus guarauna*, *Vanellus chilensis* (Molina, 1782), *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812), *Celeus ochraceus* (Spix, 1824), *Pachyrhamphus polychopterus* (Vieillot, 1818), *Legatus leucophaius*, *Megarynchus pitangua* (Linnaeus, 1766), and *Ramphocelus bresilia* (Appendix, Figure 3B).

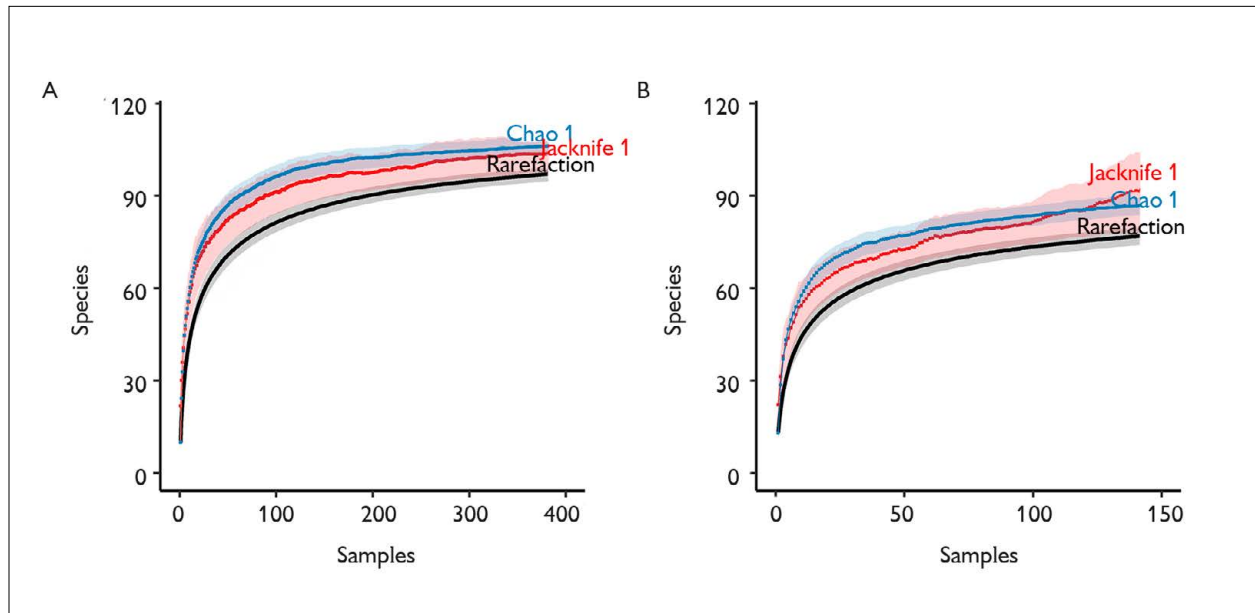


Figure 2. The species rarefaction curves, and the curves generated by the Chao 1 and Jackknife 1 estimators from the data on the bird assemblage of Maceió Municipal Park in northeastern Brazil collecting using (A) MacKinnon lists and (B) point counts.

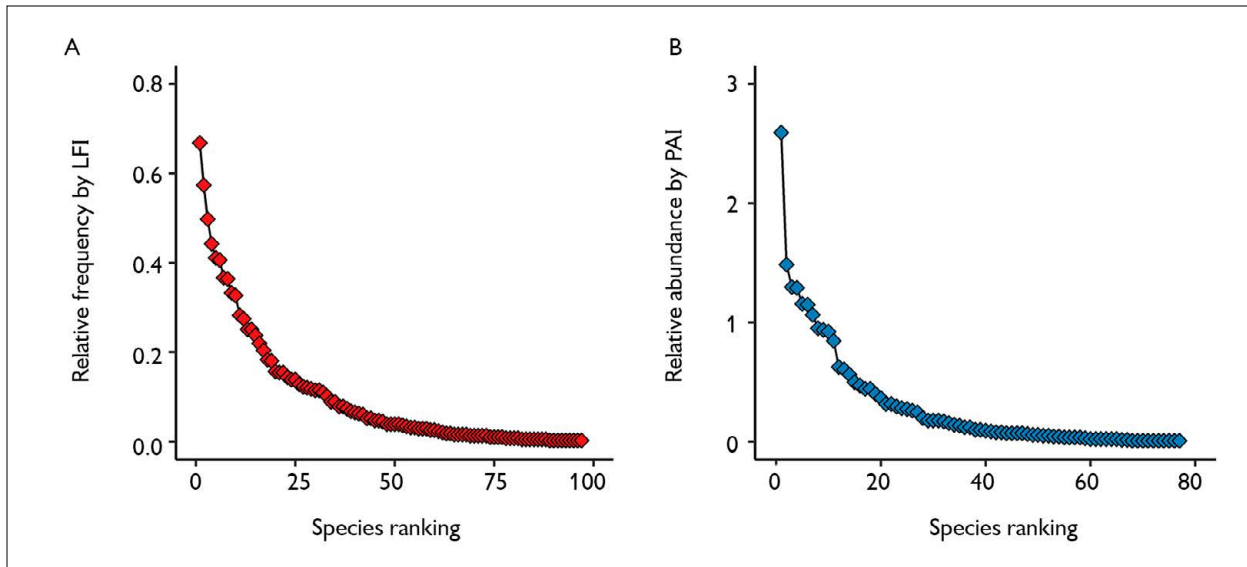


Figure 3. Rank abundance curve of the bird species recorded in Maceió Municipal Park in northeastern Brazil, showing (A) the List Frequency Index (LFI – red diamonds) and (B) the Punctual Abundance Index (PAI – blue diamonds).

DISCUSSION

The bird assemblage of Maceió Municipal Park includes 118 species, of which, 103 were recorded in the present study, while 12 were documented by Leal (2010), and three by Oliveira et al. (2018). This number of species represents approximately 23% of the bird *taxa* known to occur in the state of Alagoas, given the total of approximately 520 species estimated by Lima et al. (2022). This considerable species richness, which includes threatened, endemic, and highly sensitive *taxa*, highlights the role of the park as a refuge for the local avian fauna. In addition to providing cover and food, the park may contribute to the dispersal of birds across the urban environment, through the numerous green corridors that persist in the area surrounding the park. Considering its size, the number of species recorded in Maceió Municipal Park was consistent with that expected, in comparison with other urban remnants of Atlantic Forest in northeastern Brazil (e.g., Pereira et al., 2011; Rodrigues, 2014; A. C. Almeida, 2021).

The diversity of the most speciose families, i.e., the Tyrannidae and Thraupidae, was similar to that recorded in other remnants of Atlantic Forest in northeastern Brazil (e.g., Farias, 2009; Lobo-Araújo et al., 2013;

Toledo-Lima et al., 2014; Portes et al., 2018; A. C. Almeida, 2021). However, most tyrannids and thraupids are generalist omnivores, and the reduced diversity of families with most specialized habits, such as the Thamnophilidae, as observed in both Maceió Municipal Park and other Atlantic Forest remnants in northeastern Brazil, is likely related to the formation of anthropogenic environments (Willis, 1976; Telino-Junior et al., 2005).

Considering the total species richness recorded at Maceió Municipal Park (including previous records), that is, 118 species, the MacKinnon list recorded 82% (97 species) of the total, while the point counts returned 65% of the total, that is, 77 species. In a comparison of the two approaches used to survey bird assemblages in Atlantic Forest fragments in southeastern Brazil, Cavarzere et al. (2012), also found that MacKinnon lists were more effective, recording 74% of the total richness, in comparison with 71% in the case of the point counts.

The application of the Chao 1 richness estimator to the MacKinnon list data returned an estimate of 103 species (87% of the total richness, considering the previous records). The same analysis of the point count

data provided an estimate of 92 species, that is, 78% of the richness. This indicates that this estimator provides relatively reliable estimates of the total species richness. Cavarzere et al. (2012) also applied the Chao 1 estimator to their data, and found that 83% of the total species richness was recorded by the MacKinnon lists, and 90% by the point counts. Herzog et al. (2002) supported the use of Chao 1 for comparisons with the total observed richness and recommended that data collection should continue until the Chao 1 estimate approaches 90% of the observed species richness. Overall, then the results of these analyses, together with the fact that the rarefaction curves approach the asymptote by the end of the sampling period indicate that the survey conducted in the present study provided a relatively reliable picture of the true species diversity of the study area.

The Jackknife 1 estimator indicated that 90% (106 species) of the total species richness would have been recorded by the MacKinnon lists, and 74% (87 species) by the point counts. Ruiz-Esparza et al. (2015) recorded 80% of the expected species richness from the MacKinnon list data, as estimated by Jackknife 1. Araujo (2009) concluded that Jackknife 1 provides a better estimate of tendencies and is more accurate than other estimators, based on survey data from the Brazilian Caatinga dry forest. The author also found that Jackknife 1 provided estimates similar to the total richness in most cases evaluated. As the estimates recorded in the present study were highly to the species richness recorded in the qualitative surveys, in particular the MacKinnon lists, it is reasonable to conclude that the results of these surveys were closely similar to the true species diversity of the bird assemblage of Maceió Municipal Park.

The MacKinnon lists detected more species than point counts (97 *versus* 77, respectively). However, the number of samples per method must be considered, as many more lists were made than points. It should be mentioned that for the estimates of the MacKinnon lists the number of individuals was considered. The number of samples can certainly affect the greater richness of

species recorded by the lists. In addition, differences in species detection between the methods may be the result of several other factors, i.e., the spatial and temporal mismatch in which the surveys were carried out, the high turnover between samples, or, the similar nature of the detection methods (Cavarzere et al., 2012). O'Dea et al. (2004) suggest that the points method needs more samples to reach the same species richness as the lists. In general terms, the greatest advantage of using points is for better abundance estimates, as lists are more efficient in obtaining the species richness of a given location, especially in rapid assessments (O'Dea et al., 2004; Cavarzere et al., 2012). That said, it is recommended that the two methods be applied together as if one complements the other (O'Dea et al., 2004; MacLeod et al., 2012; Cavarzere et al., 2012).

The variation in abundance observed during the present study must be treated with caution due to differences in the detectability of the different species, with the more detectable species also tending to present the highest PAIs (Viellard et al., 2010). In particular, the foraging mode and vocal behavior of *Turdus leucomelas*, which had the highest PAI of the species recorded in the present study, favor its detection, in addition to the fact that this species is very abundant in the study area (Collar & Garcia, 2020). *Thraupis palmarum* had the second highest PAI value in the present study, as observed by Lyra-Neves et al. (2004) in a different Atlantic Forest remnant in northeastern Brazil. This species occurs in a wide variety of habitats, and is locally abundant in humid forest, patches of scrubby woodland, and the edge of gallery forest (Hilty, 2020). Another species with a high PAI was *Galbula ruficauda*, which is also easily detected due to its very characteristic vocalizations (Chaine, 2020). The lowest PAI values were recorded for occasional visitors, such as *Aramus guarauna*, *Vanellus chilensis* and *Legatus leucophaeus*. In general, these species inhabit more open environments, and exploit forest resources only sporadically. Behavioral and demographic factors may also account for the variation in the PAI values recorded for some species, although it would

only be possible to identify the specific determinants through more detailed ecological studies (Aleixo & Vielliard, 1995).

The ranked abundance curves indicate that the LFI values were distributed more equitably among the species than the PAIs. As these indices represent similar parameters of the same bird assemblage, the difference may be due to the way the LFI is calculated, given that this index does not consider the number of individuals recorded, whereas the PAI includes all the contacts with the target species (Ribon, 2010; Vielliard et al., 2010). The abundance pattern observed in Maceió Municipal Park, that is, a few very abundant species and many species that are medium in abundance or rare, is typical of the findings of other point count surveys in Atlantic Forest remnants (e.g., Aleixo & Vielliard, 1995; Lyra-Neves et al., 2004; Campos et al., 2018).

Momotus momota marcgravianus, a threatened taxon endemic to the Pernambuco Center of Endemism, was observed during 14 of the 17 months of the study period. This bird builds its nests in holes in the ground, within ravines (Pesquero et al., 2014; Orzechowski & Schulenberg, 2020), and is threatened primarily by the loss of habitat (S. Silva et al., 2018). As Maceió Municipal Park encompasses a number of ravines, it is likely to be a favorable environment for *M. m. marcgravianus*. *Tangara fastuosa* a threatened species that is also endemic to the Pernambuco Center, was recorded in September and November, 2014 and January, February, and July, 2015, which implies that this bird was present in Maceió Municipal Park primarily during its breeding season, which is known to extend from October to March (Gussoni et al., 2021). *Tangara fastuosa* nests in the middle forest strata, where it typically occupies bromeliads (Roda et al., 2011). Birds of this species were observed visiting bromeliads on three occasions (in September and November, 2014, and January, 2015), which may have been related to the presence of a brood. Together, these observations indicate that *T. fastuosa* may be using the park as a breeding area. The presence of both *T. fastuosa* and *M. m. marcgravianus* in Maceió Municipal Park further reinforces the importance of this site as an urban refuge for the region's wild bird fauna.

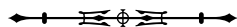
CONCLUSION

Our results indicated that the MacKinnon list method showed a better performance to obtain species richness in the Parque Municipal de Maceió. While the point counts, considering the number of individuals, were better for obtaining estimates of the abundance of the species in the area. From the park data, we consider the two methods should be used together for avifauna studies. In the analysis of richness estimators, it can be concluded that the MacKinnon lists were also better for obtaining the best estimates of species richness than those obtained by point counts.

Despite the fragmentation and environmental impacts suffered by Maceió Municipal Park, its bird fauna is still a potentially valuable asset for the conservation of local biodiversity, especially in the urban context. The presence of threatened, endemic, and highly sensitive taxa indicates that this forest remnant may be an important urban refuge for many forest-dwelling species that are facing increasing habitat loss and degradation. As there are also a number of other forest fragments in its immediate vicinity, Maceió Municipal Park may also contribute to the consolidation of green corridors that facilitate the dispersal of birds through the urban matrix. The adequate management of this conservation unit will thus be essential to ensure the protection of its resources, providing an important urban refuge for its birds and other fauna and flora, which are faced with multiple anthropogenic pressures in the urban environment.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank Maceió City Hall and the administration of Maceió Municipal Park, in particular, the administrator Karla Gama for permitting fieldwork in the study area. We thank the *Pró-reitora Estudantil* and the *Museu de História Natural* of the *Universidade Federal de Alagoas* for providing a scholarship to W. Oliveira-Silva during part of their undergraduate course. We would also like to thank Camila Mendes, Evelyne Barros, Gabriela Santos, Henrique Lemos, Hewryanne Barreto,



Jonas Morais, Julianna Santana, and Morgana Melo for their assistance in the field.

REFERENCES

- Ab'Sáber, A. N. (2012). *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas* (7. ed.). Ateliê Editorial.
- Aleixo, A., & Vielliard, J. M. E. (1995). Composição e dinâmica da avifauna da Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12(3), 493-511. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751995000300004>
- Almeida, A. C. C. (2021). Avifauna no Refúgio de Vida Silvestre Mata do Buraquinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil, com notas naturalísticas sobre as espécies ameaçadas. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 8(18), 37-75. [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)081803](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)081803)
- Almeida, A. M., & Souza, A. F. (2023). Northern Atlantic forest: Conservation status and perspectives. In G. A. Pereira Filho, F. G. R. França, R. R. N. Alves & A. Vasconcellos (Eds.), *Animal biodiversity and conservation in Brazil's Northern Atlantic Forest* (pp. 7-22). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21287-1_2
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Araujo, H. F. P. (2009). *Amostragem, estimativa de riqueza de espécies e variação temporal na diversidade, dieta e reprodução de aves em área de Caatinga, Brasil* [Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba]. https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7939?locale=pt_BR
- Araujo, H. F. P., Vilela, H. A. L. S., Phalan, B., & Develey, P. F. (2023). Bird diversity and conservation of the Northern Atlantic Forest. In G. A. Pereira Filho, F. G. R. França, R. R. N. Alves & A. Vasconcellos (Eds.), *Animal biodiversity and conservation in Brazil's Northern Atlantic Forest* (pp. 185-200). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21287-1_12
- Assis, J. S. (2000). *Biogeografia e conservação da biodiversidade: projeções para Alagoas*. Catavento.
- Auto, P. C. C. (1988). *Unidades de conservação em Alagoas*. IBAMA.
- Birds of the World (BOW). (2020). *Birds of the World*. <https://birdsoftheworld.org/>
- Bogoni, J. A., Carvalho-Rocha, V., Ferraz, K. M. P. M. B., & Peres, C. A. (2021). Interacting elevational and latitudinal gradients determine bat diversity and distribution across the Neotropics. *Journal of Animal Ecology*, 90(12), 2729-2743. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13594>
- Campos, L. F. A. S., Teixeira, B. P., & Efe, M. A. (2018). The importance of isolated patches for maintaining local bird biodiversity and ecosystem function: a case study from the Pernambuco Center of Endemism, Northeast Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 108, e2018021. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2018021>
- Cavarzere, V., Costa, T. V. V., & Silveira, L. F. (2012). On the use of 10-minute point counts and 10-species lists for surveying birds in lowland Atlantic Forests in southeastern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 52(28), 333-340. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492012002800001>
- Chaine, N. M. (2020). Rufous-tailed Jacamar (*Galbula ruficauda*). In T. S. Schulenberg (Ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.rutjac1.01>
- Collar, N., & Garcia, E. (2020). Pale-breasted Thrush (*Turdus leucomelas*). In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.pabthr1.01>
- Colwell, R. K. (2016). *EstimateS: biodiversity estimation*. EstimateS 9.1.0. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/index.html>
- Conservação Internacional do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo & SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG. (2000). *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. MMA/SBF.
- Cracraft, J. (1985). Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of endemism. *Ornithological Monographs*, 36, 49-84. <https://doi.org/10.2307/40168278>
- Didham, R. K., Kapos, V., & Ewers, R. M. (2012). Rethinking the conceptual foundations of habitat fragmentation research. *Oikos*, 121(2), 161-170. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.20273.x>
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487-515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Farias, G. B. (2009). Variação temporal em uma comunidade de aves em área de Mata Atlântica na Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 147, 40-45.
- Gussoni, C. O., Cabrero, A., Walsh, S. E., Burns, K. J., & Boesman, P. F. D. (2021). Seven-colored Tanager (*Tangara fastuosa*). In S. M. Billerman & B. K. Keeney (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.sectan1.02>
- Herzog, S. K., Kessler, M., & Cahill, T. M. (2002). Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. *The Auk*, 119(3), 749-769. <https://doi.org/10.2307/4089971>

- Hilty, S. (2020). Palm Tanager (*Thraupis palmarum*). In J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. Christie & E. de Juana (Eds.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.paltan1.01>
- Iannuzzi, L., Liberal, C. N., Reis, A. B., Nunes, J. P., Souza, T. B., Costa, F. C., . . . Lopes, P. P. (2023). Dung beetles from the Atlantic Forest North of the São Francisco river: An overview of a fragile fauna. In G. A. Pereira Filho, F. G. R. França, R. R. N. Alves & A. Vasconcellos (Eds.), *Animal biodiversity and conservation in Brazil's Northern Atlantic Forest* (pp. 47-84). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21287-1_5
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). (2018). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. ICMBio/MMA.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). (2022). *Normais climatológicas do Brasil*. <https://portal.inmet.gov.br/normais>
- Leal, S. (2010). *Guia de aves do Parque Municipal de Maceió*. Poligraf.
- Legrand, D., Cote, J., Fronhofer, E. A., Holt, R. D., Ronce, O., Schtickzelle, N., Travis, J. M. J., & Clobert, J. (2017). Eco-evolutionary dynamics in fragmented landscapes. *Ecography*, *40*(1), 9-25. <https://doi.org/10.1111/ecog.02537>
- Lima, R. D., Silveira, L. F., Lemos, R. C. A., Lobo-Araújo, L. W., Andrade, A. B., Francisco, M. R., & Efe, M. A. (2022). An annotated avian inventory of the Brazilian state of Alagoas, one of the world's most threatened avifauna. *Papéis Avulsos de Zoologia*, *62*, e202262034. <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2022.62.034>
- Lobo-Araújo, L. W., Toledo, M. T. F., Efe, M. A., Malhado, A. C. M., Vital, M. V. C., Toledo-Lima, G. S., . . . Ladle, R. J. (2013). Bird communities in three forest types in the Pernambuco Centre of Endemism, Alagoas, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, *103*(3), 85-96. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000200002>
- Lyra-Neves, R. M., Dias, M. M., Azevedo-Júnior, S. M., Telino-Junior, W. R., & Larrazábal, M. E. L. (2004). Comunidade de aves da Reserva Estadual de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, *21*(3), 581-592. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000300021>
- MacLeod, C. J., Greene, T. C., MacKenzie, D. I., & Allen, R. B. (2012). Monitoring widespread and common bird species on New Zealand's conservation lands: a pilot study. *New Zealand Journal of Ecology*, *36*(3), 300-311.
- Magalhães, V. S., Azevedo-Júnior, S. M., Lyra-Neves, R. M., Telino-Junior, W. R., & Souza, D. P. (2007). Biologia de aves capturadas em um fragmento de Mata Atlântica, Igarassu, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, *24*(4), 950-964. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000400011>
- Mittermeier, R. A., Turner, W. R., Larsen, F. W., Brooks, T. M., & Gascon, C. (2011). Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In F. Zachos & J. Habel (Eds.), *Biodiversity hotspots* (pp. 3-22). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1
- Nemésio, A., & Santos-Junior, J. E. (2014). Is the "Centro de Endemismo Pernambuco" a biodiversity hotspot for orchid bees? *Brazilian Journal of Biology*, *74*(3 suppl. 1), S078-S092. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.26412>
- O'Dea, N., Watson, J. E., & Whittaker, R. J. (2004). Rapid assessment in conservation research: a critique of avifaunal assessment techniques illustrated by Ecuadorian and Madagascan case study data. *Diversity and Distributions*, *10*(1), 55-63. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2004.00050.x>
- Oliveira, P. M., Oliveira-Silva, W., Campêlo, M. R., & Gaban-Lima, R. (2018). Aves ameaçadas do Parque Municipal de Maceió (Alagoas, Brasil). *Congresso Brasileiro de Ornitologia*, *25*, 135.
- Orzechowski, S. C., & Schulenberg, T. S. (2020). Amazonian Motmot (*Momotus momota*). In T. S. Schulenberg (Ed.), *Birds of the World*. Cornell Lab of Ornithology. <https://doi.org/10.2173/bow.bucmot4.01>
- Pacheco, J. F., Silveira, L. F., Aleixo, A., Agne, C. E., Bencke, G. A., Bravo, G. A., . . . Piacentini, V. Q. (2021). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research*, *29*(2), 94–105. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
- Parker-III, T. A., Stotz, D. F., & Fitzpatrick, J. W. (1996). Ecological and distributional databases. In D. F. Stotz, J. W. Fitzpatrick, T. A. Parker-III & D. K. Moskovits (Eds.), *Neotropical birds: ecology and conservation* (pp. 113-436). University of Chicago Press.
- Pereira, G. A., Periquito, M. C., Brito, M. T., & Menezes, M. (2011). Estrutura trófica da avifauna no Jardim Botânico do Recife, Pernambuco, Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, *164*(1), 57-63.
- Pesquero, M. A., Corrêa, A. G., Pesquero, M. F., & Paula, H. M. (2014). Feeding of nestlings of the Amazonian Motmot (*Momotus momota*) in southern Goiás, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, *22*(3), 288-291.
- Portes, C. E. B., Godoy, F. I., & Kuniy, A. A. (2018). Avifauna de três fragmentos de vegetação no litoral norte do estado de Alagoas, com ênfase em novos registros de aves ameaçadas. *Atualidades Ornitológicas*, *204*, 33-42.
- Ribon, R. (2010). Amostragem de aves pelo método de listas de Mackinnon. In S. V. Matter, F. C. Straube, I. A. Accordi, V. Q. Piacentini & J. F. Cândido-Jr. (Eds.), *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisas e levantamento* (pp. 33-44). Technical Books.
- Ridgely, R. S., & Tudor, G. (2009). *Field guide to the songbirds of South America: the passerines*. University of Texas Press.



- Roda, S. A., Pereira, G. A., & Albano, C. (2011). *Conservação de aves endêmicas e ameaçadas do Centro de Endemismo Pernambuco*. Editora Universitária da UFPE.
- Rodrigues, M. F. (2014). Avifauna do Parque Estadual de Dois Irmãos. In M. F. Rodrigues & S. P. V. Silva (Eds.), *Plano de manejo: Parque Estadual de Dois Irmãos* (pp. 142-161). Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco.
- Ruiz-Esparza, J., Santos, C. S., Cunha, M. A., Ruiz-Esparza, D. P. B., Rocha, P. A., Beltrão-Mendes, R., & Ferrari, S. F. (2015). Diversity of birds in the Mata do Junco State Wildlife Refuge, a remnant of the Atlantic Forest of Northeastern Brazil. *Check List*, 11(3), 1-10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15560/11.3.1647>
- Sick, H. (1997). *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira.
- Sigrist, T. (2009a). *Guia de Campo Avis Brasilis - avifauna brasileira: panchas e mapas* (Vol. 1). Avis Brasilis.
- Sigrist, T. (2009b). *Guia de Campo Avis Brasilis - avifauna brasileira: descrição das espécies* (Vol. 2). Avis Brasilis.
- Silva, J. M. C., Sousa, M. C., & Castelletti, C. H. M. (2004). Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. *Global Ecology and Biogeography*, 13(1), 85-92. <https://doi.org/10.1111/j.1466-882X.2004.00077.x>
- Silva, S. B. L., Marques, F. P., & Leal, D. C. (2018). *Momotus momota marcgraviana* Pinto & Camargo, 1961. In Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (Ed.), *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção* (pp. 220-221). ICMBio/MMA.
- Silveira, L. F., Olmos, F., & Long, A. J. (2003). Birds in Atlantic Forest fragments in north-east Brazil. *Cotinga*, 20, 32-46.
- Solórzano, A., Brasil, L. S. C. A., & Oliveira, R. R. (2021). The Atlantic Forest ecological history: from pre-colonial times to the Anthropocene. In M. C. M. Marques & C. E. V. Grelle (Eds.), *The Atlantic Forest* (pp. 25-44). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55322-7_2
- Stattersfield, A. J., Crosby, M. J., Long, A. J., & Wege, D. C. (1998). *Endemic bird areas of the World: Priorities for biodiversity conservation* (Vol. 7). BirdLife International.
- Studer, A., Leal, S., Lévêque, R., Bassin, A., Laesser, J., Buzzetti, D., & Sousa, M. C. (2015). Inventários da Reserva Biológica de Pedra Talhada - Aves (Aves). In A. Studer, L. Nusbaumer & R. Spichiger (Eds.), *Biodiversidade da Reserva Biológica de Pedra Talhada: Alagoas, Pernambuco - Brasil* (pp. 377-408). Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève.
- Tabarelli, M., Aguiar, A. V., Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., & Peres, C. A. (2010). Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. *Biological Conservation*, 143(10), 2328-2340. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.005>
- Telino-Junior, W. R., Dias, M. M., Azevedo-Júnior, S. M., Lyra-Neves, R. M., & Larrazábal, M. E. L. (2005). Estrutura trófica da avifauna na Reserva Estadual de Gurjaú, Zona da Mata Sul, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4), 962-973. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000400024>
- Toledo-Lima, G. S., Macario, P., Lyra-Neves, R. M., Teixeira, B. P., Lima, L. A. F., Sugliano, G. O. S., & Telino-Junior, W. R. (2014). Richness, composition and trophic groups of an avian community in the Pernambuco Endemism Centre, Alagoas, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(3), 1207-1220. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130129>
- Vielliard, J. M. E., Almeida, M. E. C., Anjos, L., & Silva, W. R. (2010). Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). In S. V. Matter, F. C. Straube, I. A. Accordi, V. Q. Piacentini & J. F. Cândido-Jr. (Eds.), *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisas e levantamento* (pp. 47-60). Technical Books.
- Willis, E. O. (1976). Effects of a cold wave on an Amazonian avifauna in the upper Paraguay drainage, Western Mato Grosso, and suggestions on Oscine-Suboscine relationships. *Acta Amazonica*, 6(3), 379-394. <https://doi.org/10.1590/1809-43921976063379>

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

W. Oliveira-Silva contributed to conceptualization, methodology, data curation, formal analysis and writing (original draft); T. K. Guedes with data curation, and writing (review and editing); P. M. Oliveira with data curation and writing (review and editing); R. M. Lyra-Neves with methodology and writing (review and editing); W. R. Telino-Junior with methodology and writing (review and editing); R. Gaban-Lima with conceptualization, methodology, writing (review and editing) and supervision.



Appendix. Bird species recorded in Maceió Municipal Park in Maceió (Alagoas state, Brazil) between 2014 and 2016 based on sample collected using MacKinnon lists and point counts. LFI = List Frequency Index; PAI = Punctual Abundance Index. Conservation status (CS): LC = Least Concern; VU = Vulnerable; EN = Endangered. Area of endemism (AE): AF = Atlantic Forest; PC = Pernambuco Center of Endemism. SD = Sensitivity to habitat Disturbance. Species marked with an asterisk (*) were recorded opportunistically during informal observations. ** = species recorded by Leal (2010); *** = species recorded by Oliveira et al. (2018); the habitat sensitivity, conservation status, and endemism of these species were not evaluated here. (Continue)

Taxa	LFI	PAI	CS	EA	SD
Tinamiformes					
Tinamidae					
<i>Crypturellus soui</i> (Hermann, 1783)	0.005	-	LC		L
Anseriformes					
Anatidae					
<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)*	-	-	LC		L
Galliformes					
Cracidae					
<i>Ortalis araucuan</i> (Spix, 1825)	0.010	0.007	LC	AF	M
Columbiformes					
Columbidae					
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	0.128	0.317	LC		L
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	0.047	0.099	LC		L
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	0.005	-	LC		L
Cuculiformes					
Cuculidae					
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	0.021	0.014	LC		L
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	0.139	0.444	LC		L
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	0.073	0.120	LC		L
Caprimulgiformes					
Caprimulgidae					
<i>Nyctidromus albicollis</i> (Gmelin, 1789)	0.003	-	LC		L
Apodiformes					
Trochilidae					
<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)*	-	-	LC		L
<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	0.026	0.063	LC		M
<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)**					
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	0.013	0.007	LC		L
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	0.039	0.056	LC		L
<i>Chlorestes notata</i> (Reich, 1793)	0.026	0.070	LC		L
<i>Chrysuronia versicolor</i> (Vieillot, 1818)	0.013	-	LC		L
<i>Chrysuronia leucogaster</i> (Gmelin, 1788)	0.031	0.049	LC		L
<i>Chionomesa fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	0.005	-	LC		L



Appendix.

(Continue)

Taxa	LFI	PAI	CS	EA	SD
Gruiformes					
Aramidae					
<i>Aramus guarana</i> (Linnaeus, 1766)	0.003	0.007	LC		M
Rallidae					
<i>Porphyrio martinica</i> (Linnaeus, 1766)	0.144	0.845	LC		L
<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)	0.045	0.056	LC		H
Charadriiformes					
Charadriidae					
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	0.008	0.007	LC		L
Pelecaniformes					
Ardeidae					
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	0.016	-	LC		M
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	0.079	0.049	LC		L
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)*	-	-	LC		L
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758*	-	-	LC		L
Cathartiformes					
Cathartidae					
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	0.366	1.148	LC		L
<i>Cathartes</i> sp.	0.102	0.275	-		-
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)*	-	-	LC		L
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845*	-	-	LC		M
Accipitriformes					
Accipitridae					
<i>Chondrohierax uncinatus</i> (Temminck, 1822)	0.010	0.021	LC		L
<i>Leptodon forbesi</i> (Swann, 1922)	0.008	0.007	EN	PC	M
<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	0.003	-	LC		M
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	0.154	0.261	LC		L
<i>Buteo brachyurus</i> Vieillot, 1816*	-	-	LC		M
<i>Buteo albonotatus</i> Kaup, 1847**					
Strigiformes					
Strigidae					
<i>Pulsatrix perspicillata pulsatrix</i> (Wied, 1820)***					
<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)	0.003	0.021	LC		L
Coraciiformes					
Momotidae					
<i>Momotus momota marcgravianus</i> Pinto & Camargo, 1961	0.079	0.134	EN	PC	M
Alcedinidae					



Appendix.

(Continue)

Taxa	LFI	PAI	CS	EA	SD
<i>Megasceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	0.029	0.042	LC		L
<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	0.016	-	LC		L
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	0.024	0.021	LC		L
Galbuliformes					
Galbulidae					
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	0.573	1.296	LC		L
Bucconidae					
<i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788)	0.039	0.021	LC		M
Piciformes					
Picidae					
<i>Picumnus pernambucensis</i> Zimmer, 1947	0.016	0.014	LC	PC	M
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)**					
<i>Celeus ochraceus</i> (Spix, 1824)	0.008	0.007	LC		M
Falconiformes					
Falconidae					
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	0.029	0.021	LC		L
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	0.008	-	LC		L
Psittaciformes					
Psittacidae					
<i>Touit surdus</i> (Kuhl, 1820)***					
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	0.010	0.028	LC		L
<i>Aratinga jandaya</i> (Gmelin, 1788)	0.013	0.035	LC		M
<i>Diopsittaca nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	0.181	0.951	LC		M
Passeriformes					
Thamnophilidae					
<i>Formicivora grisea</i> (Boddaert, 1783)	0.139	0.282	LC		L
<i>Herpsilochmus atricapillus</i> Pelzelin, 1868	0.063	0.077	LC		M
<i>Thamnophilus caerulescens pernambucensis</i> Naumburg, 1937	0.327	0.472	VU	PC	L
Dendrocolaptidae					
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	0.115	0.176	LC		M
<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, 1788)	0.238	0.444	LC		L
Xenopidae					
<i>Xenops minutus alagoanus</i> Pinto, 1954****					
Furnariidae					
<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838	0.003	-	LC		L
Pipridae					
<i>Chiroxiphia pareola</i> (Linnaeus, 1766)	0.089	0.176	LC		H



Appendix.

(Continue)

Taxa	LFI	PAI	CS	EA	SD
<i>Manacus manacus</i> (Linnaeus, 1766)	0.123	0.070	LC		L
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i> (Temminck, 1821)	0.154	0.092	LC		H
Tityridae					
<i>Pachyrampus polycopterus</i> (Vieillot, 1818)	0.018	0.007	LC		L
Rhynchocyclidae					
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	0.065	0.035	LC		M
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	0.411	1.063	LC		L
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	0.332	0.317	LC		L
Tyrannidae					
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	0.089	0.141	LC		L
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	0.497	1.289	LC		L
<i>Capsiempis flaveola</i> (Lichtenstein, 1823)	0.204	0.246	LC		L
<i>Legatus leucophaeus</i> (Vieillot, 1818)	0.003	0.007	LC		L
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)**					
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	0.047	0.120	LC		L
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	0.406	1.155	LC		L
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	0.013	-	LC		L
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	0.037	0.007	LC		L
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	0.157	0.366	LC		L
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	0.068	0.176	LC		L
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	0.003	-	LC		L
<i>Conopias trivirgatus</i> (Wied, 1831)	0.005	-	LC		M
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	0.115	0.169	LC		L
Vireonidae					
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	0.283	0.627	LC		L
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	0.251	0.606	LC		L
Hirundinidae					
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	0.034	0.077	LC		L
Troglodytidae					
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	0.110	0.197	LC		L
<i>Pheugopedius genibarbis</i> (Swainson, 1838)	0.183	0.401	LC		L
Poliophtilidae					
<i>Ramphocaenus melanurus</i> Vieillot, 1819	0.010	-	LC		L
<i>Poliophtila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	0.052	0.070	LC		L
Turdidae					
<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	0.668	2.592	LC		L
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	0.039	0.035	LC		L



Appendix.

(Conclusion)

Taxa	LFI	PAI	CS	EA	SD
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	0.118	0.296	LC		L
Estrildidae					
<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	0.005	0.099	LC		?
Passeridae					
<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)**					
Fringillidae					
<i>Spinus yarrellii</i> (Audubon, 1839)**					
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	0.275	0.500	LC		L
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	0.029	0.070	LC		L
Passerellidae					
<i>Arremon taciturnus</i> (Hermann, 1783)	0.120	0.155	LC		M
Icteridae					
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	0.003	-	LC		L
Parulidae					
<i>Myiothlypis flaveola</i> Baird, 1865**					
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	0.364	0.563	LC		M
Thraupidae					
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)**					
<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766)	0.039	0.042	LC		L
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	0.005	-	LC		L
<i>Cyanerpes cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)**					
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	0.060	0.085	LC		L
<i>Saltator maximus</i> (Statius Muller, 1776)	0.031	-	LC		L
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	0.442	0.937	LC		L
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	0.003	0.035	LC		L
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	0.016	-	LC		L
<i>Ramphocelus bresilia</i> (Linnaeus, 1766)	0.005	0.007	LC	AF	L
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)**					
<i>Sporophila leucoptera</i> (Vieillot, 1817)**					
<i>Sporophila angolensis</i> (Linnaeus, 1766)**					
<i>Thlypopsis sordida</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	0.013	-	LC		L
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	0.220	0.923	LC		L
<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1823)	0.251	1.486	LC		L
<i>Stilpnia cayana</i> (Linnaeus, 1766)	0.052	0.021	LC		M
<i>Tangara fastuosa</i> (Lesson, 1831)	0.018	-	VU	PC	M
Total number of species (118)	97	77			



Diversity of bats (Mammalia, Chiroptera) in the *Parque Estadual de São Camilo*, Paraná, Southern Brazil

Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual de São Camilo, Paraná, Sul do Brasil

Mateus Rocha Ribas¹  | Sara Cristina Batista¹  | José Marcelo Rocha Aranha¹ 

¹Universidade Federal do Paraná. Departamento de Biodiversidade. Laboratório de Ecologia de Vertebrados. Palotina, Paraná, Brasil

Abstract: The *Parque Estadual de São Camilo* (PESC) is one of the few forest fragments in the western Paraná, Southern Brazil, a region with a high agricultural activity. The objective of this study was to survey bat species in this park and determine the significance of this area for conservation of bat species. Samples were collected during four nights per month from September 2016 to August 2017, using mist nets placed at eight different sites in the PESC. A total of 380 individuals of three families and 12 species were captured. The most frequent and constant species were *Artibeus lituratus*, *Sturnira lilium*, and *Artibeus fimbriatus*. The most frequent dietary guild found was frugivorous, followed by insectivorous, omnivorous, and carnivorous. A higher species abundance was found in sites at the forest fragment edge. Two Phyllostominae species, *Chrotopterus auritus* and *Phyllostomus hastatus*, were found only in the interior of the forest fragment. Although no endangered bat species were identified, the preservation of forest areas in secondary succession, can benefit species that depends on conserved areas. Finally, we recommend conducting new studies within the park, with particular emphasis on unexplored areas, to shed light on the ecology and population dynamics of bats in PESC.

Keywords: Chiropterofauna. Semideciduous seasonal forest. Protected areas. Atlantic Forest.

Resumo: O Parque Estadual de São Camilo (PESC) é um dos poucos fragmentos florestais no oeste do Paraná, Sul do Brasil, uma região com alta atividade agrícola. O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento das espécies de morcegos e determinar a importância do PESC para sua conservação. Os morcegos foram capturados durante quatro noites por mês, de setembro de 2016 a agosto de 2017, utilizando redes de neblina, colocadas em oito diferentes locais no PESC. Um total de 380 indivíduos, pertencentes a três famílias e 12 espécies, foi capturado. As espécies mais frequentes e constantes foram *Artibeus lituratus*, *Sturnira lilium* e *Artibeus fimbriatus*. A guilda alimentar mais frequente encontrada foi frugívora, seguida por insetívora, onívora e carnívora. Houve maior abundância de espécies nas áreas da borda do fragmento florestal. Duas espécies de Phyllostominae, *Chrotopterus auritus* e *Phyllostomus hastatus*, foram encontradas apenas no interior do fragmento florestal. Embora nenhuma espécie de morcego ameaçada tenha sido identificada, a preservação de áreas florestais em sucessão secundária pode beneficiar espécies que dependem de ambientes preservados. Recomendamos a realização de novos estudos no parque, com ênfase especial em áreas não exploradas, a fim de elucidar a ecologia e a dinâmica populacional dos morcegos no PESC.

Palavras-chave: Quiropterofauna. Floresta estacional semidecidual. Áreas protegidas. Mata Atlântica.

Ribas, M. R., Batista, S. C., & Aranha, J. M. R. (2023). Diversity of bats (Mammalia, Chiroptera) in the *Parque Estadual de São Camilo*, Paraná, Southern Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(2), e2023-e877. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i2.877>
Autor para correspondência: Mateus Rocha Ribas. Universidade Federal do Paraná. Setor Palotina. Laboratório de Ecologia de Vertebrados. Palotina, PR, Brasil (mateusribas07@gmail.com).

Recebido em 25/11/2022

Aprovado em 14/08/2023

Responsabilidade editorial: Alexandra Maria Ramos Bezerra



INTRODUCTION

The state of Paraná has three phytogeographic formations in the Atlantic Forest ecoregion: dense ombrophilous forest in the East, mixed ombrophilous forest in high-altitude areas, and semideciduous seasonal forest in the interior of the state (Roderjan et al., 2002). The interior of the state is characterized by intensive agriculture, mainly corn and soybean, especially in the North and West regions (Llanillo et al., 2006). Thus, the semideciduous seasonal forest is the phytogeographic formation most affected by deforestation processes (Llanillo et al., 2006).

Few semideciduous seasonal forest fragments are found in the western Paraná state, and these fragments are small and scattered in the region, except by the *Parque Nacional do Iguaçu* (SOS Mata Atlântica & INPE, 2014). The establishment of protected areas can be one of the most effective tools for the conservation of these few forest fragments and, consequently, the local biodiversity (Hassler, 2005). The *Parque Estadual de São Camilo* (PESC) was established in 1990 as part of the Paraná Biodiversity Project, in the Caiuá-Ilha Grande corridor, to establish the connection between remaining forest fragments and other protected areas (IAP, 2006).

The park's management plan dates from 2006, and the occurrence of only five species of medium and large-sized mammals in the park area is listed in this document (IAP, 2006). Other groups of mammals, such as bats, remain unsampled in the PESC (IAP, 2006). Bats are commonly used in ecological studies because they are potential environmental quality indicators (Fenton et al., 1992; Medellín et al., 2000; Jones et al., 2009). They form a diverse group and represent about a quarter of the world's mammal species (Burgin et al., 2018), presenting high variety of trophic guilds, with frugivorous, insectivorous, nectarivorous, omnivorous, hematophagous, and carnivorous species (Torquetti et al., 2023). This diversity of feeding habits contributes to the maintenance and regeneration of forests (Aguiar & Marinho-Filho, 2007; Henry & Jouard, 2007; Mello et al., 2008); insect population

control, including insects that are agricultural pests and vector of human diseases (Aguiar & Antonini, 2008; Williams-Guillén et al., 2008; Kunz et al., 2011); and pollination of many angiosperm species (Sazima et al., 1999; Quesada et al., 2003). Moreover, when compared to other groups of mammals, such as rodents and marsupials, sampling of bat is relatively easy and non-expensive (Jones et al., 2009).

Lists of species of the fauna at protected areas may assist in decision making and in the management of these areas (Mace, 2004), and may show the importance of these semideciduous seasonal forest fragments for the conservation of the local fauna (Rodrigues et al., 2011). Although some animal groups, such as ants and birds have been studied and have a fauna inventory in the PESC (Ladino & Feitosa, 2022; Ribas et al., 2023), the lack of research on other animal groups, particularly the bat fauna, is evident. Given the importance of surveying forest fragments in western Paraná and the limited information available on the chiropterofauna in the area, this study aimed to conduct a bat survey in the *Parque Estadual de São Camilo* and determine the significance of this area for conservation of bat species.

MATERIAL AND METHODS

STUDY AREA

The *Parque Estadual de São Camilo* (PESC) (24° 18' 20" S and 53° 54' 15" W) is located in the municipality of Palotina, western region of Paraná state, southern Brazil (Figure 1). It has an area of 385.34 hectares and belongs to the Atlantic Forest ecoregion, presenting phytogeographical aspects of semideciduous seasonal forest. The PESC is surrounded by large agricultural areas with corn and soybean plantations (Gonçalves et al., 2014; Ribas et al., 2020; Kramer et al., 2023; Ribas et al., 2023).

The PESC vegetation is characterized by dominance of Fabaceae, Apocynaceae, Lauraceae, Meliaceae, and Moraceae species (Roderjan et al., 2002). The interior of PESC is characterized as a regenerating forest fragment,

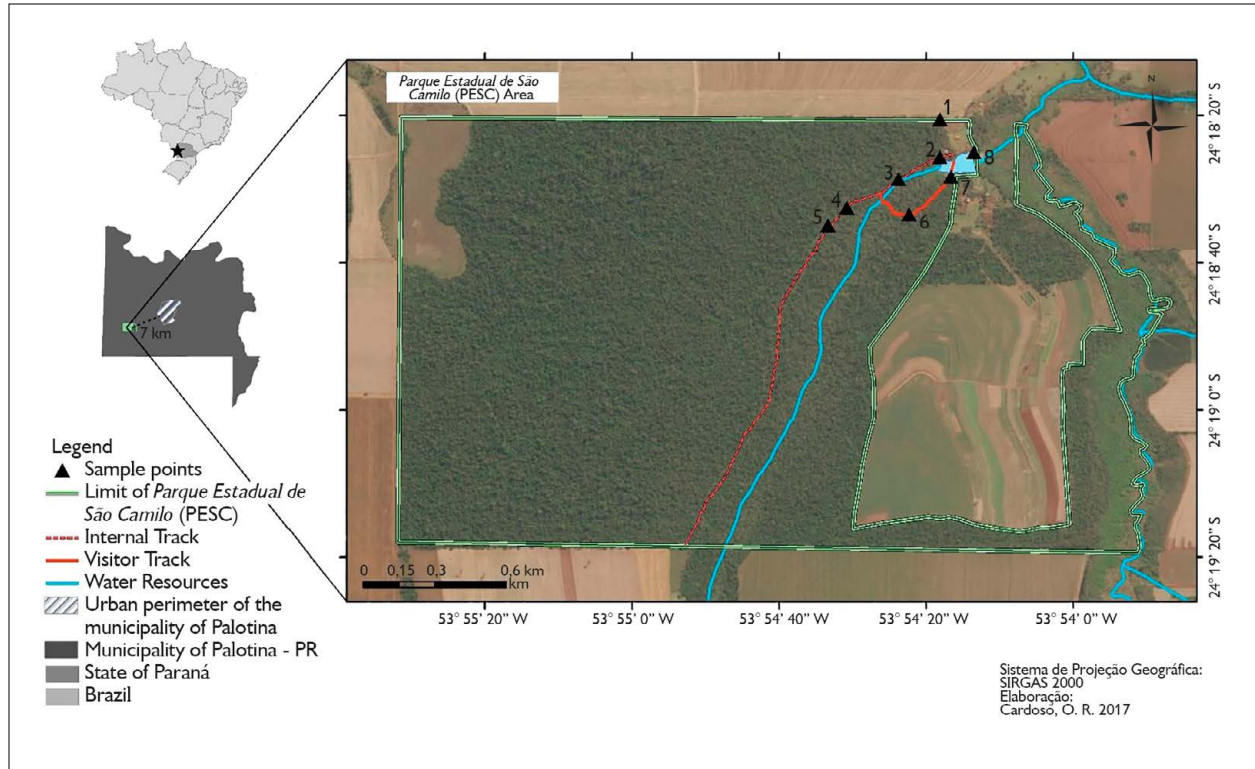


Figure 1. Map of the *Parque Estadual de São Camilo* in the municipality of Palotina, Paraná state, Brazil, and location of the eight (1 to 8) sample sites (triangles). Map: O. R. Cardoso (2017).

featuring clearings and a patchy canopy that covers most of its area (Kozera & Peluci, 2015; Kramer et al., 2023; Ribas et al., 2023). The vegetation is predominantly composed of pioneer and early secondary species, presenting several lianas and Piperaceae species in the understory (Kramer et al., 2023). The climate of the region is Subtropical Humid (Cfa), with hot summers, without a defined dry season, and a low frequency of frosts (Alvares et al., 2013).

SAMPLING OF BATS

Bat specimens were sampled monthly during four nights of third quarter or new Moon from September 2016 to August 2017, totaling 288 hours of sampling in 48 nights. Eight mist nets (12 × 2.5 m, mesh of 20 mm) were used for the sampling. The mist nets were opened after sunset and remained for six hours; they were checked every 20 minutes to prevent harm to the captured bats.

To sample the bat community, mist nets were strategically placed at eight different sites (Figure 1), with one mist net per site. Site 1 was located at the transition between PESC and an agricultural area. Site 2 to 5 consisted of four mist nets (one per location) arranged along an inner trail approximately 6 meters wide that cuts through the park from east to south. These sites were characterized by clearings and areas with closed canopy and located at distances of 60 m, 245 m, 485 m, and 590 m from the PESC edge, respectively. Site 6 was situated on a narrow (1 m) and winding trail designed for visitors, which had a closed canopy. Site 7 was positioned in an area of riparian vegetation next to the lake, at the end of a bridge, while site 8 was an open area next to the lake (Figure 1).

The captured bats were removed from the mist nets, placed in cotton bags, and taken to the field base, where they were identified. The bats were identified

based on the keys by Gardner (2008), Gregorin and Taddei (2002) and Miranda et al. (2011); Nomenclature follow the former two studies and Cláudio et al. (2023) for the genus *Neoptesicus*. The bats were tagged with numbered metal rings (code: PESC) in order to identify the recaptured individuals. After the screening they were released at the same site where they were captured. At least one specimen of each species was collected as *voucher* material, as well as specimens that were difficult to identify in the field. Permits to capture and handle the animals were provided by the *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade* (ICMBio) (License 43560-2). The procedures followed the ethical principles of the *Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal* (CONCEA) and were approved by the *Comissão de Ética no Uso de Animais* (CEUA) of the *Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina* (CEUA – nº 39/2014). The *voucher* specimens were deposited at the zoological collection of the *Museu de História Natural do Capão da Imbuia* (MHNCI), Curitiba, Paraná state, Brazil, where they are preserved in 70% ethanol (Appendix 1).

DATA ANALYSIS

The sampling effort was calculated using mist net area per hour, following Straube & Bianconi (2002). A rarefaction and extrapolation curves were constructed to assess if the sample effort was adequate for estimating the bat richness of PESC (Chao et al., 2014). This analysis estimated the number of species that could be captured if the number of captures were doubled, and a 95% confidence interval was also estimated. The 'iNEXT' package in the R platform was utilized for these analyses (Hsieh et al., 2016).

The observed frequency for each species was calculated by dividing the number of nights in which the species was captured by the number of nights of capture. To evaluate species constancy (C), each species was then classified as common ($C > 50\%$), relatively common ($25 < C < 50\%$), or rare ($C < 25\%$) within the sample (Dajoz, 1983).

Ecological indices, including abundance, species richness (S), Pielou's equitability (J), and Shannon-Wiener diversity (H'), were calculated for each sampling site based on data collected throughout the sampling period. However, due to the low number of specimens captured ($n = 2$) in site 6, indices were not calculated for it. Indices were calculated in the PAST software (Hammer et al., 2001).

RESULTS

With a sampling effort of 69,120 m²/h, a total of 380 bat specimens belonging to 12 species and three families were captured (Figure 2, Table 1). Throughout the sampling period, 26 individuals were

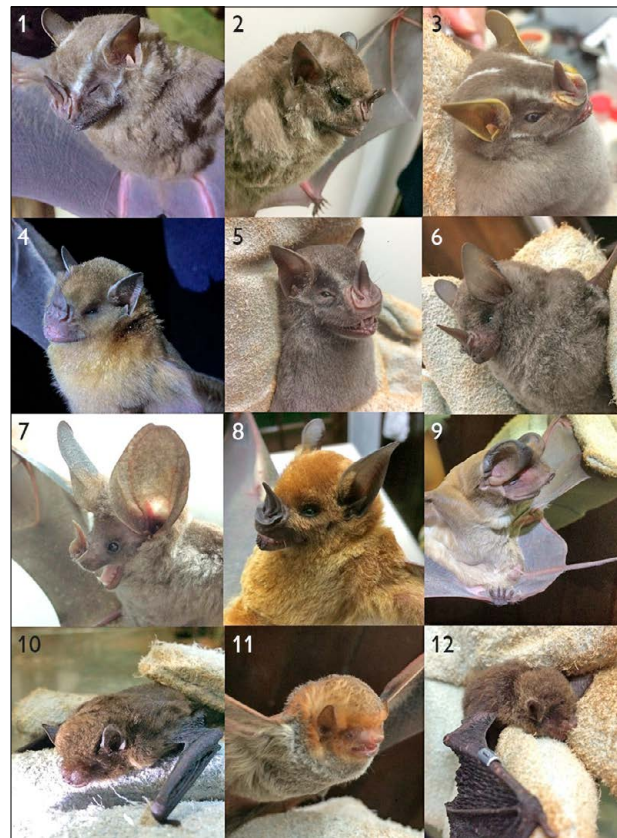


Figure 2. Species registered in *Parque Estadual de São Camilo*, Paraná state, Brazil: 1 - *Artibeus lituratus*; 2 - *Artibeus fimbriatus*; 3 - *Platyrrhinus lineatus*; 4 - *Sturmira lilium*; 5 - *Artibeus planirostris*; 6 - *Carollia perspicillata*; 7 - *Chrotopterus auritus*; 8 - *Phyllostomus hastatus*; 9 - *Eumops glaucinus*; 10 - *Neoptesicus furinalis*; 11 - *Lasiurus blossevillii*; 12 - *Myotis nigricans*.

Table 1. Observed frequency (OF), feed habit, and constancy index (CI) of bat species, and sample sites in which they were found in the *Parque Estadual de São Camilo*, Paraná state, Brazil. C= Common ($C > 50\%$); RC = Relatively Common ($25 < C < 50\%$); R = Rare ($C < 25\%$). Simple sites number as in Figure 1.

Taxa	OF (%)	Feed habit	CI	Sample Sites
Phyllostomidae				
Stenodermatinae				
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	10.5	Frugivorous	C	1, 2, 3, 4, 5, 7, and 8
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	40.0	Frugivorous	C	1, 2, 3, 4, 5, 7, and 8
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	0.8	Frugivorous	R	1 and 3
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	1.3	Frugivorous	R	1, 2, and 3
<i>Sturmira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	33.2	Frugivorous	C	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8
Carollinae				
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	4.7	Frugivorous	RC	1, 2, 3, 4, 5, 7, and 8
Phyllostominae				
<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	0.5	Carnivorous	R	3 and 4
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	4.5	Omnivorous	R	2, 3, 4, and 5
Vespertilionidae				
Vespertilioninae				
<i>Neoptesicus furinalis</i> (d'Orbigny & Gervais, 1847)	0.5	Insectivorous	R	2 and 8
<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson & Garnot, 1826)	0.3	Insectivorous	R	7
Myotinae				
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	3.4	Insectivorous	RC	1, 2, 3, 4, and 6
Molossidae				
Molossinae				
<i>Eumops glaucinus</i> (Wagner, 1843)	0.3	Insectivorous	R	8

recaptured in different months, resulting in a total of 406 captures. The rarefaction curve did not reach its asymptote, and the extrapolation curve and the 95% confidence interval with twice the number of captures, between 8 and 17 species were expected (Figure 3). The recorded number of species represents about 70% of the estimated bat richness for this area. All species examined in this study were classified as low concern according to the International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species (IUCN, 2022).

Phyllostomidae was the most abundant ($n = 363$ specimens; 95.5%), followed by Vespertilionidae ($n = 16$; 4.2%), and Molossidae ($n = 1$; 0.3%). The

most frequent subfamily of the Phyllostomidae were Stenodermatinae (90% of the captures), followed by Phyllostominae (5%), and Carollinae (5%). *Artibeus lituratus*, *S. lilium*, and *A. fimbriatus* were the most frequent species, accounting for 84% of the sampled specimens, and were the only species classified as constant in the sample. *Carollia perspicillata* and *M. nigricans* were relatively common, and the other seven species were rare (Table 1).

The 26 recaptured specimens were *A. lituratus* ($n = 9$), *A. fimbriatus* ($n = 7$), *S. lilium* ($n = 6$), and *P. hastatus* ($n = 4$). Most of them (73%) were recaptured in other sites than that they were captured. The shortest

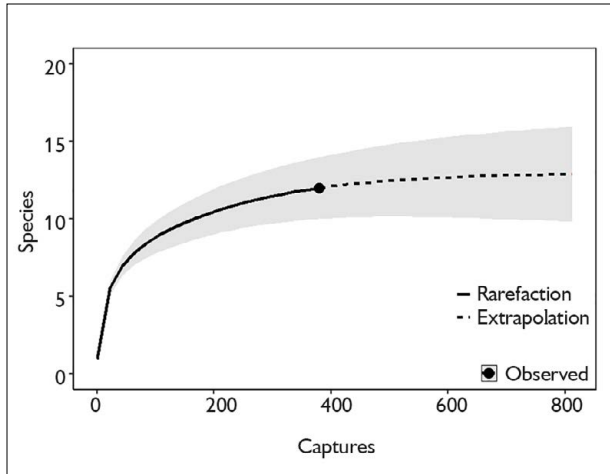


Figure 3. Estimated species accumulation curves (solid line) and extrapolated (dotted line) of bat assemblage at the *Parque Estadual de São Camilo*, Paraná state, Brazil. The dotted line is a representation of the doubled number of captures. The shaded area represents the 95% confidence interval.

recaptures occurred one month after the first capture, while the longest occurred 10 months later. A specimen of *P. hastatus* that was captured in January 2017 at site 4 was recaptured three times during three consecutive months (April, May, and June 2017) in different sample sites, but all on the inner trail (sites 5, 3, and 2, respectively).

The captured species are from four trophic guilds. The most frequent guild was frugivorous (90.5%), followed by insectivorous (4.5%), omnivorous (4.5%) (only *P. hastatus*) and carnivorous (0.5%) (only *C. auritus*). Frugivorous species were found in all sampled sites, but they were more frequent in the forest edge (Site 1), especially the three most abundant species — *A. lituratus*, *S. lilium* and *A. fimbriatus*. *Phyllostomus hastatus* and *C. auritus*

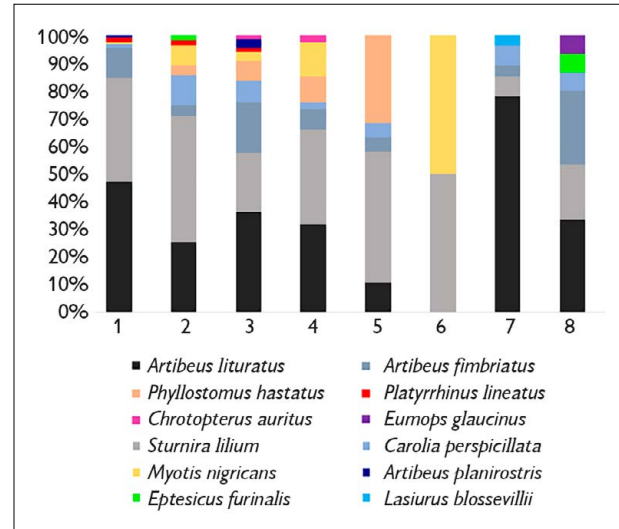


Figure 4. Frequency of species per sample site (1 to 8), considering the 12-bat species captured in the *Parque Estadual de São Camilo*, Paraná state, Brazil.

were found only in the interior of the forest fragment, in the inner trail, usually at distances greater than 200 m from the forest fragment edge. Insectivorous species were captured near the lake and in sites near the forest fragment edge, except *M. nigricans*, which was found mainly in the sites at the interior of the forest fragment (Figure 4).

The highest abundance of bats was found in Site 1 (transition area between the forest fragment and an agricultural area), but it presented low diversity and equitability (Table 2). The highest species richness and diversity were found in Site 3 (inner trail, 245 m from the edge). The second highest diversity and the highest equitability were found in Site 8 (open area by the lake) (Table 2).

Table 2. Ecological indexes per sample site of bats in the *Parque Estadual de São Camilo*, Paraná state, Brazil.

	1	2	3	4	5	7	8	General
Abundancy	155	55	66	41	19	27	15	380
Richness	7	8	9	7	5	5	6	12
Diversity (H')	1.16	1.48	1.74	1.59	1.26	0.82	1.58	1.59
Equitability (J)	0.60	0.71	0.79	0.81	0.78	0.51	0.88	0.64

DISCUSSION

The number of bat species recorded (12 species) represents 19% of the species found in the Paraná state (Passos et al., 2010), and 31% of the species found in semideciduous seasonal forests (Miretzki, 2003). Batista & Aranha (2017) conducted a preliminary survey of bats in the municipality of Palotina and recorded 12 species. While *Molossus molossus* (Pallas, 1766), *Molossus rufus* E. Geoffroy, 1805, and *Eumops auripendulus* (Shaw, 1800) were not found in PESC, the present study identified new species for the municipality: *C. perspicillata*, *C. auritus*, and *P. hastatus*, increasing the total number of recorded bat species in Palotina to 15 species.

Bats surveys in other semideciduous seasonal forest fragments in the Paraná state, in areas similar in size to the PESC, or using the same sampling methodology or similar sample effort, found a similar species richness (Bianconi et al., 2004; Ortêncio-Filho et al., 2005; Brito et al., 2010; Gazarini & Pedro, 2013). However, a higher species richness than that found in the present study was found in larger and less impacted forest fragments, such as the Iguazu National Park (Sekiana et al., 2001), in the floodplain region of the Paraná River (Ortêncio-Filho & Reis, 2009), as well as in a long-term study, including complementary methodologies to mist nets, in the *Parque Estadual Mata dos Godoy* and in the *Parque Municipal Arthur Thomas* (Reis et al., 2003). In the present study, the use of complementary methodologies to mist nets, such as active search for diurnal roosts and canopy sampling, would result in a higher number of species captured in PESC (Reis et al., 2003; Carvalho et al., 2013).

Regarding species frequency and constancy, studies conducted in both Brazil and the Neotropical region commonly report a high frequency of Phyllostomidae species as found in the present study. While Brazil has 92 recorded species, the family is represented by 226 species in the Neotropical region (Nogueira et al., 2014; Díaz et al., 2021). Moreover, the use of ground-level mist nets favors the capture of frugivorous Phyllostomidae species, as insectivorous species have the most accurate echolocation system, detecting the nets (Pedro & Taddei, 1997). On the

other hand, Molossidae species fly above the canopy, thus, they are rarely captured in mist nets in forest fragments (Dias et al., 2002; Gazarini & Pedro, 2013), but are commonly caught in nets set over lakes or streams in open areas (Costa et al., 2012). The only specimen of the family Molossidae recorded was captured at the site by the lake. Active search for diurnal roosts also may result in more captures or records of Molossidae species (Reis et al., 2006).

The composition of the bat community in the PESC was also similar to those found in other semideciduous seasonal forest fragments in the state of Paraná, with few exceptions. *Artibeus lituratus*, and *S. liliium* are commonly the most abundant species in semideciduous seasonal forest fragments (Sekiana et al., 2001; Ortêncio-Filho et al., 2005; Gazarini & Pedro, 2013). *Carollia perspicillata* is abundant in some forest fragments (Bianconi et al., 2004; Ortêncio-Filho & Reis, 2009; Silveira et al., 2011), but in other locations it has a low frequency (Sekiana et al., 2001; Gazarini & Pedro, 2013; Silva et al., 2013) as in the present study. Further studies should evaluate the variation in the abundance of *C. perspicillata* among different localities in the state of Paraná, given that this species can be found in forest fragments with similar sizes and phytophysiognomy, yet with widely varying abundances. This variability may be explained by local and landscape factors such as resource availability, the presence or absence of competitors and predators, and the presence or absence of ecological corridors (Borray-Escalante et al., 2022; Pena-Cuellar & Benitez-Malvido, 2021; Stevens, 2022), but requires further investigation.

The species *Phyllostomus hastatus*, that usually had only one to three specimens frequently captured in studies using mist nets (Miretzki & Margarido, 1999; Ortêncio-Filho & Reis, 2009; Gazarini & Pedro, 2013), had 17 specimens captured in the PESC, with four recaptures. This observation suggests a larger population of this species within the PESC. The abundance of the frugivorous species *P. lineatus* varies throughout its geographic distribution (Reis et al., 2003; Esbérard et al., 2010; Gazarini & Pedro, 2013). In urban forest fragments of Palotina several specimens

were found (Batista & Aranha, 2017). Therefore, the species was expected to be more abundant in the PESC, but it was considered rare in the area. Few records of *E. glaucinus* are known from the state of Paraná (Miretzki, 2003; Reis et al., 2006; Manhães, 2017). The species had already been recorded in Palotina by capturing an individual that was found lying on the ground (Batista & Aranha, 2017).

Regarding the trophic guilds, frugivorous species were more frequent. This pattern is common in forest fragments in the Neotropical region due to the high availability and variety of fruit species throughout the year (Dias et al., 2002; Passos et al., 2003; Gregorin et al., 2008; Moratelli et al., 2010). Moreover, frugivorous species were captured mainly in the forest fragment edge because their diet is based mainly on pioneer plant species (Cecropiaceae, Moraceae, Piperaceae, and Solanaceae) that are more abundant during the first stages of the forest succession and in degraded forests (Mikich, 2002; Passos et al., 2003; Silveira et al., 2011). These fruits are commonly found in great abundance in altered environments, such as clearings and edges of forests (Schulze et al., 2000; Silva et al., 2013); consequently, frugivorous specimens forage more in these environments. Although the highest abundance of frugivorous species was found in the edge areas of PESC, the constant frequency of these species in the interior of the forest can be explained by the predominant vegetation composition in the area. PESC is characterized as a forest fragment in an advanced stage of regeneration, with clearings and a discontinuous canopy covering most of the park, which consequently maintains vegetation rich in pioneer and early secondary species (Kozera & Peluci, 2015; Kramer et al., 2023). The abundant presence of pioneer species, especially from the Piperaceae family (Kramer et al., 2023), combined with a greater diversity of resources such as prey and water bodies within the forest, may have played a significant role in the observed diversity and equitability within the forest. These plants were consistently observed near mist nets at all points within the forest.

On the other hand, insectivorous species exhibit, in general, greater activity in forest fragment edges (Morris et al., 2010; Silva et al., 2013; Barros et al., 2014), and forested

areas at the first hours after sunset (Almeida et al., 2014), indicating that these species seek shelter in the interior of the forest and forage in the forest edge. The exception to this pattern is the genus *Myotis*, which avoids edges and remains in the interior of forests (Morris et al., 2010). The presence of water bodies also affects the distribution of insectivorous bats, because they attract many insects and, consequently, foraging bats (Costa et al., 2012; Barros et al., 2014; Dias-Silva et al., 2018). Throughout this study, this pattern of behavior happened, with insectivorous species predominantly captured at the edge of PESC and in locations near water bodies, whereas *M. nigricans* was primarily captured inside the forest.

In the present study, *C. auritus* and *P. hastatus* were found only in the interior of the forest fragment. *Chrotopterus auritus* is a carnivorous bat species that feeds on other vertebrates, but can also include fruits in its diet (Uieda et al., 2007; Gual-Suárez & Medellín, 2021). Carnivorous bats have preference for preserved environments due to the better opportunities for lurking, hunting, and a higher abundance of prey in comparison to areas impacted by human activities (Gorresen & Willig, 2004). Consequently, they can be considered as one of the most suitable groups for evaluating the effects of human activities on Neotropical forests (García-Morales et al., 2013). The presence of these bats in PESC may be indicative of a high-quality environment.

Phyllostomus hastatus is an omnivorous bat species with a diverse diet that includes fruits, arthropods, and small vertebrates (Santos et al., 2003). Omnivorous bats have been shown to have neutral responses to most anthropogenic areas due to their adaptable feeding behavior (García-Morales et al., 2013). Despite being found in degraded areas, preserving its natural habitat remains essential for the conservation of the population of this species (Rocha et al., 2017; Resende et al., 2019). The exclusive capture of *P. hastatus* as well as its recaptures inside the forest suggest a possible preference of the species for more preserved environments in the PESC, possibly

at the expense of a higher quality of resources for their maintenance.

The PESC, a valuable forest fragment situated in a highly degraded region, serves as a habitat for endemic and endangered fauna species, as evidenced by the study conducted by Ribas et al. (2023). Although no endangered bat species were specifically identified, the preservation of forest areas in secondary succession, exemplified by the PESC, has been proven to enhance both taxonomic and functional diversity among bats. This phenomenon particularly benefits old-growth specialists like carnivorous phyllostomids, as demonstrated in previous studies by Farneda et al. (2018), Rocha et al. (2018), and Brändel et al. (2020), which is further supported by the presence of *C. auritus* in this study.

Based on these findings, we propose conducting additional research in the PESC, with a specific focus on previously unexplored areas, such as the northwestern region of the park. This region, as described by Ribas et al. (2023), exhibits a distinct landscape compared to the rest of the park, providing an opportunity to expand our inventory of bat species. Moreover, implementing methodologies like daytime roost surveys can enhance the documentation of bat species in PESC, particularly those that are not easily captured using mist nets. The present study highlights PESC as an excellent research laboratory, emphasizing the significance of investigating the population dynamics and ecology of bats in order to gain comprehensive insights into their behavior within this important conservation area.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq) for providing a scholarship to one of the co-authors, the *Instituto Água e Terra* (IAT) for granting a license to conduct this study in the *Parque Estadual São Camilo*, and the park staff for their valuable support and encouragement. In addition, the authors thank the Biology students of the *Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina*, for

their invaluable assistance in sample collection. We also thank three anonymous reviewers for their substantial contribution in reviewing this manuscript.

REFERENCES

- Aguiar, L. M. S., & Marinho-Filho, J. (2007). Bat frugivory in a remnant of Southeastern Brazilian Atlantic Forest. *Acta Chiropterologica*, 9(1), 251-260. [https://doi.org/10.3161/1733-5329\(2007\)9\[251:BFIARO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3161/1733-5329(2007)9[251:BFIARO]2.0.CO;2)
- Aguiar, L. M. S., & Antonini, Y. (2008). Diet of two sympatric insectivores bats (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(1), 28-31. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000100005>
- Almeida, M. H., Ditchfield, A. D., & Tokumaru, R. S. (2014). Habitat characteristics and insectivorous bat activity. *Chiroptera Neotropical*, 20(2), 1264-1270.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. D. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Barros, M. A., Pessoa, D., & Rui, A. M. (2014). Habitat use and seasonal activity of insectivorous bats (Mammalia: Chiroptera) in the grasslands of southern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 31(2), 153-161. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702014000200006>
- Batista, S. C., & Aranha, J. M. R. (2017). Filling knowledge gaps for the State of Paraná, Brazil: Bats (Mammalia, Chiroptera) of Palotina municipality. *Acta Biológica Paranaense*, 46(3-4), 109-122.
- Bianconi, G. V., Mikich, S. B., & Pedro, W. A. (2004). Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4), 943-954. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000400032>
- Borray-Escalante, N. A., Pérez-Torres, J., & Castro-Benitez, M. E. (2022). Nutritional ecology of *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae): relationship between the preference and the nutritional content of fruits. *Acta Chiropterologica*, 24(1), 177-185. <https://doi.org/10.3161/15081109ACC2022.24.1.014>
- Brändel, S. D., Hiller, T., Halczok, T. K., Kerth, G., Page, R. A., & Tschapka, M. (2020). Consequences of fragmentation for Neotropical bats: The importance of the matrix. *Biological Conservation*, 252, 108792. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108792>
- Brito, J. E. C., Gazarini, J., & Zawadzki, C. H. (2010). Abundância e frugivoria da quiropterofauna (Mammalia, Chiroptera) de um fragmento no noroeste do estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 32(3), 265-271. <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v32i3.5351>



- Burgin, C. J., Colella, J. P., Kahn, P. L., & Upham, N. S. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1), 1-14. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx147>
- Carvalho, F., Fabián, M. E., & Menegheti, J. O. (2013). Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a forest fragment of Atlantic Forest in Southern Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 30(5), 491-498. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702013000500004>
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., & Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1), 45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Cláudio, V. C., Novaes, R. L., Gardner, A. L., Nogueira, M. R., Wilson, D. E., Maldonado, J. E., . . . Moratelli, R. (2023). Taxonomic re-evaluation of New World *Eptesicus* and *Histiotus* (Chiroptera: Vespertilionidae), with the description of a new genus. *Zoologia (Curitiba)*, 40, e22029. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v40.e22029>
- Costa, L. D. M., Luz, J. L., & Esbérard, C. E. L. (2012). Riqueza de morcegos insetívoros em lagoas no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 52(2), 7-19. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492012000200001>
- Dajoz, R. (1983). *Ecologia geral*. Editora Vozes.
- Dias, D., Peracchi, A. L., & Silva, S. S. P. D. (2002). Quirópteros do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(Supl. 2), 113-140. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000600012>
- Dias-Silva, L., Duarte, G. T., Alves, R., Pereira, M. J. R., & Paglia, A. (2018). Feeding and social activity of insectivorous bats in a complex landscape: the importance of gallery forests and karst areas. *Mammalian Biology*, 88(2018), 52-63. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2017.11.005>
- Díaz, M. M., Solari, S., Gregorin, R., Aguirre, L. F., & Barquez, R. M. (2021). *Clave de identificación de los murciélagos neotropicales*. Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina.
- Esbérard, C. E. L., Baptista, M., Costa, L. D. M., Luz, J. L., & Lourenço, E. C. (2010). Morcegos de Paraíso do Tobias, Miracema, Rio de Janeiro. *Biota Neotropica*, 10(4), 249-255. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000400030>
- Farneda, F. Z., Rocha, R., López-Baucells, A., Sampaio, E. M., Palmeirim, J. M., Bobrowiec, P. E., . . . Meyer, C. F. (2018). The road to functional recovery: temporal effects of matrix regeneration on Amazonian bats. *Tropical Conservation Science*, 11, 1940082918777185. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.036>
- Fenton, M. B., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M. B. C., Merriman, C., Obrist, M. K., . . . Adkins, B. (1992). Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24(3), 440-446. <https://doi.org/10.2307/2388615>
- García-Morales, R., Badano, E. I., & Moreno, C. E. (2013). Response of Neotropical bat assemblages to human land use. *Conservation Biology*, 27(5), 1096-1106. <https://doi.org/10.1111/cobi.12099>
- Gardner, A. L. (2008). *Mammals of South America: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats* (Vol. 1). The University of Chicago Press.
- Gazarini, J., & Pedro, W. A. (2013). Bats (Mammalia: Chiroptera) in urban fragments of Maringá, Paraná, Brazil. *Check List*, 9(3), 524-527. <https://doi.org/10.15560/9.3.524>
- Gonçalves, R. B., Scherer, V. L., & Oliveira, P. S. (2014). The orchid bees (Hymenoptera, Apidae, Euglossina) in a forest fragment from western Paraná state, Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 54(6), 63-68. <https://doi.org/10.1590/0031-1049.2014.54.06>
- Gorresen, P. M., & Willig, M. R. (2004). Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*, 85(4), 688-697. <https://doi.org/10.1644/BWG-125>
- Gregorin, R., & Taddei, V. A. (2002). Chave artificial para a identificação de molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozoología Neotropical*, 9(1), 13-32.
- Gregorin, R., Carmignotto, A. P., & Percequillo, A. R. (2008). Quirópteros do Parque Nacional da Serra das Confusões, Piauí, nordeste do Brasil. *Chiroptera Neotropical*, 14(1), 366-383.
- Gual-Suárez, F., & Medellín, R. A. (2021). We eat meat: a review of carnivory in bats. *Mammal Review*, 51(4), 540-558. <https://doi.org/10.1111/mam.12254>
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.
- Hassler, M. L. (2005). A importância das unidades de conservação no Brasil. *Sociedade & Natureza*, 17(33), 79-89. <https://doi.org/10.14393/SN-v17-2005-9204>
- Henry, M., & Jouard, S. (2007). Effect of bat exclusion on patterns of seed rain in tropical rain forest in French Guiana. *Biotropica*, 39(4), 510-518. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00286.x>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Instituto Ambiental do Paraná (IAP). (2006). *Plano de Manejo do Parque Estadual de São Camilo*. Instituto Ambiental do Paraná.



- Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., & Racey, P. A. (2009). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8(1-2), 93-115. <https://doi.org/10.3354/esr00182>
- Kozera, C., & Peluci, J. (2015). A floresta do oeste do Paraná. In V. G. Cortez & R. B. Gonçalves (Orgs.), *Guia da biodiversidade de Palotina* (pp. 7-18). UFPR.
- Kramer, J. M. F., Bald, J. L., Pessato, J. L., Kupas, F. M., Kozera, C., & Zwiener, V. P. (2023). A matter of scale: Local biotic differentiation and potential regional homogenization of understory plant communities in a highly fragmented tropical landscape. *Acta Oecologica*, 120, 103935. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2023.103935>
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- Ladino, N., & Feitosa, R. M. (2022). Ants (Hymenoptera: Formicidae) of the Parque Estadual São Camilo, an isolated Atlantic Forest remnant in western Paraná, Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 39, e22001. <https://doi.org/10.1590/S1984-4689.v39.e22001>
- Llanillo, R. F., Del Grossi, M. E., Santos, F. O., Munhos, P. D., & Guimarães, M. F. (2006). Regionalização da agricultura do Estado do Paraná, Brasil. *Ciência Rural*, 36(1), 120-127. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000100018>
- Mace, G. M. (2004). The role of taxonomy in species conservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 359(1444), 711-719. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1454>
- Manhães, E. G. (2017). *Identificação de lacunas na conservação de morcegos no estado de Mato Grosso do Sul por meio de modelos de distribuição potencial de espécies* [Master's thesis, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].
- Medellín, R. A., Equihua, M., & Amin, M. A. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology*, 14(6), 1666-1675. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99068.x>
- Mello, M. A., Kalko, E. K., & Silva, W. R. (2008). Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian montane Atlantic Forest. *Journal of Mammalogy*, 89(2), 485-492. <https://doi.org/10.1644/06-MAMM-A-411R.1>
- Mikich, S. B. (2002). A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de Floresta Estacional Semidecidual do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(1), 239-249. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000100023>
- Miranda, J. M. D., Bernardi, I. P., & Passos, F. C. (2011). *Chave ilustrada para determinação dos morcegos da Região Sul do Brasil*. João M. D. Miranda.
- Miretzki, M., & Margarido, T. C. C. (1999). Morcegos da Estação Ecológica do Caiuá, Paraná (Sul do Brasil). *Chiroptera Neotropical*, 5(1-2), 105-108.
- Miretzki, M. (2003). Morcegos do estado do Paraná, Brasil (Mammalia, Chiroptera): riqueza de espécies, distribuição e síntese do conhecimento atual. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 43(6), 101-138. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492003000600001>
- Moratelli, R., Dias, D., & Bonvicino, C. R. (2010). Estrutura e análise zoogeográfica de uma taxocenose de morcegos no norte do estado do Amazonas, Brasil. *Chiroptera Neotropical*, 16(1), 661-671.
- Morris, A. D., Miller, D. A., & Kalcounis-Rueppell, M. C. (2010). Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *Journal of Wildlife Management*, 74(1), 26-34. <https://doi.org/10.2193/2008-471>
- Nogueira, M. R., Lima, I. P., Moratelli, R., Tavares, V. D., Gregorin, R., & Perachi, A. L. (2014). Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Checklist*, 10(4), 808-821. <https://doi.org/10.15560/10.4.808>
- Ortêncio-Filho, H., Reis, N. R., Pinto, D., Anderson, R., Testa, D. A., & Marques, M. A. (2005). Levantamento dos morcegos (Chiroptera, Mammalia) do Parque Municipal do Cinturão Verde de Cianorte, Paraná, Brasil. *Chiroptera Neotropical*, 11(1/2), 211-215.
- Ortêncio-Filho, H., & Reis, N. R. (2009). Species richness and abundance of bats in fragments of the seasonal semidecidual forest, Upper Paraná River, southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2), 727-734. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000300026>
- Passos, F. C., Silva, W. R., Pedro, W. A., & Bonin, M. R. (2003). Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3), 511-517. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000300024>
- Passos, F. C., Miranda, J. M., Bernardi, I. P., Kaku-Oliveira, N. Y., & Munster, L. C. (2010). Morcegos da região Sul do Brasil: análise comparativa da riqueza de espécies, novos registros e atualizações nomenclaturais (Mammalia, Chiroptera). *Iheringia: Série Zoologia*, 100(1), 25-34. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212010000100004>
- Pedro, W. A., & Taddei, V. A. (1997). Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)*, 6, 3-21.
- Pena-Cuellar, E., & Benitez-Malvido, J. (2021). Sex-biased habitat use by phyllostomid bats on riparian corridors in a human dominated tropical landscape. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 741069. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.741069>



- Quesada, M., Stoner, K. E., Rosas-Guerrero, V., Palacios-Guevara, C., & Lobo, J. A. (2003). Effects of habitat disruption on the activity of nectarivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a dry tropical forest: implications for the reproductive success of the neotropical tree *Ceiba grandiflora*. *Oecologia*, 135(3), 400-406. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1234-3>
- Reis, N. R. D., Barbieri, M. L. D. S., Lima, I. P. D., & Peracchi, A. L. (2003). O que é melhor para manter a riqueza de espécies de morcegos (Mammalia, Chiroptera): um fragmento florestal grande ou vários fragmentos de pequeno tamanho? *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(2), 225-230. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000200009>
- Reis, N. R., Lima, I. P. L., & Peracchi, A. L. (2006). Morcegos (Chiroptera) da área urbana de Londrina, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(3), 739-746. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752002000300011>
- Resende, I. C., Guedes, P. G., Silva, S. S. P., & Carneiro, A. M. (2019). Biologia de *Phyllostomus hastatus* (Pallas, 1767) (Chiroptera, Mammalia) em dois parques urbanos no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 20(1), 1-13. <https://doi.org/10.34019/2596-3325.2019.v20.24796>
- Ribas, M. R., Batista, S. C., & Aranha, J. M. (2020). Occurrence and infestation rates of Streblidae (Diptera, Hippoboscoidea) on bats (Mammalia, Chiroptera) in a semideciduous seasonal forest fragment in western Paraná, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 110, e2020026. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2020026>
- Ribas, M. R., Mestre, L. M., Salvador, G., Menezes, M. S., Apolinário, F. M., Rechetelo, J., & Osaki, S. C. (2023). Avifauna of São Camilo State Park: The importance of this semideciduous seasonal forest fragment for bird conservation. *Gaia Scientia*, 17(1), 95-126. <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/65513>
- Rocha, R., López-Baucells, A., Farneda, F. Z., Groeneweg, M., Bobrowiec, P. E., Cabeza, M., . . . Meyer, C. F. (2017). Consequences of a large-scale fragmentation experiment for Neotropical bats: disentangling the relative importance of local and landscape-scale effects. *Landscape Ecology*, 32(1), 31-45. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0425-3>
- Rocha, R., Ovaskainen, O., López-Baucells, A., Farneda, F. Z., Sampaio, E. M., Bobrowiec, P. E., . . . Meyer, C. F. (2018). Secondary forest regeneration benefits old-growth specialist bats in a fragmented tropical landscape. *Scientific Reports*, 8(1), 3819. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21999-2>
- Roderjan, C. V., Galvão, F., Kunyoshi, Y. S., & Hatschbach, G. (2002). As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. *Ciência e Ambiente*, 24, 75-92.
- Rodrigues, T. M., Dias, J. M., & Amaral, G. E. (2011). Inventariamento da fauna de morcegos de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Santa Fé do Sul/SP. *Unifunec Científica Multidisciplinar*, 1(1), 1-10. <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/rfc/article/view/18>
- Santos, M., Aguirre, L. F., Vázquez, L. B., & Ortega, J. (2003). *Phyllostomus hastatus*. *Mammalian Species*, (722), 1-6. <https://doi.org/10.1644/722>
- Sazima, M., Buzato, S., & Sazima, I. (1999). Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic forest sites in Brazil. *Annals of Botany*, 83(6), 705-712. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0876>
- Schulze, M. D., Seavy, N. E., & Whitacre, D. F. (2000). A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica*, 32(1), 174-184. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00459.x>
- Sekiam, M. L., Reis, N. R. D., Peracchi, A. L., & Rocha, V. J. (2001). Morcegos do Parque Nacional do Iguçu, Paraná (Chiroptera, Mammalia). *Revista Brasileira de Zoologia*, 18(3), 749-754. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752001000300011>
- Silva, J. R. R., Filho, H. O., & Lacher Jr., T. E. (2013). Species richness and edge effects on bat communities from Perobas Biological Reserve, Paraná, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 48(2), 135-141. <https://doi.org/10.1080/01650521.2013.845967>
- Silveira, M., Trevelin, L., Port-Carvalho, M., Godoi, S., Mandetta, E. N., & Cruz-Neto, A. P. (2011). Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored area in Southeast Brazil. *Acta Oecologica*, 37(1), 31-36. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2010.11.003>
- SOS Mata Atlântica; & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). (2014). *Atlas dos municípios da Mata Atlântica*. SOS Mata Atlântica/INPE.
- Stevens, R. D. (2022). Reflections of Grinnellian and Eltonian niches on the distribution of phyllostomid bats in the Atlantic Forest. *Journal of Biogeography*, 49(1), 94-103. <https://doi.org/10.1111/jbi.14284>
- Straube, F. C., & Bianconi, G. V. (2002). Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical*, 8(1-2), 150-152.
- The International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2022). *The IUCN Red List of Threatened Species*. www.iucnredlist.org
- Torquetti, C. G., Carvalho, T. P., Freitas, R. M. P., Freitas, M. B., Guimarães, A. T. B., & Soto-Blanco, B. (2023). Influence of landscape ecology and physiological implications in bats from different trophic guilds. *Science of the Total Environment*, 857, 159631. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159631>



- Uieda, W., Sato, T. M., Carvalho, M. C. D., & Bonato, V. (2007). Fruits as unusual food items of the carnivorous bat *Chrotopterus auritus* (Mammalia, Phyllostomidae) from southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(3), 844-847. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000300035>
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2008). Bats limit insects in a Neotropical agroforestry system. *Science*, 320(5872), 70. <https://doi.org/10.1126/science.1152944>

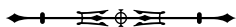
AUTHORS' CONTRIBUTION

Mateus Rocha Ribas contributed with conceptualization, data curation, research, methodology, writing (original draft, review and editing), validation, visualization; Sara Cristina Batista with conceptualization, data curation, funding acquisition, research, methodology, project management, resources, supervision, validation, visualization, writing (original draft); and José Marcelo Rocha Aranha with acquisition of funding, project administration, resources, supervision, validation, visualization.



Appendix 1. List of species collected in the *Parque Estadual de São Camilo*, in the municipality of Palotina, western Paraná state, Brazil, from September 2016 to August 2017, deposited in the zoological collection of the *Museu de História Natural do Capão da Imbuia*. Abbreviation: CTX – *Setor de Taxonomia*.

Field number	Species	CTX No.
PESC 01	<i>Neoptesicus furinalis</i> (d'Orbigny & Gervais, 1847)	CTX 10239
PESC 02	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	CTX 10240
PESC 03	<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	CTX 10241
PESC 04	<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	CTX 10242
PESC 05	<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	CTX 10243
PESC 06	<i>Neoptesicus furinalis</i> (d'Orbigny & Gervais, 1847)	CTX 10244
PESC 07	<i>Chrotopterus auritus</i> (Peters, 1856)	CTX 10245
PESC 10	<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	CTX 10246
PESC 11	<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	CTX 10247
PESC 13	<i>Lasiurus blossevillii</i> (Lesson & Garnot, 1826)	CTX 10248
PESC 14	<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	CTX 10249
PESC 15	<i>Eumops glaucinus</i> (Wagner, 1843)	CTX 10250
PESC 16	<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	CTX 10251
PESC 17	<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	CTX 10252
PESC 18	<i>Platyrrhinus lineatus</i> (E. Geoffroy, 1810)	CTX 10253



Fogo no Cerrado em terras indígenas Xerente (Tocantins): pesquisa de opinião em comunidade indígena

Cerrado fires in Xerente indigenous lands (Tocantins): opinion research in indigenous community

Edmar Vinícius de Carvalho^I  | Luciléia Mendes de Oliveira^{II}  | Jader Nunes Cachoeira^{III}  |
Allan Deyvid Pereira Silva^{III}  | Antônio Carlos Batista^{III}  | Marcos Giongo^{IV}  | André Ferreira dos Santos^{IV} 

^IInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, Tocantins, Brasil

^{II}Secretaria de Educação do Estado da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, Brasil

^{III}Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brasil

^{IV}Universidade Federal do Tocantins. Palmas, Tocantins, Brasil

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o conhecimento de aspectos do fogo no Cerrado pelos indígenas da terra indígena Xerente (Tocantins). Ao todo, 28 aldeias foram visitadas e 32 respostas foram obtidas por meio de questionário, que foram submetidos às análises de fatores e descritivas. As aldeias visitadas podem ser caracterizadas por possuírem produção agropecuária, terem utilizado o fogo e reconhecerem a importância de cursos na área. Numa das análises de fatores, as respostas de 12 perguntas foram divididas em cinco grupos e, em outra, foram formados três grupos com base nas respostas a oito perguntas. Uma das relações observadas foi de que 56% dos entrevistados disseram ter conhecimento da existência de cursos de prevenção e combate ao fogo, os quais, porém, não estão de acordo com as suas necessidades. Outra relação positiva observada foi sobre o conhecimento do conceito de queima controlada, a divisão da propriedade para queimada, os locais que não devem ser queimados e os usos tradicionais do fogo. Foi possível verificar que os indígenas da região utilizam o fogo para diversos fins e que os malefícios decorrentes do uso inadequado são vistos no ambiente ou na produção econômica, e não de forma direta nos seres humanos.

Palavras-chave: Manejo do fogo. Território indígena. Conhecimento local.

Abstract: The aim of this work was to evaluate the knowledge aspects of fire in the Cerrado by the indigenous people of the Xerente indigenous land (Tocantins). In all, 28 villages were visited and 32 answers were obtained by forms, and they were subjected to factor and descriptive analysis. The villages visited can be characterized by having agricultural production, using fire and recognizing the importance of courses in the area. In one of the analysis, the answers to 12 questions were divided into five groups and in another, three groups were formed based on the answers to eight questions. One of the relationships observed was that 56% of respondents reported having knowledge of fire prevention and fighting courses, but the courses are not in accordance with their needs. Another positive relationship observed was about the knowledge of the concept of controlled burning, the division of the property for burning, places that should not be burned and traditional uses of fire. It was possible to verify that the indigenous people of the region use fire for different purposes and that the resulting damages from inappropriate use it is seen in the environment or in economic production and not directly in humans.

Keywords: Fire management. Indigenous territory. Local knowledge.

Carvalho, E. V., Oliveira, L. M., Cachoeira, J. N., Silva, A. D. P., Batista, A. C., Giongo, M., & Santos, A. F. (2023). Fogo no Cerrado em terras indígenas Xerente (Tocantins): pesquisa de opinião em comunidade indígena. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(2), e2023-e935. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i2.935>

Autor para correspondência: Edmar Vinícius de Carvalho. 706 Sul (Arse 72), Alameda 12, Lote 12, Plano Diretor Sul, Residencial Grand Parke Veredas, Apto 1404. Palmas, TO, Brasil. CEP 77022-392 (edmar.carvalho@ifto.edu.br).

Recebido em 16/04/2018

Aprovado em 06/04/2021

Responsabilidade editorial: Fernando da Silva Carvalho Filho



INTRODUÇÃO

O Cerrado possui a mais rica flora entre as savanas do mundo, a qual é caracterizada por ser adaptada ao fogo, apresentando casca grossa, troncos retorcidos e arvoretas com poucos ramos (Simon et al., 2009). Contudo, diversos animais e plantas estão ameaçados de extinção devido à erosão dos solos, à degradação de diversos tipos de vegetação e ao uso indevido do fogo pelo homem (Klink & Machado, 2005). Nesse sentido, considerado como agente evolutivo, o fogo é capaz de provocar alterações florísticas, filogenéticas e funcionais em áreas savânicas (Redin et al., 2011), no entanto, queimadas sucessivas prejudicam o solo, deixando-o pobre em nutrientes e susceptível à erosão e à compactação.

Entre os diversos usos do fogo, pode-se relatar sua utilização com o objetivo de reduzir o material combustível em áreas florestais (Santín & Doerr, 2016), sendo esta uma prática adequada de manejo integrado do fogo (MIF) para evitar a acumulação de biomassa e prevenir a ocorrência de incêndios florestais (Moutinho, 2014). Além disso, para realização do MIF, é essencial levar em conta outros fatores, tais como ecologia local, ciência do fogo, treinamentos, utilização de *software* para avaliar os efeitos e comportamentos do fogo, programas educacionais, opiniões das populações que habitam o local, como os indígenas (White et al., 2013), bem como considerar ou adotar o conhecimento destes povos (Mistry et al., 2016).

Neste sentido, o manejo do fogo faz parte da expressão do conhecimento dos indígenas e da sua relação com o ambiente, por isso esses povos lançam mãos desse recurso para facilitar o acesso dentro das matas, a fim de realizarem caça e coleta de frutos (McGregor et al., 2010; Welch et al., 2013), se protegerem de animais perigosos e diminuam a quantidade de material combustível (McGregor et al., 2010). No caso das terras indígenas (TI), estudos mostram que a prática de queimar o Cerrado é benéfica para o ambiente e para as comunidades (Falleiro, 2011).

Pesquisas recentes sobre a ecologia do fogo desafiam a visão de que o uso deste recurso pelos indígenas seja prejudicial para o ecossistema e a vida selvagem em áreas protegidas (Rodriguez, 2007).

Ao analisar o mapa da vegetação e as queimadas por meio da técnica de sensoriamento remoto na Reserva Indígena Krahô, Tocantins, Bitencourt et al. (2005) verificaram que práticas de queima executadas pela tribo que vive no local não prejudicaram o Cerrado. Isso sugere que o efeito não prejudicial em relação a esse ambiente pode estar relacionado ao uso controlado do fogo, que atua como forma preventiva de evitar a ocorrência de incêndios (Oliveira et al., 2015).

Embora boas práticas sejam realizadas, é notável que o domínio e a aplicação desses conhecimentos estão mudando devido à influência dos novos modos de vida; conseqüentemente, os hábitos tradicionais entre vários povos estão se perdendo ou, conforme relatam Welch et al. (2013), estão sendo distorcidos. No cenário mundial, o conhecimento indígena e local sobre a conservação e o uso sustentável do meio ambiente deve ser reconhecido e respeitado na elaboração de políticas públicas e pela comunidade científica (ONU, 2012).

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o conhecimento de aspectos do fogo no Cerrado pelos indígenas da TI Xerente, no Tocantins, por meio da aplicação de formulário com perguntas fechadas, e verificar a relação das respostas de cada pergunta, utilizando a análise de fatores.

MATERIAL E MÉTODOS

O estado do Tocantins abrange área superior a 277 mil km², sendo Formoso do Araguaia o município que possui maior extensão territorial (> 13 mil km²) e Axixá do Tocantins a menor (< 154 km²) (IBGE, 2023). Segundo o Atlas do Tocantins (Tocantins, 2012), e com base no método de Thornthwaite, existem três regiões principais com relação ao clima: úmido com

moderada deficiência hídrica (ao norte e oeste do estado), úmido/subúmido com moderada deficiência hídrica (centro-sul) e úmido/subúmido com pequena deficiência hídrica (sudeste). A precipitação média anual é mais baixa no sudeste do estado (por volta de 1.300 mm ano⁻¹) e aumenta em direção noroeste até 2.100 mm ano⁻¹ na divisa com o sul do estado do Pará (Tocantins, 2012). Considerando a classificação climática proposta por Köppen e atualizada por Peel et al. (2007), o clima do Tocantins é do tipo Aw (clima savânico), caracterizando-se por apresentar o inverno seco e ter estação chuvosa no verão, de novembro a abril, sendo nítida a estação seca no inverno, que ocorre de maio a outubro.

No estado, existem cinco terras indígenas: Apinayé, Kraolândia, Xerente, Parque do Araguaia e Whauri. As duas primeiras ficam localizadas na porção norte; Xerente fica aproximadamente no centro geográfico do estado; e Parque do Araguaia e Whauri ficam na porção oeste (Tocantins, 2012).

A TI Xerente, objeto deste estudo, compreende cerca de 167.542 hectares de extensão e está localizada a leste do rio Tocantins e a oeste do rio Sono. Essa terra faz contato com o rio Tocantins, a aproximadamente 27 km, com grande importância ecológica e social, em virtude da existência da mata ciliar. Essa região é usada pelos índios para agricultura, caça, pesca e extração dos recursos florestais. As formações vegetais predominantes são de origem savânicas, com as matas de galeria e ciliares margeando os pequenos e grandes cursos de água.

Na porção das terras indígenas Xerente, foram tomadas como unidades amostrais 28 aldeias, onde pelo menos um representante de cada uma foi submetido a um formulário qualitativo de perguntas fechadas, com respostas sim ou não, totalizando 32 indivíduos entrevistados. O formulário foi elaborado com a finalidade de averiguar a/o opinião/conhecimento atual sobre os aspectos do fogo pelos povos indígenas das terras Xerente, com as perguntas numeradas de 1 a 32, descritas na Tabela 1,

que consideram informações da propriedade, do conhecimento de benefícios e malefícios do uso do fogo, da existência de cursos e da capacitação sobre MIF e dos conhecimentos tradicionais. Assim, a formulação das perguntas e a sua abrangência tiveram o intuito de englobar diferentes aspectos de avaliação do conhecimento do fogo pelos indígenas, além dos tradicionais.

Após a tabulação das respostas em planilha eletrônica, cada resposta foi substituída pelo valor 1 (sim) ou 0 (não), conforme escala Likert adotada, para geração da matriz de correlação linear que foi utilizada na análise de fatores. Esta análise tem como um dos objetivos reduzir a dimensão das variáveis por meio da relação linear entre elas, podendo ser exploratória ou confirmatória.

Nesta pesquisa, as análises de fatores foram realizadas segundo os critérios estabelecidos por Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010), com extração feita pelo método dos componentes principais e uso da rotação *varimax* para o estabelecimento das cargas fatoriais. Para a extração dos componentes principais, foi utilizado o critério de Kaiser (Figueiredo Filho & Silva Júnior, 2010), em que são extraídos aqueles que possuem autovalores maiores do que a unidade ($> 1,00$).

Deste modo, foram realizadas diversas análises de fatores buscando o atendimento aos critérios ora citados, ou seja, a primeira tentativa foi realizada com todas as variáveis (respostas das 32 perguntas dos indivíduos entrevistados), sendo que as variáveis com valores de comunalidades abaixo de 0,50 e *score* acima de 0,40 em mais de um componente principal foram excluídas. Posteriormente, sucessivas análises foram realizadas até o atendimento dos critérios estabelecidos, buscando incluir o máximo de variáveis possíveis.

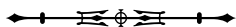
Por fim, para análise descritiva das perguntas incluídas na análise anterior, elas foram agrupadas conforme o componente principal, e os valores de sim/não foram plotados em gráficos de coluna com os dados em percentual.



Tabela 1. Perguntas do formulário qualitativo aplicado junto aos povos indígenas das terras Xerente, no estado do Tocantins. Alternativas das respostas: sim ou não, associadas a valores 1 e 0, respectivamente. * = com resposta 'sim' nas perguntas. Também foram anotadas quais espécies foram relatadas pelos entrevistados.

*Table 1. Questions of the qualitative form applied to the indigenous peoples of the Xerente lands, in the state of Tocantins. Answer alternatives: yes or no, associated with values 1 and 0, respectively. * = with 'yes' answer to the questions. It was also noted which species were reported by respondents.*

Nº	Pergunta
1	Possui rádio na propriedade?
2	Produção agropecuária na propriedade?*
3	Para você e sua família, o fogo é bom?*
4	Você faz uso do fogo?
5	Há na região conflito agrário?
6	Algum incêndio já colocou em perigo você ou alguém de sua família?
7	Algum incêndio já causou danos à sua produção?*
8	O fogo já causou a morte de algum animal doméstico?
9	O fogo já causou a morte de pessoas?
10	Você tem ou já teve prejuízos com incêndios que vêm dos vizinhos?
11	O fogo já saiu de sua área e atingiu o vizinho?
12	Os seus vizinhos têm sofrido prejuízos com incêndios?
13	Se bem planejado, existe cultivo/produção/atividade que se beneficia com o fogo?
14	Existem atividades ou órgão que fazem fiscalização para saber onde tem fogo?
15	Você concorda que o IBAMA ou NATURATINS ajudam a realizar queima?
16	Você já participou ou conhece alguma atividade de educação ambiental?
17	Você conhece alguma campanha que promova a redução do uso do fogo?
18	O número de brigadistas é suficiente para combater os incêndios na TI?
19	Existem cursos de prevenção e combate aos incêndios?
20	Você já participou de algum desses cursos?
21	Existem cursos de formação para manejo do fogo de acordo com suas necessidades?
22	Você pagaria para fazer um curso de manejo do fogo?
23	Você acha que um curso desses é importante?
24	Você sabe o que é uma queima controlada?
25	Existem atividades tradicionais que envolvem o uso do fogo (cultural, religioso)?
26	Você faz divisão da propriedade para queimada?
27	Existe algum costume que indique o tamanho da área a ser queimada?
28	Existem locais que não devem ser queimados?
29	O uso tradicional tem sofrido alguma alteração ao longo do tempo?
30	Existe algum programa voltado para integrar o uso tradicional do fogo com demais atividades?
31	Algum animal ou planta teve frequência diminuída ao longo do tempo?
32	Existe alguma vantagem para o meio ambiente após um incêndio?



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as 32 perguntas aplicadas, 12 não foram incluídas nas análises de fatores em razão da relação de independência das respostas que foram obtidas na pesquisa, dos assuntos que elas abordaram e do não atendimento aos critérios adotados no estudo. Dentre estas perguntas, as respostas obtidas permitem inferir que a maioria dos indígenas entrevistados (83%) acredita que não há conflitos agrários na região (pergunta 5). Ainda, com relação às perguntas não incluídas nas análises de fatores, as aldeias visitadas podem ser caracterizadas por apresentarem produção agropecuária na propriedade, já terem utilizado o fogo de alguma forma e reconhecerem a importância de realizar cursos sobre incêndios florestais. No que se refere à produção agropecuária (pergunta 2), foram relatados 11

tipos de espécies cultivadas, descritas em ordem decrescente de importância: mandioca, feijão andu, arroz, fava, milho, banana, feijão, batata doce, abóbora, cana-de-açúcar e feijão trepa pau, sendo as seis primeiras as de maior interesse por fazerem parte da base alimentar desses povos.

A base alimentar das comunidades indígenas do mundo possui grande variação, embora tenham alimentos em comum. No Brasil, a alimentação se baseia em culturas-chave como milho e/ou mandioca, além de outros alimentos de origem vegetal, como tubérculos e frutas; há, ainda, consumo de carnes obtidas em caça ou de produtos industrializados (Noda et al., 2012).

Na Figura 1, estão representadas graficamente as respostas de 12 perguntas, do formulário sim/não, agrupadas de acordo com a similaridade (concordância)

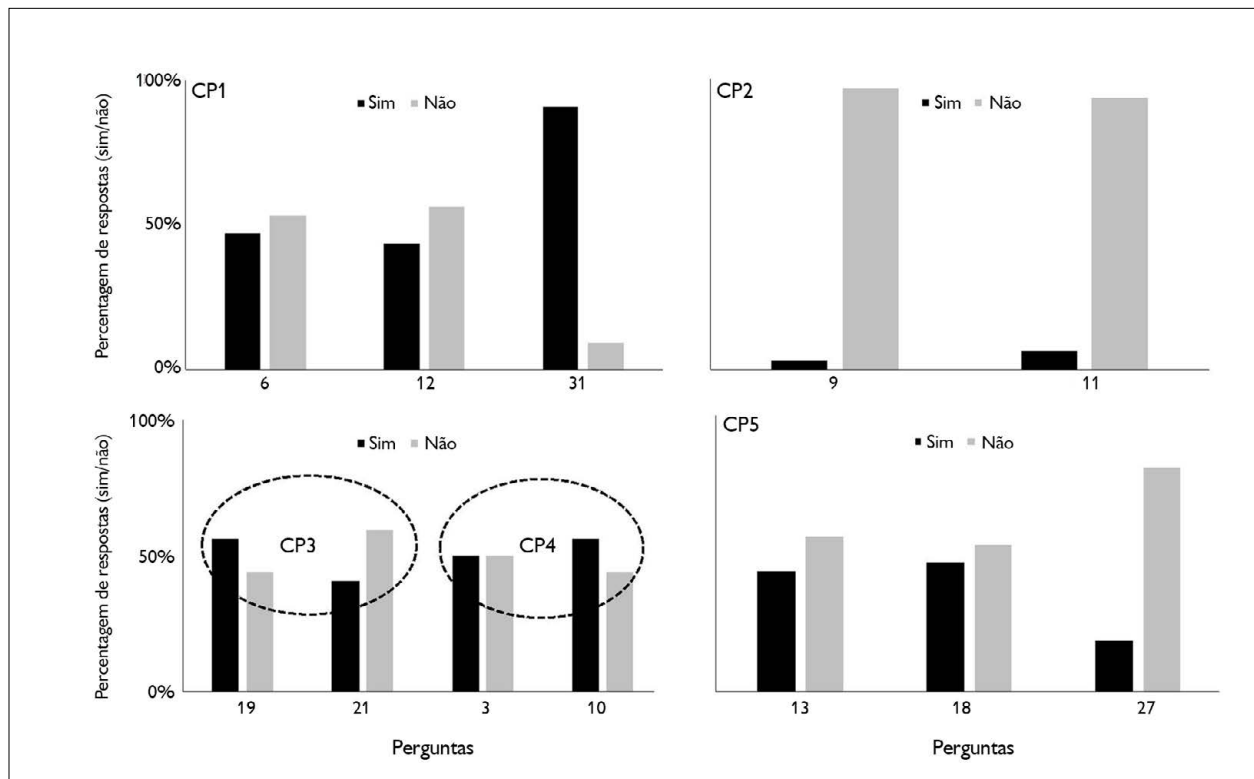


Figura 1. Resultados de perguntas (6, 12, 31, 9, 11, 19, 21, 3, 10, 13, 18 e 27) do formulário (sim/não) aplicado em aldeias na TI Xerente, Tocantins, agrupadas com base nos componentes principais extraídos (CP1, CP2, CP3, CP4 e CP5). KMO (Teste Kaiser-Meyer-Olkin) = 0,52.

Figure 1. Questions answers (6, 12, 31, 9, 11, 19, 21, 3, 10, 13, 18 and 27) of the form (yes/no) applied in villages in the TI Xerente, Tocantins, grouped with based on the main components (CP1, CP2, CP3, CP4 and CP5). KMO (Kaiser-Meyer-Olkin test) = 0,52.

das respostas obtidas no levantamento e que atenderam aos critérios das análises de fatores. O agrupamento foi baseado nos resultados da análise de fatores via componentes principais (Tabela 2); nesta análise, as 12 perguntas foram divididas em cinco grupos (fatores).

As perguntas de número 6 (Algum incêndio já colocou em perigo você ou alguém de sua família?), 12 (Os seus vizinhos têm sofrido prejuízos com incêndios?) e 31 (Algum animal ou planta teve frequência diminuída longo do tempo?) foram agrupadas no gráfico superior à esquerda da Figura 1, em que mais de 90% dos indígenas afirmaram conhecer espécies que tiveram frequência diminuída ao longo do tempo e, ainda, em torno de 46% relataram que os incêndios colocaram pessoas em perigo e que vizinhos já sofreram prejuízos.

As variáveis presentes num mesmo grupo (fator) apresentam forte relação linear, seja positiva ou negativa, em função do sinal das cargas (*scores*). Assim, a relação

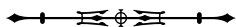
das respostas destas três perguntas pode ser visualizada pelas cargas fatoriais no primeiro fator, com as perguntas 6 e 12 apresentando valores negativos (-0,85 e -0,66, respectivamente) e a 31, positivo (0,62), o que indica relação inversa desta última com as outras duas. Assim, à medida que os indígenas afirmaram conhecer espécies com frequência diminuída ao longo do tempo, menor é a percepção de que os incêndios já colocaram pessoas em perigo, bem como a impressão de ter causado prejuízos aos vizinhos.

No que se refere à diminuição de espécies na região em decorrência do fogo, relatada pelos entrevistados, a explicação provável tem relação tanto com a fuga durante os incêndios quanto com as atividades de caça. Ainda, segundo Frizzo et al. (2011), a resposta da fauna aos incêndios florestais varia de acordo com a espécie e tem forte relação com a frequência, a intensidade de queimadas e as características locais, sendo os efeitos mais severos registrados quando há grande acúmulo de material combustível.

Tabela 2. Cargas fatoriais, variância (%) e autovalores referentes aos fatores extraídos da análise de 12 perguntas de um formulário aplicado em aldeias na TI Xerente, Tocantins.

Table 2. Factorial loads, variance (%) and eigenvalues referring to the factors extracted from the analysis of 12 questions of a form applied in villages in the TI Xerente, Tocantins.

Fator 1 – Autovalor = 1,60; Variância = 20,4%	Cargas
6. Algum incêndio já colocou em perigo você ou alguém de sua família?	-0,85
12. Os seus vizinhos têm sofrido prejuízos com incêndios?	-0,66
31. Algum animal ou planta teve frequência diminuída ao longo do tempo?	0,62
Fator 2 – Autovalor = 1,4; Variância = 16,3%	
9. O fogo já causou a morte de alguma pessoa?	0,90
11. O fogo já saiu de sua área e atingiu o vizinho?	0,86
Fator 3 – Autovalor = 1,3; Variância = 14,1%	
19. Existem cursos de prevenção e combate a incêndios?	-0,81
21. Existem cursos de formação para manejo do fogo de acordo com suas necessidades?	-0,81
Fator 4 – Autovalor = 1,2; Variância = 12,8%	
3. Para você e sua família, o fogo é bom?	-0,69
10. Você tem ou já teve prejuízos com incêndios que vêm ou vieram dos vizinhos?	0,78
Fator 5 – Autovalor = 1,0; Variância = 9,1%	
13. Se bem planejado, existe um cultivo/produção/atividade que se beneficia com o fogo?	-0,46
18. O número de brigadistas é suficiente para combater os incêndios na TI?	-0,56
27. Existe algum costume que indique o tamanho da área a ser queimada?	-0,82



As perguntas 9 (O fogo já causou a morte de alguma pessoa?) e 11 (O fogo já saiu de sua área e atingiu o vizinho?) foram agrupadas no segundo componente principal com cargas fatoriais positivas, ou seja, possuindo respostas na mesma direção, as quais são possíveis de observar na Figura 1, em que se verifica que mais de 93% dos entrevistados afirmaram que desconhecem a morte de pessoas em função do fogo e que, quando utilizado, não saiu da sua área e nem atingiu a área vizinha.

Demais associações foram observadas entre as perguntas 19 (existem cursos de prevenção e combate a incêndios?) e 21 (existem cursos de formação para manejo do fogo de acordo com as suas necessidades?), que apresentaram cargas fatoriais negativas no terceiro componente principal, com a maioria dos entrevistados respondendo que conhece cursos de prevenção e combate ao fogo (56%); no entanto, para mais de 59%, estes cursos ainda não estão de acordo com suas necessidades.

Com relação à experiência de manusear o fogo, em terras indígenas, isso é adquirido de ensinamentos passados através dos mais experientes, seja por meio do cacique ou ancião e, esporadicamente, há aprendizado com pessoas do Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo). Entre as finalidades do manuseio do fogo em terras indígenas, são citadas a limpeza de áreas para plantio e a prática da caça, por exemplo (Welch et al., 2013).

De forma semelhante, Santopoli et al. (2016), ao realizarem estudo sobre a percepção dos habitantes de três cidades do Tocantins frente ao uso do fogo no Cerrado brasileiro, constataram que o fogo é utilizado para fins agrícolas, pecuária e manejo da vegetação, com base em suas experiências pessoais e crenças. No entanto, para possibilitar a melhor gestão dos recursos do ambiente, é necessária a transferência do conhecimento científico para a comunidade, desde que os interessados estejam envolvidos. E ainda recomendam que os cursos sobre o uso do fogo sejam realizados de uma maneira educacional

mais atraente, para estimular a mudança de hábitos visando ao uso sustentável.

Com relação à percepção sobre o fogo ser bom (pergunta 3), menos da metade dos entrevistados respondeu positivamente, informando que o fogo esteve relacionado a prejuízos causados por incêndios oriundos das terras vizinhas (pergunta 10), pergunta para a qual 56% dos entrevistados responderam que sim. Segundo as respostas obtidas no formulário referente aos que acreditam que o fogo é bom, o uso é benéfico para espécies como murici, caju, pequi, arroz, feijão, banana, capim agreste, mandioca, oiti, capim dourado e cana-de-açúcar. Na região estudada, ainda, o uso do fogo para a abertura de áreas para a implantação de roças não é considerado maléfico por parte dos índios entrevistados, o que vai ao encontro do relatado por Robert et al. (2012).

Conforme Fidelis e Pivello (2011), o uso do fogo como ferramenta de manejo em unidades de conservação do Cerrado é uma ação necessária, com a finalidade de manter a estrutura, a composição florística e a faunística; caso não seja feita, a área apresenta grande risco para incêndios de grandes proporções. No entanto, para planejar uma queima controlada, diversos fatores devem ser levados em consideração, como o regime do fogo, o local, a vegetação local e do entorno, as condições climáticas, bem como o conhecimento local/tradicional, conforme também é relatado por Falleiro et al. (2016).

Por fim, no último componente desta análise, as perguntas 13 (se bem planejado, existe um cultivo/produção/atividade que se beneficia com o fogo?), 18 (o número de brigadistas é suficiente para combater os incêndios na TI?) e 27 (existe algum costume que indique o tamanho da área a ser queimada?) apresentaram cargas fatoriais negativas, em virtude de a maioria dos entrevistados (> 50%) ter respondido não. Tais resultados demonstram que, mesmo quando o fogo é bem planejado, a opinião da maioria dos entrevistados é de que seus benefícios estão relacionados com o conhecimento do tamanho da área a ser queimada, bem como da quantidade de brigadistas para combate.

Em outra análise fatorial que atendeu aos critérios adotados, oito perguntas foram agrupadas em três componentes principais, que explicam 57,9% da variação dos dados (Tabela 3). Em um dos componentes, 87,5% entrevistados (Figura 2) relataram que conhecem algum órgão responsável pela fiscalização (pergunta 14) e apresentaram relação com a pergunta sobre a vontade de pagar para fazer um curso de manejo do fogo (pergunta 22). A similaridade, das respostas a estas duas perguntas,

pode ser confirmada pela análise de fatores em que ambas foram agrupadas com cargas fatoriais negativas no terceiro componente principal (Tabela 3).

Com relação ao primeiro componente principal da análise relatada na Tabela 3, as perguntas incluídas neste fator foram: 8 (o fogo já causou a morte de algum animal doméstico?), 24 (você sabe o que é uma queima controlada?), 25 (existem atividades tradicionais que envolvem o uso do fogo?), 26 (você faz divisão da propriedade para queimada?)

Figura 2. Resultados de perguntas (8, 24, 25, 26, 28, 7, 14 e 22) do formulário (sim/não) aplicado em aldeias na TI Xerente, Tocantins, agrupadas com base nos componentes principais extraídos (CP1, CP2 e CP3).

Figure 2. Questions aswers (8, 24, 25, 26, 28, 7, 14 and 22) of the form (yes/no) applied in villages in the TI Xerente, Tocantins, grouped with based on the main components (CP1, CP2 and CP3).

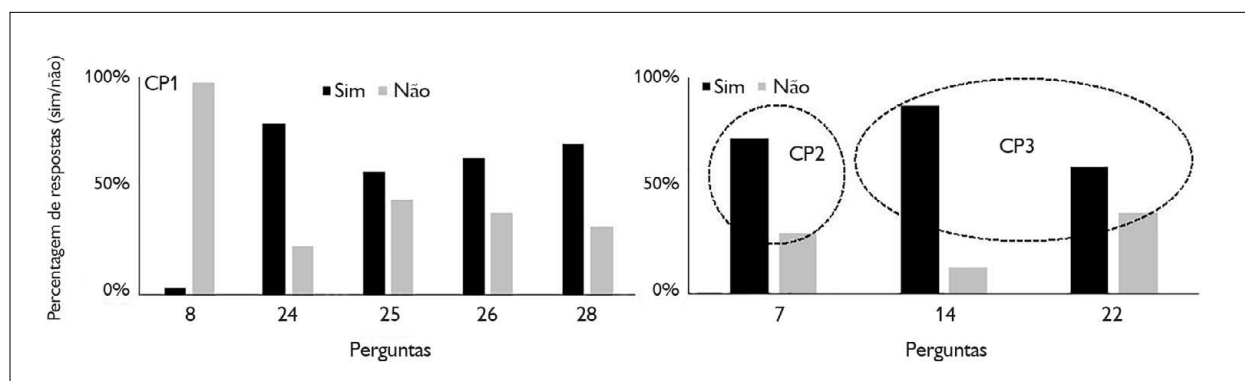


Tabela 3. Cargas fatoriais, variância (%) e autovalores referentes aos fatores extraídos da análise de oito perguntas de um formulário aplicado em aldeias na TI Xerente, Tocantins. KMO = 0,54.

Table 3. Factorial loads, variance (%) and eigenvalues referring to the factors extracted from the analysis of eighth questions of a form applied in villages in the TI Xerente, Tocantins. KMO = 0,54.

Fator 1 – Autovalor = 1,3; Variância = 22,5%		Cargas
8. O fogo já causou a morte de algum animal doméstico?		-0,60
24. Você sabe o que é uma queima controlada?		0,81
25. Existem atividades tradicionais que envolvem o uso do fogo?		0,81
26. Você faz divisão da propriedade para queimada?		0,76
28. Existem locais que não devem ser queimados?		0,78
Fator 2 – Autovalor = 1,2; Variância = 18,8%		Cargas
7. Algum incêndio já causou danos à sua produção?		0,93
Fator 3 – Autovalor = 1,2; Variância = 16,6%		Cargas
14. Existem atividades ou órgão que fazem fiscalização para saber onde tem fogo?		-0,76
22. Você pagaria para fazer um curso de manejo do fogo?		-0,80

e 28 (existem locais que não devem ser queimados?). Aliado ao descrito na Figura 2, os resultados da análise fatorial revelam associação negativa entre as respostas da pergunta 8 com as demais, ou seja, para a maioria dos entrevistados, o não conhecimento de mortes de animais domésticos pelo fogo pode ter relação com o conhecimento do conceito de queima controlada, dos locais que não devem ser queimados e dos usos tradicionais do fogo.

Nesse sentido, os índios listam os seguintes locais para não realizar queimas: áreas onde serão implantadas culturas agrícolas que não devem ser queimadas fora da época apropriada; matas; varjão; lugares onde há palha; área que apresente capim dourado e buriti; cemitérios; aldeias e proximidades; nascentes dos rios e cabeiras de brejo. Segundo Falleiro (2011), o uso do fogo pelos indígenas tem diversas finalidades, como diminuir o capim seco acumulado ao longo dos anos, manter as fitofisionomias mais abertas, atrair caça para as áreas de capim rebrotando, auxiliar no rebrote de algumas plantas e aumentar a frutificação.

Ademais, a maioria dos entrevistados relatou que o fogo já causou danos à sua produção (Figura 2), com destaque para as culturas de arroz, feijão, milho, mandioca, capim dourado, cajuí, pequi e murici. Apesar do conhecimento dos impactos do fogo gerados para o ambiente pelos indígenas, o bioma Cerrado evoluiu junto com o fogo, tanto é que algumas plantas apresentam adaptações e outras necessitam dele para completar o ciclo de vida. Segundo Pivello (2008), algumas espécies apresentam cortiça, que age como isolante térmico durante a passagem do fogo; em outras plantas, o fogo favorece a floração, possibilita a rebrota após a queima, induz à dispersão e à germinação de sementes.

Por fim, segundo Pivello (2008), os índios que viviam no Cerrado tinham conhecimento sobre os efeitos da queima/fogo, sabendo, por exemplo, da sua intensidade, da época do ano para realizá-la e da periodicidade, intercalando locais queimados com não queimados, deixando áreas queimadas sob repouso para recuperação com o tempo.

CONCLUSÕES

A aplicação do formulário permitiu verificar que os indígenas da região utilizam o fogo para diversos fins e que os malefícios decorrentes de seu uso inadequado são vistos no ambiente ou na produção econômica, e não de forma direta nos seres humanos. Por fim, a falta de conhecimentos tradicionais e/ou o desconhecimento do tamanho da área a ser queimada, por exemplo, estão relacionados aos malefícios que o fogo pode provocar ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- Bitencourt, M. D., Mistry, J., & Beradi, A. (2005). Verificação de manejo de fogo na Reserva Indígena Krahô – Tocantins, utilizando imagens de satélite. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 12, 2871-2878.
- Falleiro, R. M. (2011). Resgate do manejo tradicional do Cerrado com fogo para proteção das terras indígenas do Oeste do Mato Grosso: um estudo de caso. *Biodiversidade Brasileira*, 1(2), 86-96.
- Falleiro, R. M., Santana, M. T., & Berni, C. R. (2016). As contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o controle dos incêndios florestais nas Terras Indígenas do Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, 6(2), 88-105.
- Fidelis, A., & Pivello, V. R. (2011). Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos? *Biodiversidade Brasileira*, 1(2), 12-25.
- Figueiredo Filho, D. B., & Silva Júnior, J. A. (2010). Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. *Opinião Pública*, 16(1), 160-185. <https://doi.org/10.1590/S0104-62762010000100007>
- Frizzo, T. L. M., Bonizario, C., Borges, M. P., & Vasconcelos, H. (2011). Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*, 15(2), 365-379. <http://doi.org/10.4257/oeco.2011.1502.13>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2023). *Malha municipal digital e áreas territoriais - 2022*. IBGE. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101998.pdf>
- Klink, C. A., & Machado, R. B. (2005). A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, 1(1), 147-155.
- McGregor, S., Lawson, V., Christophersen, P., Kennet, R., Boyden, J., Bayliss, P., Liedloff, A., Mckaige, B., & Andersen, A. N. (2010). Indigenous wetland burning: conserving natural and cultural resources in Australia's World Heritage-listed Kakadu National Park. *Human Ecology*, 38(6), 721-729. <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9362-y>



- Mistry, J., Bilbao, B. A., & Berardi, A. (2016). Community owned solutions for fire management in tropical ecosystems: case studies from Indigenous communities of South America. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 371(1696), 20150174. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0174>
- Moutinho, S. (2014). Fogo amigo: estudos mostram que a prática indígena de queimar grandes áreas de Cerrado é benéfica para o ambiente. *Ciência Hoje*, 53, 44-46.
- Noda, S. N., Martins, A. L. U., Noda, H., Silva, A. I. C., & Braga, M. D. S. (2012). Paisagens e etnoconhecimentos na agricultura Ticuna e Cocama no alto rio Solimões, Amazonas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 7(2), 397-416. <https://doi.org/10.1590/S1981-81222012000200006>
- Oliveira, L. N., Lazzarini, G. M. J., Batista, A. C., Alves, K. C. C. L., & Giongo, M. (2015). Use of multispectral imaging in the evaluation of burnings and forest fires in Krahôlandia indigenous land (2003-2014). *Floresta*, 45(4), 853-864.
- Organização das Nações Unidas (ONU). (2012). *Report of the second session of the plenary meeting to determine modalities and institutional arrangements for an intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services*. United Nations Environment Programme. <https://www.ipbes.net/document-library-catalogue/unepipbesmi29>
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633-1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Pivello, V. R. (2008). Os cerrados e o fogo. *ComCiência*(104), 1-2.
- Redin, M., Santos, G. F., Miguel, P., Denega, G. L., Lupatini, M., Doneda, A., & Souza, E. L. (2011). Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. *Ciência Florestal*, 21(2), 381-392. <https://doi.org/10.5902/198050983243>
- Robert, P., López Garcés, C., Laques, A., & Coelho-Ferreira, M. (2012). A beleza das roças: agrobiodiversidade Mebêngôkre-Kayapó em tempos de globalização. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 7(2), 339-369. <https://doi.org/10.1590/S1981-81222012000200004>
- Rodriguez, I. (2007). Pemón perspectives of fire management in Canaima National Park, southeastern Venezuela. *Human Ecology*, 35(3), 331-343.
- Santín, C., & Doerr, S. H. (2016). Fire effects on soils: the human dimension. *Physiological Transactions of the Royal Society B*, 371(1696), 20150171. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0171>
- Santopoli, G., Cachoeira, J. N., Marchetti, M., Viola, M. R., & Giongo, M. (2016). Network analysis to support environmental resources management. A case study in the Cerrado, Brazil. *Land Use Policy*, 59, 217-226. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.002>
- Simon, M. F., Grether, R., Queiros, L. P., Skema, C., Pennington, R. T., & Hughes, C. E. (2009). Recent assembly of the Cerrado, a Neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proceedings of the National Academy of Science*, 106(48), 20359-20364. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903410106>
- Tocantins (Estado). (2012). *Atlas do Tocantins. Subsídios ao planejamento da gestão territorial* (6. ed. revista e atualizada). SEPLAN.
- Welch, J. R., Brondízio, E. S., Hetrick, S. S., & Coimbra Jr., C. E. A. (2013). Indigenous burning as conservation practice: Neotropical savanna recovery amid agribusiness deforestation in Central Brazil. *PLoS ONE*, 8(12), e81226. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081226>
- White, B. L. A., Ribeiro, G. T., & Souza, R. M. (2013). O uso do BehavePlus como ferramenta para modelagem do comportamento e efeito do fogo. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 33(73), 73-84. <https://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.73.409>

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

E. V. Carvalho contribuiu com escrita (rascunho original, revisão e edição); L. M. Oliveira com metodologia e escrita (rascunho original); J. N. Cachoeira com conceituação, investigação e metodologia; A. D. P. Silva com conceituação, investigação e metodologia; A. C. Batista com conceituação e validação; M. Giongo com administração do projeto, financiamento, metodologia e escrita (rascunho original e revisão); e A. F. Santos com conceituação e metodologia.



A sloth is shown in a grassy field, partially obscured by the text. The sloth is facing left, and its long, curved arm is visible. The background is a dense field of tall grass. The text 'NOTAS DE PESQUISA' is centered over the sloth's body in a black, sans-serif font.

NOTAS DE PESQUISA

Ecological notes and occurrence of *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817)
(Cnidaria: Astringiidae) for the Northern Brazilian Coast
Notas ecológicas e ocorrência de *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817)
(Cnidaria: Astringiidae) para a costa norte brasileira

Flavio de Almeida Alves-Júnior^I  | Déborah Elena Galvão Martins^{II}  | Kátia Cristina Araújo Silva^{III}  |
Alex Garcia Cavalleiro de Macedo Klautau^{III}  | Israel Hidenburgo Aniceto Cintra^{II} 

^IUniversidade Federal do Pará. Belém, Pará, Brasil

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

^{III}Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Belém, Pará, Brasil

Abstract: Ecological associations are widely reported in literature, covering several levels in the trophic chain or with different species interaction. However, the epibiosis between coral and gastropod species is still rarely observed in Brazil. Therefore, herein we report the epibiosis between the coral species *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817) and the gastropod *Turbinella laevigata* Anton, 1838, additionally, extending the distribution of *A. solitaria* from the northern Brazilian coast (State of Amapá). The species were collected as bycatch fauna during commercial fishing operations along the continental shelf of Amapá, under the supervision of Center for Research and Management of Fisheries Resources of the North Coast (CEPNOR). This paper increases the northernmost record of *A. solitaria* and expands its epibiosis interaction with *T. laevigata*.

Keywords: Epibiosis. Coral. Mesophotic reefs. Gastropod mollusk. State of Amapá.

Resumo: Associações ecológicas são amplamente reportadas na literatura, cobrindo vários níveis na cadeia trófica ou com diferentes interações entre espécies. Contudo, a epibiose entre espécies de corais e gastrópodes é raramente observada no Brasil. Baseados nisso, aqui nós reportamos a epibiose entre a espécie de coral *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817) e o gastrópode *Turbinella laevigata* Anton, 1838, adicionalmente estendendo a distribuição de *A. solitaria* para a costa norte do Brasil (estado do Amapá). As espécies foram coletadas como fauna acompanhante durante as operações de pesca comercial ao longo da plataforma continental do Amapá, sob a supervisão do Centro de Pesquisa e Gestão dos Recursos Pesqueiros da Costa Norte (CEPNOR). Este trabalho aumenta o registro mais ao norte de *A. solitaria* e expande sua interação de epibiose com *T. laevigata*.

Palavras-chave: Epibiose. Coral. Recifes mesofóticos. Molusco gastrópode. Estado do Amapá.

Alves-Júnior, F. A., Martins, D. E. G., Silva, K. C. A., Klautau, A. G. C. M., & Cintra, I. H. A. (2023). Ecological notes and occurrence of *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817) (Cnidaria: Astringiidae) for the Northern Brazilian Coast. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(2), e2023-e874. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i2.874>

Autor para correspondência: Flavio de Almeida Alves-Júnior. Universidade Federal do Pará (UFPA). Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca (NEAP). Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca (PPGEAP). Rua Augusto Corrêa, s/n - Guamá. CEP 66075-110. Belém, PA, Brasil (bioflavio@hotmail.com).

Recebido em 29/10/2022

Aprovado em 02/07/2023

Responsabilidade editorial: Valéria Juliete Silva



INTRODUCTION

For marine invertebrates, the fixation in the hard substrate is very important to perform its biological activities as feeding, growth and reproduction. The epibiosis is widely reported, especially using as hard substrata for the fixation, as observed in crustacean carapace, mollusk shells, sponges, polychaete tubes, dorsal structures of the turtles, dolphins, and whales or associated with marine litter such as tyres, pet bottles, glass and wood (Lewis, 1978; Ross & Newman, 1995; Wahl, 2008; Alves-Júnior et al., 2021, 2022).

One of the best represented groups adhered on consolidated substrate are the corals, which commonly occur in shallow waters, due to the luminosity and presence of nutrients, however, many groups can be observed in rocks or artificial substrata in deep regions with absence of light, as the example of corals azooxanthellate (Kitahara, 2007; Kitahara et al., 2008; Pires, 2007; Cordeiro et al., 2012, 2015; Zibrowius et al., 2017). The coral family Astringiidae Milne Edwards & Haime, 1857 is represented by the only genus *Astrangia* Milne Edwards & Haime, 1848 with 35 valid species, widely reported in many habitats from the coastal zones to depths of 573 m (Zlatarski & Martínez-Estalella, 1982; Cairns et al., 1999; Cairns, 2000; Cordeiro et al., 2012; Hoeksema & Cairns, 2023). In Brazilian waters, only two species are reported: *Astrangia rathbuni* Vaughan, 1906 and *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817), being this last, occurring along the southeast United States, Gulf of Mexico, Caribbean Sea, and in some regions of northeast and southeast of Brazil (Cordeiro et al., 2012; Leão et al., 2016).

The occurrence of biological interactions as epibiosis between corals and mollusks are widely reported in the literature (see Alves-Júnior et al., 2021 and references therein), however, the associations between *A. solitaria* and the gastropod shell *Turbinella laevigata* Anton, 1838, never been reported before. Based on that, here we report the coral species *A. solitaria* from the Northern region of Brazil, with ecological notes on its distribution and adhesion on *T. laevigata*.

MATERIAL AND METHODS

The species were collected as bycatch fauna during commercial fishing operations of the southern brown shrimp along the Amazon continental shelf (coordinates 02° 04' 00" N, 48° 33' 15" W), in Amapá State (Figure 1). Samples were performed using an otter trawl net (1 cm of mesh), in 2010, under the supervision of Center for Research and Management of Fisheries Resources of the North Coast (CEPNOR) (SISBIO Number: 44915–3).

After sampling, the individuals were frozen and stored in Styrofoam, and transferred to the Carcinology Laboratory (LabCrus); in the laboratory, the species were sorted out, photographed and measured in shell length (SL) and shell width (SW), using a digital caliper (0.01 mm). After the procedures, the individuals were preserved in 70% ethyl alcohol and stored in the carcinological collection at *Universidade Federal Rural da Amazônia*. The coral species were identified following (Le Sueur, 1817; Milne Edwards & Haime, 1848; Kitahara, 2007) and the gastropod species according to Rios (1994, 2009).

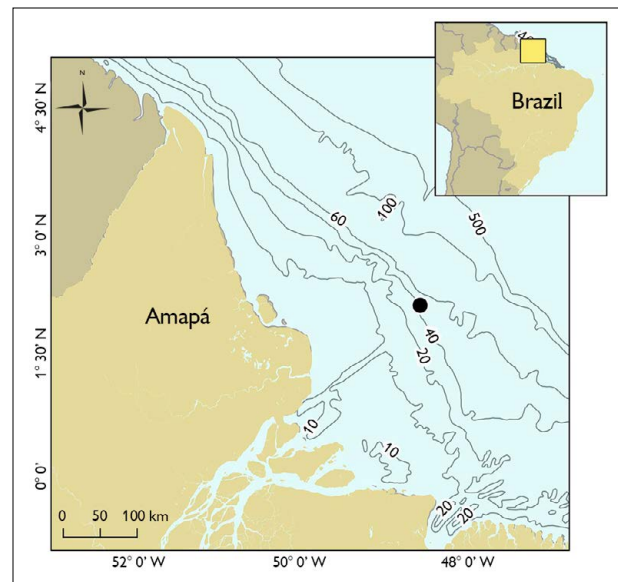


Figure 1. Localization of the study area of fishery activities called *Lixeira* in continental shelf of Amapá. Black circle = sampled point. Map created by Déborah E. G. Martins (2023).

RESULTS AND DISCUSSION

It was observed only one specimen of *T. laevigata* found with soft parts (SL: 10,52 cm; SW: 4,41 cm) (Voucher ID: LABCRUS.MTTL001) which was collected at 45 m of depth, infested by corals of the species *A. solitaria*, with the area showing epibiosis equivalent to 40% of the dorsal surface of shell (Figure 2). We observed 115 colonies of *A. solitaria*, and additionally, the presence of other invertebrates' epibionts as polychaete tubes of the family Serpulidae Rafinesque, 1815 and the colonies of bryozoan of the genus *Schizoporella* Hincks, 1877.

The coral species *A. solitaria* is reported along the Western Atlantic, with records in Florida, Bermudas, Mexico, Nicaragua, Jamaica, Bahamas, Haiti, Belize, Porto Rico, Colombia, Venezuela, Guyana and in Brazil, recorded from few States such as: Amapá (present study), Pará, Maranhão, Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Pernambuco, Alagoas, Bahia, São Paulo; and Ascension Island, found in coastal hard bottom or in deep coral reefs, with individuals found from 50 to 573 m (Zlatarski & Martínez-Estalella, 1982; Cairns, 2000; Kitahara et al., 2008; Cordeiro et al., 2012, 2015; Leão et al., 2016; Zibrowius et al., 2017). Thus, in this paper, we report the first record of the *A. solitaria* from the northern region of Brazil (State of Amapá), collected as bycatch fauna of fishery activities in the region.

The association between mollusks and other invertebrate groups are widely reported in literature (Boyko & Mikkelsen, 2002; Hoffmeister & Martin, 2003; Villegas et al., 2005; Góngora-Gómez et al., 2015; Lima et al., 2017; Alves-Júnior et al., 2021, 2022), especially the mollusk shells acting as hard substrata (basibiont) for the fixation of many others invertebrates such as sponges, corals, other mollusks, barnacles, bryozoans, polychaetes and plants as micro and macroalgae (Stauber, 1945; Garcia et al., 2003; Doldan et al., 2012; Hanke et al., 2015). The presence of the coral *A. solitaria* as epibiont of *T. laevigata* can be a opportunistic relation, which may facilitate the distribution of coral in different estuarine and marine

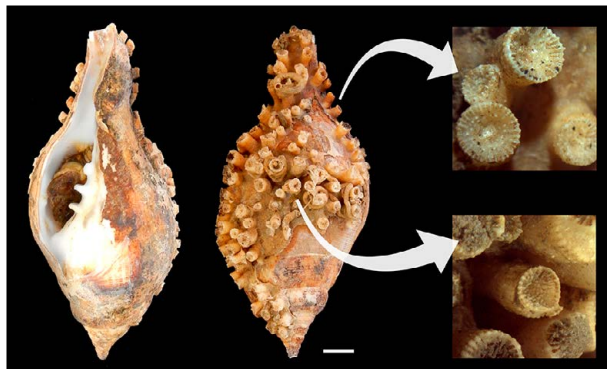


Figure 2. *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817) as epibiont of *Turbinella laevigata* Anton, 1838, collected from the State of Amapá, Brazil. (A) Ventral view of shell, (B) dorsal view of shell with presence of *A. solitaria*, (C-D) corallites isolated of *A. solitaria*. Image credit: Déborah E. G. Martins (2023). Scale bar = 1 cm.

habitats, especially in adjacent areas along the coral reefs, with this regional distribution, composing a wide range of different foods and the protection against coral predators as fishes, sea stars and sea urchins (Arnaud, 1978; Luzzatto & Pastorino, 2006).

The presence of epibiosis can benefit the basibiont with extra protection against predators, as observed from many crustaceans as in the genus *Dromia* Weber, 1795 and *Moreiradromia* Guinot & Tavares, 2003, which covers its carapace with sponges and ascidians for protection; from reports of mollusks as basibiont, studies provided by Garcia et al. (2003), observed the presence of the hermit crab *Paguristes erythrops* Holthuis, 1959 occupying the shell of *Favartia cellulosa* (Conrad, 1846), which was analyzed with commensal association with the *Astrangia rathbuni*; Luzzatto and Pastorino (2006), in observations from Argentine waters, reported the occurrence of the sea anemone *Antholoba aachates* (Drayton in Dana, 1846) as epibiont of gastropod *Pachycymbiola brasiliana* (Lamarck, 1811) [= *Adelomelon brasilianum* (Lamarck, 1811)], additionally, Schejter & Bremec (2007) highlighted in experiments the importance of the bivalve shell *Zygochlamys patagonica* (King, 1832) as basibiont for the fixation of many invertebrate species (hard substrata).

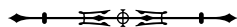
Many other studies indicated the species *A. solitaria* occurring in natural and artificial substrates such as floating woods, tyres and as biofouling in ships; additionally, this species is observed in small colonies, adhered between sponges, algae, rhodoliths bed, individuals of the same species and other corals, showing a low competition for space, when compared to other corals and invertebrates (Grohmann et al., 2003; Cordeiro et al., 2015; Asp et al., 2022). On the other hand, the presence of *A. solitaria* in mollusks shells can hinder the mobility of basibiont, increasing friction with waves and steam, and makes it difficult for basibionts to burrow in the sediment (Marin & Belluga, 2005). The coral biodiversity of the northern region of Brazil remains underestimated, it is necessary more collecting efforts to understand the real biodiversity in the region, additionally, further studies are necessary to assess the real ecological damage of fishing activities, and the risk of oil exploration in the region.

ACKNOWLEDGEMENTS

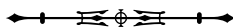
The authors would like to thank the Center for Research and Management of Fishery Resources of the North Coast (CEPNOR) for the sampled material. Also, we would like to thank Dr. Jonata Arruda for the mollusk identification, and Dr. Ralf T. S. Cordeiro for the identification of coral species. Additionally, the authors would like to thank the anonymous reviewers for their valuable comments throughout this paper.

REFERENCES

- Alves-Júnior, F. A., Lucatelli, D., Francisco, J. A., Ferreira, G. F. A., & Souza-Filho, J. F. (2021). Record of *Ostrea puelchana* d'Orbigny, 1842 (Bivalvia: Ostreidae), as new epibiont in *Eriphia gonagra* (Fabricius, 1781) (Crustacea: Eriphiidae) from Northeastern Brazil. *Arquivos de Ciências do Mar*, 54(2), 190-197. <https://doi.org/10.32360/acmar.v54i2.70469>
- Alves-Júnior, F. A., Martins, D. E. G., Silva, K. C. A., Klautau, A. G. C. M., & Cintra, I. A. H. (2022). Barnacles as Epibionts in Crustaceans from the Great Amazon Reef System (GARS) Northern of Brazil: new records and new host associations. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 38, 1371-1378. <https://doi.org/10.1007/s41208-022-00480-y>
- Arnaud, P. (1978). Observations écologiques et biologiques sur le volutidae antarctique *Harpovoluta charcoti* Lamy, 1910 (Gastropoda, Prosobranchia). *Haliotis*, 7, 744-746.
- Asp, N., Gomes, J. D. G., Gomes, V. J. C., Omachi, C. Y., Silva, A. M. M., Siegle, E., . . . Mahiques, M. M. (2022). Water column and bottom gradients on the continental shelf eastward of the Amazon River mouth and implications for mesophotic reef occurrence. *Journal of Marine Systems*, 225, 103642. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2021.103642>
- Boyko, C. B., & Mikkelsen, P. M. (2002). Anatomy and biology of *Mysella pedroana* (Mollusca: Bivalvia: Galeommatoidea), and its commensal relationship with *Blepharipoda occidentalis* (Crustacea: Anomura: Albuneidae). *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology*, 241(2), 149-160. [https://doi.org/10.1078/S0044-5231\(04\)70070-4](https://doi.org/10.1078/S0044-5231(04)70070-4)
- Cairns, S. D., Hoeksema, B. W., & van der Land, J. (1999). List of extant stony corals. *Atoll Research Bulletin*, 459, 13-46.
- Cairns, S. D. (2000). Studies on the natural history of the Caribbean region. *Studies on the Fauna of Curaçao and Other Caribbean Islands*, 75, 1-215.
- Cordeiro, R. T. S., Kitahara, M. V., & Amaral, F. V. (2012). New records and range extensions of azooxanthellate scleractinians (Cnidaria: Anthozoa) from Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 5, e35. <https://doi.org/10.1017/S175526721200019X>
- Cordeiro, R. T. S., Neves, B. M., Rosa-Filho, J. S., & Pérez, C. D. (2015). Mesophotic coral ecosystems occur offshore and north of the Amazon River. *Bulletin of Marine Science*, 91(4), 491-510. <http://dx.doi.org/10.5343/bms.2015.1025>
- Doldan, M. D. E., Oehrens-Kissner, E. M., Morsan, E. M., Zaidman, P. C., & Kroeck, M. A. (2012). *Ostrea puelchana* d'Orbigny, 1842: a new host of *Tumidotheres maculatus* (Say, 1818) in northern Patagonia, Argentina. *Latin America Journal of Aquatic Research*, 40(1), 224-228.
- Garcia, R. B., Meireles, A. L., & Mantelatto, F. L. M. (2003). Unusual shelters occupied by Brazilian hermit crabs (Crustacea: Decapoda: Diogenidae). *Brazilian Journal of Biology*, 63(4), 721-722. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842003000400020>
- Góngora-Gómez, A. M., Muñoz-Sevilla, N. P., Hernández Sepúlveda, J. A., & García-Ulloa, M. (2015). Association between the pen shell *Atrina tuberculosa* and the shrimp *Pontonia margarita*. *Symbiosis*, 66, 107-110. <https://doi.org/10.1007/s13199-015-0342-2>
- Grohmann, P. A., Nogueira, C. C., & Da Silva, V. M. A. (2003). Hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) collected on the continental shelf of Brazil during the Geomar X Oceanographic Operation. *Zootaxa*, 299(1), 1-19. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.299.1.1>



- Hanke, M. H., Hargrove, J. M., Alphin, T. D., & Posey, M. H. (2015). Oyster utilization and host variation of the oyster pea crab (*Zoops ostreum*). *Journal of Shellfish Research*, 34(2), 281-287. <https://doi.org/10.2983/035.034.0209>
- Hoeksema, B. W., & Cairns, S. (2023). World list of Scleractinia. *Astrangia* Milne Edwards & Haime, 1848. *World Register of Marine Species*. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135126>
- Hoffmeister, M., & Martin, W. (2003). Interspecific evolution: microbial symbiosis, endosymbiosis and gene transfer. *Environmental Microbiology*, 5(8), 641-649. <https://doi.org/10.1046/j.1462-2920.2003.00454.x>
- Kitahara, M. V. (2007). Species richness and distribution of azooxanthellate *Scleractinia* in Brazilian waters. *Bulletin of Marine Science*, 81(3), 497-518.
- Kitahara, M. V., Filho, N. O. H., & Abreu, J. G. N. (2008). Utilização de registros de corais de profundidade (Cnidaria, Scleractinia) para prever a localização e mapear tipos de substratos na plataforma e talude continental do sul do Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 48(2), 11-18. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492008000200001>
- Le Sueur, C. A. (1817). Observations on several species of the genus *Actinia*; illustrated by figures. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 1(6), 149-154, 169-189, pls. 7-8.
- Leão, Z. M. A. N., Kikuchi, R. K. P., Ferreira, B. P., Neves, E. G., Sovierzoski, H. H., Oliveira, M. D. M., . . . Johnsson, R. (2016). Brazilian coral reefs in a period of global change: a synthesis. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(sp2), 97-116. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160916064sp2>
- Lewis, C. A. (1978). A review of substratum selection in free-living and symbiotic cirripeds. In F. S. Chia & M. E. Rice (Eds.), *Settlement and metamorphosis of marine invertebrate larvae* (pp 207-218). Elsevier/North Holland.
- Lima, S. F. B., Lucena, R. A., Queiroz, V., Guimarães, C. R. P., & Breves, A. (2017). The first finding of *Ostrea* cf. *puelchana* (Bivalvia) living as epibiont on *Callinectes exasperatus* (Decapoda). *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 39(1), 79-85. <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v39i1.33629>
- Luzzatto, D., & Pastorino, G. (2006). *Adelomelon brasiliense* and *Antholoba achatas*: A phoretic association between a volutid gastropod and a sea anemone in Argentine waters. *Bulletin of Marine Science*, 78(2), 281-286.
- Marin, A., & Belluga, M. D. L. (2005). Sponge coating decreases predation on the bivalve *Arcanoea*. *Journal of Molluscan Studies*, 71(1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.1093/mollus/eyh045>
- Milne Edwards, H., & Haime, J. (1848). Observations sur les Polypiers de la famille des Astréides. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 27, 465-470.
- Pires, D. O. (2007). The azooxanthellate coral fauna of Brazil. In R. Y. George & S. D. Cairns (Eds.), *Conservation and adaptive management of seamount and deep-sea coral ecosystems* (pp. 265-272). Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science/University of Miami.
- Rios, E. C. (1994). *Seashells of Brazil*. Editora da Fundação Universidade do Rio Grande.
- Rios, E. C. (2009). *Compendium of Brazilian seashells*. Evangraf.
- Ross, A., & Newman, W. A. (1995). A coral-eating barnacle, revisited (Cirripedia, Pyrgomatidae). *Contributions to Zoology*, 65(3), 129-175.
- Schejter, L., & Bremec, C. (2007). Benthic richness in the Argentine continental shelf: the role of *Zygochlamys patagonica* (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae) as settlement substrate. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(4), 917-925. <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315407055853>
- Stauber, L. A. (1945). *Pinnotheres ostreum*, parasitic on the American Oyster, *Ostrea (Gryphaea) virginica*. *Biology Bulletin*, 88(3), 269-291. <https://doi.org/10.2307/1538315>
- Villegas, M. J., Stotz, W., & Laudien, J. (2005). First record of an epibiosis between the sand crab *Emerita analoga* (Stimpson, 1857) (Decapoda: Hippidae) and the mussel *Semimytilus algosus* (Gould, 1850) (Bivalvia, Mytilidae) in southern Peru. *Helgoland Marine Research*, 60(1), 25-31. <http://dx.doi.org/10.1007/s10152-005-0012-5>
- Wahl, M. (2008). Ecological lever and interface ecology: epibiosis modulates the interaction between host and environment. *Biofouling*, 24(6), 427-438. <https://doi.org/10.1080/08927010802339772>
- Zibrowius, H., Wirtz, P. Nunes, F. L. D., Hoeksema, B. W., & Benzoni, F. (2017). Shallow-water scleractinian corals of Ascension Island, Central South Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97(4), 713-725. <https://doi.org/10.1017/S0025315414001465>
- Zlatarski, V. N., & Martínez-Estalella, N. (1982). *Les Scléractiniaires de Cuba avec des données sur les organismes associés*. Editions de l'Académie Bulgare des Sciences.



AUTHORS' CONTRIBUTION

F. A. Alves-Júnior contributed to writing (original draft, proofreading and editing), investigation, and conceptualization; D. E. G. Martins with writing (original draft, proofreading and editing), investigation, and validation; K. C. A. Silva with writing (original draft and editing), methodology, and validation; A. G. C. M. Klatau with resources, and methodology; and I. H. A. Cintra with writing (original draft and editing), methodology, resources, supervision, and data curation.



Predation attempt on the lizard *Kentropyx calcarata* (Spix, 1825) by the snake *Oxybelis aeneus sensu lato* in a fragment of Atlantic Forest, Northeastern, Brazil

Tentativa de predação do lagarto *Kentropyx calcarata* (Spix, 1825) pela serpente *Oxybelis aeneus sensu lato* em um fragmento de Mata Atlântica, Nordeste, Brasil

Rhian Vilar da Silva Vieira^I  | Matheus Cândido Batista^{II}  | Bruno Halluan Soares de Oliveira^{III} 

^IUniversidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

^{II}Universidade Estadual da Paraíba. Graduação em Ciências Biológicas. Campina Grande, Paraíba, Brasil

^{III}Universidade Federal da Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia). João Pessoa, Paraíba, Brasil

Abstract: Information about predatory encounters is important for understanding predator-prey interactions and, consequently, for understanding the natural history of the species involved. In this study we report the first event of attempted predation by *Oxybelis aeneus sensu lato* on *Kentropyx calcarata* describing its behavior and comparing it with other reports of snake predation and lizard defensive behavior. We recorded the predation event in an area shaded by cashew trees in the Atlantic Forest of the Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, state of Paraíba, Northeastern Brazil.

Keywords: Food ecology. Diet. Colubridae. Teiidae. Prey.

Resumo: Informações sobre encontros predatórios são importantes para a compreensão das interações predador-presa e, conseqüentemente, para a compreensão da história natural das espécies envolvidas. Neste estudo, relatamos o primeiro evento de tentativa de predação por *Oxybelis aeneus sensu lato* em *Kentropyx calcarata*, descrevemos seu comportamento e comparamos o evento com outros relatos de predação de serpentes e comportamento defensivo de lagartos. Registramos o evento de predação em uma área sombreada por cajueiros na Mata Atlântica da Reserva Biológica Guaribas, localizada no município de Mamanguape, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Ecologia alimentar. Dieta. Colubridae. Teiidae. Presa.

Vieira, R. V. S., Batista, M. C., & Oliveira, B. H. S. (2023). Predation attempt on the lizard *Kentropyx calcarata* (Spix, 1825) by the snake *Oxybelis aeneus sensu lato* in a fragment of Atlantic Forest, Northeastern, Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(2), e2023-e872. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i2.872>

Autor para correspondência: Rhian Vilar da Silva Vieira. Av. Bento Gonçalves, 9500, Campus do Vale - Prédio 43312 M. Porto Alegre, RS, Brasil. CEP 91501-970 (silvarhian412@gmail.com).

Recebido em 06/10/2022

Aprovado em 07/07/2023

Responsabilidade editorial: Pedro Peloso



Oxybelis Wagler, is one of the most widespread genera of snakes in the Americas (Torres-Carvajal et al., 2021). Recently, Jadin et al. (2019, 2020, 2021), based in molecular and morphological analysis, identified *Oxybelis aeneus* as a complex composed of at least eight species. Jadin et al. (2021) suggested the nominal species, *O. aeneus*, is restricted to the Amazon Basin, and proposed the revalidation of *Oxybelis acuminatus* (Wied, 1824) for the Brazilian Atlantic Forest. However, following the recommendation by H. Costa et al. (2021), here we adopt the name *Oxybelis aeneus sensu lato* for the population of the Atlantic Rainforest.

Oxybelis aeneus sensu lato is a rear-fanged Neotropical colubrid snake, occurring in the *Caatinga* ecoregion (Vitt & Vangilder, 1983; W. Almeida et al., 2008; Pereira et al., 2015; Magalhães et al., 2015; Nogueira et al., 2019), *Cerrado* ecoregion (Nogueira et al., 2019), and Atlantic Forest (Santana et al., 2008; Pereira Filho & Montingelli, 2011; Marques et al., 2017), even in urban areas (França et al., 2012; Oliveira et al., 2016; F. Costa et al., 2022). The species is characterized by arboreal and diurnal (sometimes nocturnal) habits (Vitt & Vangilder, 1983; Mesquita et al., 2012) and inhabits different vegetation like riparian areas, natural clearings, dry forest, forest edges and abandoned pastures (Santana et al., 2008; Pereira Filho & Montingelli, 2011; Marques et al., 2017; F. Costa et al., 2022). Adopts the sit-and-wait ambush strategy to capture prey (F. Costa et al., 2022), with lizards constituting the main prey in the diet of this species, which occasionally also includes amphibians, birds and insects (Vitt & Vangilder, 1983; Silva et al., 2015; F. Costa et al., 2022).

In the present study, we documented an event of predation on lizard *Kentropyx calcarata* (Spix, 1825) by *Oxybelis aeneus sensu lato*, at 12:30 p.m. on 18 September 2015 in a closed forest in the *Reserva Biológica Guaribas* (situated in: 6° 42' 36" S, 35° 10' 38" W), in Mamanguape, state of Paraíba, Brazil.

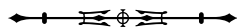
A juvenile *K. calcarata* specimen was captured by an adult *Oxybelis aeneus sensu lato* positioned vertically downward toward the ground, on a branch of cashew

trees (*Anacardium occidentale* Linnaeus, 1753). We observe the moment when *Oxybelis aeneus sensu lato* bit the right side of the lizard's gular region, lifting it off the ground, the lizard remained immobile after being captured, for about one minute, without a sketching reaction, until the snake dropped it, then it soon ran away.

After that, we captured the snake (collection permits No. 48256-1 MMA/ICMBio/SISBIO), killed it with 2% lidocaine hydrochloride injection (parenteral [fixed anesthesia] intracardiac injection), fixed in injection of 10% formalin solution, and then preserved in 70% ethyl alcohol. Finally we deposited in the *Coleção de Referência do Laboratório de Herpetologia* integrated to *Laboratório de Etnoecologia, Universidade Estadual da Paraíba – Campus I*, from Campina Grande, Paraíba.

Kentropyx calcarata is a diurnal, terrestrial and heliothermic lizard (Vitt, 1991; Vitt et al., 1997). At noon, where temperatures are higher, it is possible to observe many individuals of *K. calcarata* foraging on the leaf litter or exposed directly to the sun into the forest, in natural clearings. To avoid overheating, these lizards thermoregulate under the tree shelter and cashew trees usually provide this shelter. The daily activity of *Oxybelis aeneus sensu lato* (Vitt & Vangilder, 1983) coincides with that of several species of lizards, such as *K. calcarata* in the Atlantic Forest (Vitt, 1991; Franzini et al., 2019), and this snake is a stalking predatory which has a morphology and coloring like dry branches of cashew trees (Fleishman, 1985; Greene, 1988).

The vertical position that we observed the snake in the approach, was already recorded during the attack of *Oxybelis aeneus* on other lizards (Abarca & Knapp, 2009; F. Costa et al., 2022). Generally, snakes from *Oxybelis* genus stay relatively close to the ground, at about 0.3 to at most 1.8 meters (Savage, 2002; Grant & Lewis, 2010; F. Costa et al., 2022), being able to attack to about 20 cm of the ground (V. Almeida et al., 2009), exactly the approximate average height in relation to the soil that we recorded in our study. Its approach is characterized by



cryptic movement interspersed with immobile behavior, as it slowly approaches the prey to a quick and precise stroke (Henderson, 1982; Fleishman, 1985; Greene, 1988; Savage, 2002).

Grant & Lewis (2010) reported a predation attempt where *Oxybelis koehleri* (Jadin, Blair, Orlofske, Jowers, Rivas, Vitt, Ray, Smith & Murphy, 2020) was unable to swallow an adult lizard, *Basiliscus plumifrons* (Cope, 1875), interrupting the predation and releasing the prey. In contrast, in our observation, the snake dropped the juvenile individual of *K. calcarata* while manipulating it in the mouth. In addition, the lizard did not show any behavior of resistance, as observed in other lizards, like use of hind legs (Grant & Lewis, 2010), undulating movement of the body (Cupul-Magaña & Escobedo-Galván, 2016), or bites (Abarca & Knapp, 2009). The lizard immobility may have occurred due to asphyxia (V. Almeida et al., 2009; Grant & Lewis, 2010) as a consequence of the pressure of the bite. As recorded by Grant & Lewis (2010), the lizard recovered itself after being immobilized and escaped through the forest.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade* (ICMBio) for the authorization to collect specimens (license number: 48256-1). In addition, to the entire team that supports research activities at Rebio Guaribas: T. B. S. Nobrega, R. J. C. Tavares, P. E. P. N. Alves, J. N. Oliveira, M. C. Silva, J. I. G. Nunes, E. R. Morais, D. K. S. Montenegro, A. C. S. Silva, M. A. Carvalho, E. A. B. Alamar, C. A. Egitto and F. R. Gouveia, M. E. P. Barbosa and T. K. S. Marques. The *Reserva Biológica Guaribas* team, who assisted us when necessary during our field surveys, in particular: G. L. Freitas (Chief), I. M. Silva (Fire Manager/ Deputy Chief), A. H. Leal (Responsible for the Research Sector), A. O. Silvestre (Captain), D. P. Silva, L. V. Gomes, S. M. Gomes and S. S. Birth. Thanks to the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (Capes) and the *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq) for their support and scholarships. And, finally, to

thank the Graduate Program in Ecology and Conservation at the *Universidade Estadual da Paraíba* for their assistance in the procedures that made this work possible.

REFERENCES

- Abarca, J. G., & Knapp, C. R. (2009). Natural history notes: *Oxybelis aeneus* (Narrow-headed Brown Vine Snake). *Behaviour. Herpetological Review*, 40(1), 101.
- Almeida, V. L., Silva, G. L., Campos, T. F., Muniz, S. L. S., & Santos, E. M. (2009). Predação do lagarto *Tropidurus cocorobensis* pela serpente *Oxybelis aeneus*. *Boletim de Museu de Biologia Mello Leitão*, 25, 83-86.
- Almeida, W. O., Guedes, T. B., Freire, E. M. X., & Vasconcelos, A. (2008). Pentastomid infection in *Philodryas nattereri* Steindachner, 1870 and *Oxybelis aeneus* (Wagler, 1824) (Squamata: Colubridae) in a caatinga of northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(1), 193-197. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000100028>
- Costa, H. C., Guedes, T. B., & Bérnils, R. S. (2021). Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. *Herpetologia Brasileira*, 10(3), 1-171. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5838950>
- Costa, F. R. F., Pezeta, Y. F. M., Crozariol, M. A., Oliveira, T. P., Henderson, R. W., & Gonzalez, R. C. (2022). A review of the diet of *Oxybelis aeneus* group (Squamata: Colubridae) including two new prey records from north-eastern Brazil. *Herpetology Notes*, 15(2022), 785-795.
- Cupul-Magaña, F. G., & Escobedo-Galván, A. H. (2016). *Gonatodes albobularis*. Predation by a Brown Vinesnake (*Oxybelis aeneus*). *Mesoamerican Herpetology*, 3(3), 721-723.
- Fleishman, L. J. (1985). Cryptic movement in the Vine Snake *Oxybelis aeneus*. *Copeia*, 1985(1), 242-245. <https://doi.org/10.2307/1444822>
- França, R. C., Germano, C. E. S., & França, F. G. R. (2012). Composition of a snake assemblage inhabiting an urbanized area in the Atlantic Forest of Paraíba State, Northeast Brazil. *Biota Neotropica*, 12(3), 183-195. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032012000300019>
- Franzini, L. D., Teixeira, A. A. M., Tavares-Bastos, L., Vitt, L. J., & Mesquita, D. O. (2019). Autecology of *Kentropyx calcarata* (Squamata: Teiidae) in a remnant of Atlantic Forest in the easternmost of Americas. *Journal of Herpetology*, 53(3), 209-217. <https://doi.org/10.1670/17-184>
- Grant, P. B. C., & Lewis, T. R. (2010). Predation attempt by *Oxybelis aeneus* (Wagler) (Mexican Vine-Snake) on *Basiliscus plumifrons* (Cope). *Acta Herpetologica*, 5(1), 19-22. https://doi.org/10.13128/Acta_Herpetol-8531



- Greene, H. W. (1988). Antipredator mechanisms in reptiles. In C. Gans & R.B. Huey (Eds), *Biology of the Reptilia* (pp. 1-152). Alan R. Liss, Inc.
- Henderson, R. W. (1982). Trophic relationships and foraging strategies of some new world tree snakes (Leptophis, *Oxybelis*, *Uromacer*). *Amphibia-Reptilia*, 3(1), 71-80. <https://doi.org/10.1163/156853882X00185>
- Jadin, R. C., Blair, C., Jowers, M. J., Carmona, A., & Murphy, J. C. (2019). Hiding in the lianas of the tree of life: molecular phylogenetics and species delimitation reveal considerable cryptic diversity of New World Vine Snakes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 134, 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2019.01.022>
- Jadin, R. C., Blair, C., Orlofske, S. A., Jowers, M. J., Rivas, G. A., Vitt, L. J., . . . Murphy, J. C. (2020). Not withering on the evolutionary vine: systematic revision of the Brown Vine Snake (Reptilia: Squamata: *Oxybelis*) from its northern distribution. *Organisms Diversity & Evolution*, 20, 723-746. <https://doi.org/10.1007/s13127-020-00461-0>
- Jadin, R. C., Jowers, M. J., Orlofske, S. A., Duellman, W. E., Blair, C., & Murphy, J. C. (2021). A new vine snake (Reptilia, Colubridae, *Oxybelis*) from Peru and redescription of *O. acuminatus*. *Evolutionary Systematics*, 5(1), 1-12. <https://doi.org/10.3897/evolsyst.5.60626>
- Magalhães, F. M., Laranjeiras, D. O., Costa, T. B., Juncá, F. A., Mesquita, D. O., Röhr, D. L., . . . Garda, A. A. (2015). Herpetofauna of protected areas in the Caatinga IV: Chapada Diamantina National Park, Bahia, Brazil. *Herpetology Notes*, 8(2015), 243-261.
- Marques, R., Rödder, D., Solé, M., & Tinôco, M. S. (2017). Diversity and habitat use of snakes from the coastal Atlantic rainforest in northeastern Bahia, Brazil. *Salamandra*, 53(1), 34-43.
- Mesquita, P. C. M. D., Borges-Nojosa, D. M., Passos, D. C., & Bezerra, C. H. (2012). Activity patterns of the Brown Vine snake *Oxybelis aeneus* (Wagler, 1824) (Serpentes, Colubridae) in the Brazilian semiarid. *Animal Biology*, 62(2012), 289-299. <https://doi.org/10.1163/157075611X618228>
- Nogueira, C. C., Argôlo, A. J., Arzamendia, V., Azevedo, J. A., Barbo, F. E., Bérnils, R. S., . . . Martins, M. (2019). Atlas of Brazilian snakes: verified point-locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. *South American Journal of Herpetology*, 14(sp1), 1-274. <https://doi.org/10.2994/SAJH-D-19-00120.1>
- Oliveira, C. N., Muniz, S. L. S., & Moura, G. J. B. (2016). Reptiles of an urban Atlantic Rainforest fragment in the state of Pernambuco, northeastern Brazil. *Herpetology Notes*, 9(2016), 175-183.
- Pereira, E. N., Teles, M. J. L., & Santos, E. M. (2015). Herpetofauna em remanescente de Caatinga no Sertão de Pernambuco, Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 37, 29-43.
- Pereira Filho, G. A., & Montingelli, G. G. (2011). Check list of snakes from the Brejos de Altitude of Paraíba and Pernambuco, Brazil. *Biota Neotropica*, 11(3), 145-151. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000300011>
- Santana, G. G., Vieira, W. L. S., Pereira-Filho, G. A., Delfim, F. R., Lima, Y. C. C., & Vieira, K. S. (2008). Herpetofauna em um fragmento de Floresta Atlântica no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Biotemas*, 21(1), 75-84. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n1p75>
- Savage, J. M. (2002). *The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas*. University of Chicago Press.
- Silva, C. F., Alcántara, E. P., Oliveira, H. F., Oliveira, M. A. S., & Ávila, R. (2015). *Oxybelis aeneus* (Brown Vinesnake). *Diet. Herpetological Review*, 46(0018-084x), 648.
- Torres-Carvajal, O., Mejía-Guerrero, M., & Terán, C. (2021). Adding missing vines to the tree: multilocus phylogeny of New World vine snakes (Serpentes: Colubridae: *Oxybelis*), with description of a new species. *Journal of Natural History*, 55(31-32), 2027-2046. <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.1986164>
- Vitt, L. J., & Vangilder, L. D. (1983). Ecology of a snake community in Northeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 4(2), 273-296. <https://doi.org/10.1163/156853883X00148>
- Vitt, L. J. (1991). Ecology and life history of the wide-foraging lizard *Kentropyx calcarata* in Amazonian Brazil (Teiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 69(11), 2791-2799. <https://doi.org/10.1139/z91-393>
- Vitt, L. J., Zani, P. A., Lima, A., & Marinho, C. (1997). Heliotherms in tropical rain forest: the ecology of *Kentropyx calcarata* (Teiidae) and *Mabuya nigropunctata* (Scincidae) in the Curuá-Una of Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 13(2), 199-220. <https://doi.org/10.1017/S0266467400010415>

AUTHORS' CONTRIBUTION

R. V. S. Vieira contributed to investigation, visualization, writing and review (original draft); M. C. Batista contributed to investigation, visualization and writing (original draft); and B. H. S. Oliveira to writing (original draft, review and editing).





Presence and monitoring of albino giant anteaters
(*Myrmecophaga tridactyla*) in the *Cerrado* savanna
Presença e monitoramento de tamanduás-bandeira
(*Myrmecophaga tridactyla*) albinos no Cerrado

Nina Attias^I  | Débora Regina Yogui^{I,II,III}  | Mario Alves^{I,II}  | Danilo Kluyber^{I,IV}  | Miriã Ribeiro Costa^I  |
Polyana Mayume Pereira da Silva^V  | Ednilson Paulino Queiroz^{VI}  | Arnaud L. J. Desbiez^{I,VII,VIII} 

^IInstituto de Conservação de Animais Silvestres. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil

^{II}Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil | ^{III}Nashville Zoo. Nashville, Tennessee, USA | ^{IV}Naples Zoo at Caribbean Gardens. Naples, Florida, USA

^VUniversidade Federal do Mato Grosso do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil | ^{VI}Batalhão de Polícia Militar Ambiental. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil | ^{VII}Instituto de Pesquisas Ecológicas. Nazaré Paulista, São Paulo, Brasil | ^{VIII}Royal Zoological Society of Scotland. Murrayfield, Edinburgh, United Kingdom

Abstract: Here we present two cases of albinism in giant anteaters from the same area in Central Brazil. The two juvenile individuals presented light-colored fur, unpigmented eyes, and pinkish skin around the eyes, ears, and snout tip. One of the individuals died before achieving adulthood. Given that albinism might affect individual behavior, survival, and fitness, we have started the GPS monitoring of one of the albino individuals. We present the results of our initial health assessment of the individual, showing that its parameters are generally within normality. We also present opportunistic observations showing that its atypical coloration did not affect intraspecific interactions, i.e., the parental care provided by its mother. Finally, we discuss the potential relationship between the individuals, how this could be related to landscape degradation and its associations with population declines in the region. Hence, these records provide additional evidence on the urgency of implementation of conservation measures to cease further population declines of giant anteaters in the *Cerrado* biome, here, focusing on the Mato Grosso do Sul state, Brazil.

Keywords: Atypical coloration. Conservation. Mato Grosso do Sul state. Pilosa. Population decline. Xenarthra.

Resumo: Apresentamos dois casos de albinismo em tamanduás-bandeira da mesma área no Centro-Oeste do Brasil. Os dois indivíduos juvenis apresentavam pelagem clara, olhos não pigmentados e pele rosada ao redor dos olhos, orelhas e ponta do focinho. Um dos indivíduos morreu antes de atingir a idade adulta. Dado que o albinismo pode afetar o comportamento individual, a sobrevivência e a aptidão darwiniana, iniciamos o monitoramento via GPS de um dos indivíduos albinos. Apresentamos os resultados de nossa avaliação inicial de saúde do indivíduo, mostrando que seus parâmetros estão, em geral, dentro da normalidade. Também apresentamos observações oportunísticas mostrando que sua coloração atípica não afetou as interações intraespecíficas, ou seja, o cuidado parental prestado por sua mãe. Por fim, discutimos a possível relação entre os indivíduos, como isso pode estar relacionado à degradação da paisagem e suas associações com o declínio populacional na região. Portanto, esses registros fornecem evidências adicionais sobre a urgência da implementação de medidas de conservação para impedir novos declínios populacionais de tamanduás-bandeira no bioma Cerrado, focando aqui no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

Palavras-chave: Coloração atípica. Conservação. Mato Grosso do Sul. Pilosa. Declínio populacional. Xenarthra.

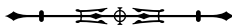
Attias, N., Yogui, D. R., Alves, M., Kluyber, D., Costa, M. R., Silva, P. M. P., Queiroz, E. P., & Desbiez, A. L. J. (2023). Presence and monitoring of albino giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*) in the *Cerrado* savanna. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 18(2), e2023-e866. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i2.866>

Autora para correspondência: Nina Attias. R. Georges Sleiman Abdalla, 38. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, BR. CEP 79004-230 (nina.attias@gmail.com).

Recebido em 01/12/2022

Aprovado em 12/07/2023

Responsabilidade editorial: Alexandra Maria Ramos Bezerra



INTRODUCTION

Atypical coloration in animals is caused by genetic conditions that cause abnormal production of pigmentation and can have fitness consequences for individuals. The three most observed patterns are albinism, leucism, and melanism. Albinism is the total absence of skin and retina pigmentation (Hiller, 1983). Partial albinism occurs when there is a reduction in pigmentation in the skin, fur, or eyes. Leucism is a form of partial albinism where the animal presents typical coloration in their eyes, but their skin or hair contains no color pigment (Forrest & Naveen, 2000). In contrast, melanism is characterized by an excessive deposition of pigmentation. These are rare genetic conditions generally related to recessive alleles (McCardle, 2012; Summers, 2009) and can become more frequent in small populations with higher inbreeding rates (Cuxim-Koyoc et al., 2020; Kuras et al., 2001).

Animal coloration can have an important role in intraspecific behavior and is one of the main factors responsible for crypsis, i.e., an animal's ability to blend with their surroundings and be unnoticed by their predators and prey. Hence, atypical coloration tends to have negative effects on animal survival and fitness (Cuxim-Koyoc et al., 2020; Uieda, 2000). However, when presented in the species with cryptic or nocturnal habits, or those with efficient defense mechanisms, individuals have higher chances of survival (Sazima & Di-Bernardo, 1991). Coat color also plays a key role in filtering solar radiation. Hence, coat color abnormalities could increase skin cancer propensity (Marçon & Maia, 2019) and also affect heat gain, which, in turn, could affect behavioral and metabolic thermoregulation mechanisms (Stuart-Fox et al., 2017; Walsberg, 1983). Furthermore, because pigment cells are essential for the proper functioning of sensory organs such as eyes and ears, color mutations can also negatively affect sensory organs and nerves (Reissmann & Ludwig, 2013). Unfortunately, most records of color abnormalities are presented as opportunistic photographic or video records (e.g., LaPergola, 2019; Uieda, 2000), and few studies

have been able to monitor these individuals in the wild to understand how this condition affects their behavior and survival rates (e.g., Tavares et al., 2020).

The giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla* Linnaeus, 1758) is a large sized insectivorous mammal (22-45 kg) that can reach up to 2 m in length (Bertassoni & Desbiez, 2021). The species is broadly distributed throughout the Neotropics and inhabits a variety of habitats, from grasslands to forests (Bertassoni & Desbiez, 2021). They are mostly nocturnal but increase diurnal activity when experiencing lower temperatures (Camilo-Alves & Mourão, 2005; Giroux et al., 2021). Due to their size and defense mechanisms, the only animals known to predate on adult giant anteaters are jaguars (*Panthera onca* Linnaeus, 1758) and pumas (*Puma concolor* Linnaeus, 1771). Although there is high phenotypic variation in fur coloration along the distribution of lesser anteaters of the genus *Tamandua* Rafinesque, 1815 (Hayssen, 2011), coat color of giant anteaters presents a consistent pattern with small intraspecific variation along its distribution (Möcklinghoff et al., 2018).

In this study, we present two cases of albinism in giant anteaters from the same area in Midwestern Brazil and discuss the potential relationship between the cases. Given that albinism might affect individual behavior, survival, and fitness, we present the initial conditions and preliminary results of a monitoring program for one of these albino individuals.

METHODS

STUDY AREA

This study is being conducted at Barra Bonita Ranch, Arapuá district, Três Lagoas municipality, Mato Grosso do Sul state, Brazil (Figure 1). The ranch is dedicated to cattle ranching activity, being covered mainly by pasturelands, and is inserted in a region of *Cerrado* savanna that has undergone severe degradation, through the conversion of native vegetation into pastureland and *Eucalyptus* plantations, with only a few remnant native savanna fragments (Reynolds et al., 2016).



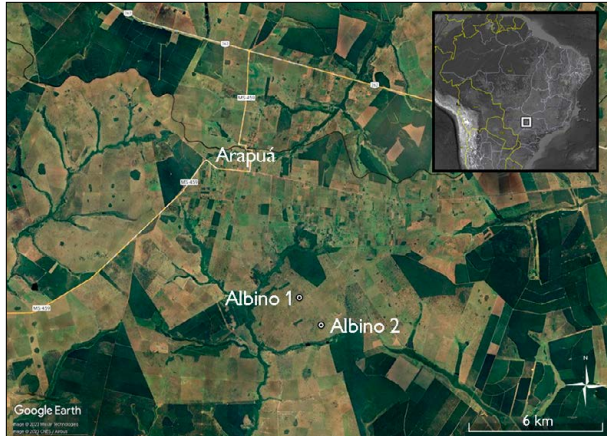


Figure 1. Study region and location of the records of the two albino individuals at Barra Bonita Ranch, Arapuá district, Três Lagoas municipality, Mato Grosso do Sul state, Brazil. Map: GoogleEarth (2023).

The *Cerrado* is one of the world's largest Biodiversity Hotspots (Myers et al., 2000), but it has one of the lowest levels of protection (1.6% strictly protected). In Mato Grosso do Sul state, only 16% (58,459 km²) of native *Cerrado* remains pulverized in small fragments (average ~9 ha) within an agricultural matrix (Reynolds et al., 2016).

FIRST RECORD

In August 2021, an individual giant anteater with atypical coloration was recorded walking alone in a pasture area (photographed and filmed; Figures 2A and 2C¹) by two ranch workers (Valdemar da Silva and Elias Menossi). Based on video and photo records, it is possible to state that the individual of unknown sex presented hypopigmentation in its fur, skin, and eyes, which are characteristic of albinism. The record was publicly shared by a local news website (Arapuá News, 2021). The presence of the atypical individual was recorded by the reporter from the environmental military police (Tenente Coronel Ednilson Queiroz from the 15^o *Batalhão da Polícia Militar Ambiental*, Campo Grande; August 2nd, 2021),

who then contacted our team (Danilo Kluyber) to check on the individual in the field (August 31st, 2021). After receiving the alert about the albino individual, our team was able to visit the study site on September 8th, 2021. After three days of active search, we encountered the carcass of an albino juvenile individual near the location of the first sighting by ranch workers (approx. 200 m; 20° 51' 5.5" S, 52° 02' 6.7" W; Figure 3), which makes us assume this is the same albino individual that had last been seen alive on August 2nd, 2021.

SECOND RECORD

One year later (August 22nd, 2022), a second juvenile albino individual was seen by the same ranch workers in the same area and reported directly to our team. This individual seemed younger than the first one, as it was still on its mother's back (Figure 2B), a behavior observed in individuals under 6 months of age (Jerez & Halloy, 2003). Our team visited Barra Bonita Ranch (September 5th 2022) and captured both mother and cub using long-handled dip nets. Individuals were anesthetized through intramuscular injection and had samples of tissue, blood, hair, feces, and swabs (nasal, oral, ear, and rectal) collected. Capture and handling procedures followed (Kluyber et al., 2021). Finally, to enable periodic health assessments and behavioral monitoring, during anesthesia the albino juvenile was equipped with a GPS harness (TGW4570-4 Iridium GPS; Bertassoni et al., 2022). This will allow us to understand the potential consequences of albinism for individual behavior, physical conditions, and survival. To ensure that the harness does not harm the individual and is fit to the body, periodic recaptures of the individual are being performed for adjustment of the harness' size and health assessments.

To assess the potential relatedness between the albino individuals recorded in the same area, tissue and

¹ Links for the video records of the albino giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) encountered in August 2021, at Barra Bonita Ranch, Três Lagoas municipality, Mato Grosso do Sul state, Brazil: ICAS (2022a, 2022b).



Figure 2. Giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) individuals with atypical coloration pattern recorded at Barra Bonita Ranch, Três Lagoas municipality, Mato Grosso do Sul state, Brazil. (A) Subadult individual (individual #1) with atypical coloration pattern recorded in August 2021. (B) Young giant anteater (individual #2) with atypical coloration pattern (albino) on the back of its mother with typical coloration recorded in August 2022. (C) Close-up showing the faded spots with slightly darker coloration along the head of individual #1 and the characteristic red coloration of the eyes associated with albino individuals on individual #1 (C) and #2 (D). Photos (A) and (C) are still frames from video provided by Valdemar da Silva; photos (B) and (C) were taken by D. Yogui.

hair samples from both albino individuals and from the female that was nursing the second one, were sent to the Molecular Biodiversity and Conservation Lab at the University of São Carlos for genetic kinship analysis. Blood samples were subjected to hematology and biochemistry analysis to assess the health conditions of the albino individual and its mother.

ETHICAL GUIDELINES

This study was performed under License No. 53798-16 from the Chico Mendes Institute for Biodiversity

Conservation, granting permission for individual capture and handling, and biological sample collection and storing. All procedures followed the Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research (Sikes & ACUC, 2016).

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, we actively recorded two juvenile individuals with light-colored fur and unpigmented (red) eyes, characteristic of albinism, in the field. The skin around the eyes, ears, and tip of the snout were light and pinkish

(Figure 4), while the head of one of the individuals' presented spots with slightly darker coloration (Figure 2).

FIRST RECORD

We encountered the albino anteater's carcass in an advanced stage of decomposition, with no internal tissues or organs, and only bones and pieces of skin that could be detected (Figure 3). Based on our previous studies with carcass degradation along highways (Ascensão et al., 2021), this level of degradation indicates that the death of the individual is most likely to have occurred more than two weeks before we encountered it. In addition, the condition of the carcass,

with scattered pieces of skin and fur, and fractured bones, could be a sign of predation. Finally, the examination of the carcass with atypically light-colored fur allowed us to confirm that it was a young giant anteater (confirmed by epiphyseal plates on bones; Figure 3C), with estimated weight of ~15-20 kg (based on its body size in relation to the humans recorded in the original video; ZIMS, 2023). Tissue samples (muscle) were collected and stored under the id #MAM_1042 at the Biological Samples Collection of the Laboratory of Molecular Biodiversity and Conservation of the Genetics & Evolution Department of *Universidade Federal de São Carlos* (UFSCar) (SIGGEN #C09B230).



Figure 3. Carcass of albino giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) encountered on 10 August 2021, at Barra Bonita Ranch, Arapuá district, Três Lagoas municipality, Mato Grosso do Sul state, Brazil. A) Scattered pieces of skin and fur. B) Hind and fore limbs with desiccated skin. C) Hind and fore limb close accompanied by scale (30 cm ruler); note the epiphyseal plates on femur and tibia (red circle). D) Detail of front claw. Photos by D. Yogui.

SECOND RECORD

The second individual was recorded in the same area as the first one, one year later (20° 51' 40" S, 52° 01' 49" W). Based on its size and behavior (riding on its mother's back; Figure 2B), the albino individual #2

seemed younger than #1 and was estimated to be 4-5 months old (ZIMS, 2023).

The albino individual and its mother, which presented typical fur and skin coloration (Figure 2B), were captured on September 5th 2022, for the collection of



Figure 4. Morphological details of the albino individual show the lack of pigmentation on its fur (top), snout and tongue (left), forefeet and nails (middle), and hindfeet (right). The bottom photos are shown to provide a reference of the typical coloration of these body parts in giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*). Images on the top were taken from the second albino individual captured at Barra Bonita Ranch, Arapuá district, Três Lagoas municipality, Mato Grosso do Sul state, Brazil, in 2022. Photos by M. Alves.

biological material (blood and skin), a health assessment, and the fitting of the juvenile with a GPS harness. Upon close inspection, it was possible to record that individual #2 presented a complete absence of pigmentation, with red eyes, a pinkish tongue (the usual coloration is blackish or brown), and unpigmented claws (Figures 2D and 4). Skin tissue was stored at the aforementioned biological collection under the ids #MAM_1043 (albino juvenile) and #MAM_1044 (the albino's mother). Both the mother (body mass = 28 kg) and the albino cub (body mass = 5.6 kg) showed good body condition and blood parameters generally within normality (Table 1; Alves et al., 2023). The alkaline phosphatase of the juvenile was over the normal range, but that is a common pattern among juvenile individuals (Alves et al., 2023). Serum alkaline phosphatase (ALP) activity is used primarily as an indicator of hepatic disease. However, there are numerous non-hepatic factors that can increase serum ALP activity (Fernandez & Kidney, 2007), such as bone mineralization (Vimalraj, 2020), which can explain higher ALP values in growing animals. Both individuals showed blood platelet numbers that indicate thrombocytosis. Thrombocytosis is a multifactorial condition, and some of its causes can be associated with an inflammatory response (Neel et al., 2012). In the present study, the animals did not show signs of inflammatory disease, however, we will repeat these exams to confirm a potential diagnosis, as the other leucogram results do not show any indication of inflammation.

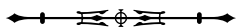
Although records of atypical coloration in wildlife seem to be rare in the scientific literature in comparison to their observation in the wild (McCardle, 2012), other species of xenarthrans have been reported with atypical coloration. Albinism has been recorded in quadruplets of nine-banded armadillo (*Dasyus novemcinctus* Linnaeus, 1758) in Mexico (LaPergola, 2019). There have been records of albinism (Xavier et al., 2010) and leucism (Lopes et al., 2020) for brown-throated sloths (*Bradypus variegatus* Schinz, 1825) in northeastern Brazil and of melanism in

southeastern Brazil (Novaes, 2020). For anteaters, there have been records of leucism (in Peru; More et al., 2021) melanism (in Ecuador; Ríos-Alvear and Cadena-Ortiz, 2019) for tamanduas (*Tamandua tetradactyla* Linnaeus, 1758 and *T. mexicana* (Saussure, 1860)).

Atypical coloration can affect fitness and survival in mammals (Cuxim-Koyoc et al., 2020; Uieda, 2000), and albinos of most species tend to be rapidly removed from populations through predation (Espinal et al., 2016). Albino individuals lack pigmentation in their eyes which can result in poor eyesight (Summers, 2009) and could hinder the detection of resources and predators by visually oriented species, reducing their fitness (Espinal et al., 2016). However, due to the opportunistic nature of most records of albinism, there is little evidence of its ecological consequences in the wild, and most discussions regarding its fitness consequences are speculative (Espinal et al., 2016). Giant anteaters are primarily smell-oriented species that feed on colonial insects (Bertassoni & Desbiez, 2021). Hence, albinism is unlikely to affect the individual's ability to feed, but it could potentially make it more prone to predation. Much like other mammals, the natural coloration of giant anteaters is key to their camouflage in forests and savannas (Nedyalkov et al., 2014). The lighter coloration of albino and leucistic animals can make individuals more conspicuous in the landscape and more prone to predation (Sandoval-Castillo, 2006). In general, the survival of albino individuals until adulthood is low (McCardle, 2012). Nevertheless, this disadvantage can be offset in high-quality habitat (Kehas et al., 2005), with more vegetation cover and high-quality food resources (Peles et al., 1995). Unfortunately, this is not the case in our study region, and one of the juvenile albino individuals here reported was encountered dead in a degraded savanna landscape, which could be the result of a predation event. Hence, albinism in giant anteaters could be considered a maladaptive trait leading to premature death, however, further observations would be needed to confirm this.

Table 1. Hematological and biochemical values for the albino juvenile captured and its mother. Reference values are represented by the mean (^a for normally distributed variables) or median (^b for nonnormally distributed variables) and their standard deviation. Blood samples were collected from the individuals on September 6th 2022 and February 15th 2023.

Variable	Unit	Juvenile (albino)		Adult (mother)	Reference values (Alves et al., 2023)
		Sep/2022	Feb/2023	Sep/2022	
Hematology					
Red blood cells	x1012/L	3.42	3.95	2.22	2.36 ^b ± 0.42
Hemoglobin	g/L	114	115	106	124 ^b ± 13.2
Hematocrit	l/l	0.36	0.36	0.3	0.35 ^b ± 0.06
MCV	fL	104.7		135.1	146.1 ^a ± 16.8
MCHC	g/L	318	329	353	361 ^a ± 47.1
White blood cells	x109/L	9	10.2	7.2	8.7 ^b ± 4.5
Eosinophils	%	20	19	20	17 ^b ± 12
Neutrophils	%	58	46	64	61.5 ^b ± 15.7
Lymphocytes	%	19	27	11	21.7 ^a ± 9.9
Monocytes	%	2	7	3	3 ^b ± 3.67
Platelets	x1012/L	0.34	0.32	0.36	0.18 ^b ± 0.1
Biochemistry					
Total protein	g/L	61	67	67	65 ^b ± 12.6
Albumin	g/L	15	16	14	15 ^b ± 7.6
Globulin	g/L	46	51	53	48 ^a ± 8.2
A/G	ratio	0.33	0.31	0.26	0.31 ^b ± 0.23
Urea Nitrogen (BUN)	mmol/L	11.33	7.07	17.33	12.76 ^a ± 3.61
Creatinine	μmol/L	61.89	17.68	79.58	64.05 ^a ± 20.9
AST	U/L	27.1	35		29 ^b ± 25.7
ALT	U/L	34	45	54.1	77.9 ^a ± 32
Alkaline phosphatase	U/L	150.9	91	17.1	30.3 ^b ± 59.4
GGT	U/L	11			17 ^b ± 13.2
Total bilirubin	μmol/L	3.42			3.4 ^b ± 1.8
Amylase	U/L	687.9			579 ^b ± 216.5
CK	U/L	371.2			193 ^b ± 625
Triglycerides	mmol/L	0.27			0.27 ^b ± 0.49
Cholesterol	mmol/L	2.76	2.23		1.86 ^b ± 0.73
Total Calcium (Ca)	mmol/L	2.07	1.89	2.02	2.2 ^b ± 0.27
Phosphorus (P)	mmol/L	2.02	2.94	1.84	1.97 ^b ± 0.6



Color abnormalities can also affect intraspecific relationships, e.g., parental care and mate choice (McCardle, 2012). However, we did not observe any abnormalities in the parental care behavior of the adult female with normal coloration patterns towards her albino young. During the first two and a half months of GPS monitoring of the albino individual captured in 2022, the female cared for her young as expected according to his life stage, carrying him on her back, nursing him and sleeping together (Bertassoni & Desbiez, 2021). Afterwards, the albino juvenile started foraging by himself, as expected according to his estimated age. The last time it was seen on its mother's back was on November 21st 2022.

In the future, the movement tracking of the albino giant anteater will also allow us to understand the consequences of this color abnormality in the species thermoregulatory mechanisms. Like other xenarthrans, giant anteaters have low basal metabolic rates when compared to other placental mammals of similar size, limiting their physiological capacity for thermoregulation (McNab, 1985). Hence, giant anteaters often rely on behavioral mechanisms for thermoregulation (Camilo-Alves & Mourão, 2005; Giroux et al., 2021). Because hair coat pigmentation plays a key role in filtering solar radiation, we expect albino giant anteaters to have different dynamics of heat gain, which could affect their thermoregulation mechanisms (Stuart-Fox et al., 2017; Walsberg, 1983) and could be reflected in their activity and habitat selection patterns (Camilo-Alves & Mourão, 2005; Giroux et al., 2021). Hence, the GPS-monitoring of this albino individual could provide key insights on the role of coat color in the thermoregulation strategies of this iconic tick-furred mammal in tropical savannas.

In this study, we recorded two albino individuals in the same area (1.2 km apart) over the course of a year. Giant anteaters occur at low densities (< 1 individual/km²; Bertassoni et al., 2021) and, in general, the female is responsible for hearing one pup per year (Bertassoni & Desbiez, 2021). Hence, it is possible that both albino individuals share the same mother or some other close

relationship. Kinship analysis based on the collected tissue samples will be performed by the Laboratory of Molecular Biodiversity and Conservation (UFSCar), which will allow us to test this hypothesis. Furthermore, the occurrence of two albino individuals in the same area raises concerns regarding the population's genetic diversity. That is because the frequency of albinism in a population can be associated with population size, with smaller populations leading to higher rates of inbreeding, which increases the chances of the manifestation of recessive alleles (Kuras et al., 2001; Nedyalkov et al., 2014).

Large mammal species with highly specialized feeding behaviors and solitary habits, such as giant anteaters, are expected to suffer genetic consequences from habitat loss and fragmentation (Lino et al., 2019). The *Cerrado* biome is highly degraded due to human activities, and very little native vegetation remains within its landscape, which suffers from increasing urbanization and is dominated by agricultural lands and transected by an extensive road network (Reynolds et al., 2016). Giant anteaters have been experiencing population declines throughout their distribution due to habitat loss, roadkill, fire, human-wildlife conflicts, and sometimes hunting, and are classified as Vulnerable by the Species Survival Committee of the International Union for Conservation of Nature (Miranda et al., 2014). In Mato Grosso do Sul state, road kills have been shown to significantly reduce population growth rates, being a real threat to the persistence of giant anteater species in the region (Ascensão & Desbiez, 2022). In addition, recent genetic demographic analysis has shown that the current population of giant anteaters in this region presents a significant inbreeding coefficient value and a moderate level of genetic diversity that are likely related to a recent bottleneck (i.e., decrease) in the population (Barragán-Ruiz et al., 2021). Hence, the cases of albinism reported in this study might be additional evidence of the population decline and loss of genetic diversity in this highly degraded part of the *Cerrado*. This highlights the urgency of the implementation of conservation measures to cease

further population declines of giant anteaters in the *Cerrado* of Mato Grosso do Sul state.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was conducted within the scope of the Anteaters & Highways Project, which is funded by Fondation Segré, Houston Zoo, Nashville Zoo, Naples Zoo at Caribbean Gardens as well as several other Zoos and institutions listed at <http://www.giantanteater.org/supporters.html>. We would like to thank Valdemar Clemente da Silva and Elias Menossi for the photographic records of the individual, Rosana Maria Giancursi and Sandra Giancursi for granting access to Barra Bonita Ranch. We would also like to acknowledge the Batalhão de Polícia Militar Ambiental de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil, for reporting the case to us. We would also thank the two anonymous reviewers for their valuable suggestions on the first version of the manuscript.

REFERENCES

- Alves, M. H., Kluyber, D., Alves, A. C., Yogui, D. R., Pereira, F. M. A. M., Costa, M. R., . . . Desbiez, A. L. J. (2023). Hematology and biochemistry reference intervals in chemically immobilized free-ranging giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*). *European Journal of Wildlife Research*, *69*, 37. <https://doi.org/10.1007/s10344-023-01663-5>
- Arapuá News. (2021). *Tamandú Albino (raro) é encontrado em Fazenda da região de Arapuá*. <https://arapuanews.com.br/tamandua-alpino-raro-e-encontrado-em-fazenda-da-regiao-de-arapua/>
- Ascensão, F., Yogui, D. R., Alves, M. H., Alves, A. C., Abra, F., & Desbiez, A. L. J. (2021). Preventing wildlife roadkill can offset mitigation investments in short-medium term. *Biological Conservation*, *253*, 108902. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108902>
- Ascensão, F., & Desbiez, A. L. J. (2022). Assessing the impact of roadkill on the persistence of wildlife populations: a case study on the giant anteater. *Perspectives in Ecology and Conservation*, *20*(3), 272-278. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2022.05.001>
- Barragán-Ruiz, C. E., Silva-Santos, R., Saranhóli, B. H., Desbiez, A. L. J., & Galetti, P. M. (2021). Moderate genetic diversity and demographic reduction in the threatened giant anteater, *Myrmecophaga tridactyla*. *Frontiers in Genetics*, *12*, 669350. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.669350>
- Bertassoni, A., & Desbiez, A. L. J. (2021). The imperiled giant anteater: ecology and conservation. In *Reference module in earth systems and environmental sciences* (p. B9780128211397001000). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00217-8>
- Bertassoni, A., Bianchi, R. D. C., & Desbiez, A. L. J. (2021). Giant anteater population density estimation and viability analysis through motion-sensitive camera records. *The Journal of Wildlife Management*, *85*(8), 1554-1562. <https://doi.org/10.1002/jwmg.22123>
- Bertassoni, A., Caixeta-Oliveira, D., Silva, J. M. M., Castro, V. G., Amaral, G. L., Yogui, D. R., Kluyber, D., & Desbiez, A. L. J. (2022). Do telemetry harnesses affect giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) behavior and welfare? *European Journal of Wildlife Research*, *68*(3), 40. <https://doi.org/10.1007/s10344-022-01587-6>
- Camilo-Alves, C. S. P., & Mourão, G. (2005). Responses of a specialized insectivorous mammal (*Myrmecophaga tridactyla*) to variation in ambient temperature. *Biotropica*, *38*(1), 52-56. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00106.x>
- Cuxim-Koyoc, A., Escalante-Avilés, I., Aragón-Pech, R., Pinto-Escalante, D., Reyes-Novelo, E., & Ruiz-Piña, H. A. (2020). Albinism in *Didelphis virginiana* (Kerr, 1792): the first reported case in Mexico. *Mammalia*, *84*(2), 144-149. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2018-0164>
- Espinal, M., Mora, J. M., Ruedas, L. A., López, L. I., & Marineros, L. (2016). A case of albinism in the Central American spider monkey, *Ateles geoffroyi*, in Honduras. *Mastozoología Neotropical*, *23*(1), 63-69.
- Fernandez, N. J., & Kidney, B. A. (2007). Alkaline phosphatase: beyond the liver. *Veterinary Clinical Pathology*, *36*(3), 223-233. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2007.tb00216.x>
- Forrest, S. C., & Naveen, R. (2000). Prevalence of Leucism in Pygocelid Penguins of the Antarctic Peninsula. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology*, *23*(2), 283-285.
- Giroux, A., Ortega, Z., Bertassoni, A., Desbiez, A. L. J., Kluyber, D., Massocato, G. F., . . . Oliveira-Santos, L. G. R. (2021). The role of environmental temperature on movement patterns of giant anteaters. *Integrative Zoology*, *17*(2), 285-296. <https://doi.org/10.1111/1749-4877.12539>
- Hayssen, V. (2011). *Tamandua tetradactyla* (Pilosa: Myrmecophagidae). *Mammalian Species*, *43*(875), 64-74. <https://doi.org/10.1644/875.1>
- Hiller, I. (1983). Albinos. *Young Naturalist: The Louise Lindsey Merrick Texas Environment Series*, (6), 28-31.
- Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS). (2022a). *Giant Anteater - Albino - video 1* [Youtube]. <https://www.youtube.com/watch?v=Jla2n8N6firw>



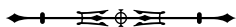
- Instituto de Conservação de Animais Silvestres (ICAS). (2022b). *Giant Anteater - Albino - Video 2* [Youtube]. <https://youtu.be/nmEBwWalWJY>
- Jerez, S. del V., & Halloy, M. (2003). El oso hormiguero, *Myrmecophaga tridactyla*: Crecimiento e independización de una cría. *Mastozoología Neotropical*, *10*(2), 323-330.
- Kehas, A. J., Theoharides, K. A., & Gilbert, J. J. (2005). Effect of sunlight intensity and albinism on the covering response of the Caribbean sea urchin *Tripneustes ventricosus*. *Marine Biology*, *6*(146), 1111-1117. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1514-4>
- Kluyber, D., Attias, N., Alves, M. H., Alves, A. C., Massocato, G., & Desbiez, A. L. J. (2021). Physical capture and chemical immobilization procedures for a mammal with singular anatomy: the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*). *European Journal of Wildlife Research*, *67*(4), 67. <https://doi.org/10.1007/s10344-021-01503-4>
- Kuras, T., Konvicka, M., & Beneš, J. (2001). Different frequencies of partial albinism in populations of alpine butterflies of different size and connectivity (Erebia: Nymphalidae, Satyrinae). *Biologia*, *56*(5), 503-512.
- LaPergola, J. (2019). First record of albinism in the nine-banded armadillo (*Dasybus novemcinctus*). *Caribbean Naturalist*, *(64)*, 1-5.
- Lino, A., Fonseca, C., Rojas, D., Fischer, E., & Pereira, M. J. R. (2019). A meta-analysis of the effects of habitat loss and fragmentation on genetic diversity in mammals. *Mammalian Biology*, *94*, 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2018.09.006>
- Lopes, A. C. P. A., Farias Junior, E. C., Freitas, M. A., & Molina, K. T. (2019). Primeiro registro de leucismo em *Bradypus variegatus* (Schinz 1825, Xenarthra: Bradypodidae), município de Maceió, Alagoas, Brasil. *Edentata*, *20*, 39-43. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.Edentata-20-1.8.en>
- Marçon, C. R., & Maia, M. (2019). Albinism: epidemiology, genetics, cutaneous characterization, psychosocial factors. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, *94*(5), 503-520. <https://doi.org/10.1016/j.abd.2019.09.023>
- McCardle, H. (2012). *Albinism in wild vertebrates* [Master of Science, Texas State University].
- McNab, B. K. (1985). Energetics, population biology, and distribution of xenarthrans, living and extinct. In G. G. Montgomery (Ed.), *The evolution and ecology of armadillos, sloths, and vermilinguas. Living and extinct* (pp. 219-232). Smithsonian Institution Press.
- Miranda, F. R., Bertassoni, A., & Abba, A. M. (2014). *Myrmecophaga tridactyla* (Giant Anteater). *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2014, e.T14224A47441961. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T14224A47441961.en>
- Möcklinghoff, L., Schuchmann, K.-L., & Marques, M. I. (2018). New non-invasive photo-identification technique for free-ranging giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*) facilitates urgently needed field studies. *Journal of Natural History*, *52*(37-38), 2397-2411. <https://doi.org/10.1080/00222933.2018.1537407>
- More, A., Vallejos, J., Sánchez, I., Vallejos, J., Piana, R. P., Appleton, R. D., . . . Appleton, R. D. (2021). Registro de coloración anormal del oso hormiguero norteño *Tamandua mexicana* (Saussure, 1860) y notas sobre su límite sur de distribución. *Revista Peruana de Biología*, *28*(1), e19759. <https://doi.org/10.15381/rpb.v28i1.19759>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, *403*, 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Nedyalkov, N., Koshev, Y., Raykov, I., & Bardarov, G. (2014). Color variation of small mammals (Mammalia: Rodentia and Insectivora) coats from Bulgaria. *North-Western Journal of Zoology*, *10*(2), 314-317.
- Neel, J. A., Snyder, L., & Grindem, C. B. (2012). Thrombocytosis: a retrospective study of 165 dogs. *Veterinary Clinical Pathology*, *41*(2), 216-222. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2012.00416.x>
- Noaes, R. L. M. (2020). Melanism in *Bradypus variegatus* (Pilosa, Bradypodidae). *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos*, *2*, 2-5. <https://doi.org/10.31687/saremNMS.20.0.37>
- Peles, J. D., Lucas, M. F., & Barrett, G. W. (1995). Population dynamics of agouti and albino meadow voles in high-quality, grassland habitats. *Journal of Mammalogy*, *76*(4), 1013-1019. <https://doi.org/10.2307/1382595>
- Reissmann, M., & Ludwig, A. (2013). Pleiotropic effects of coat colour-associated mutations in humans, mice and other mammals. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, *24*(6), 576-586. <https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2013.03.014>
- Reynolds, J., Wesson, K., Desbiez, A., Ochoa-Quintero, J., & Leimgruber, P. (2016). Using remote sensing and random forest to assess the conservation status of critical cerrado habitats in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Land*, *5*(2), 12. <https://doi.org/10.3390/land5020012>
- Ríos, S., Ruiz Díaz, C., & Smith, P. (2019). Reporte de un ejemplar albino de *Tamandua tetradactyla* (Linnaeus, 1758) (Pilosa, Myrmecophagidae) en el suroeste de Paraguay. *Edentata*, *20*, 35-38. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.Edentata-20-1.7.en>
- Ríos-Alvear, G., & Cadena-Ortiz, H. (2019). Records of melanistic *Tamandua tetradactyla* (Pilosa, Myrmecophagidae) from Ecuador. *Neotropical Biology and Conservation*, *14*(3), 339-347. <https://doi.org/10.3897/neotropical.14.e37714>



- Sandoval-Castillo, J. (2006). New records of albinism in two elasmobranchs: the tiger shark *Galeocerdo cuvier* and the giant electric ray *Narcine entemedor*. *Cybium: International Journal of Ichthyology*, 30(2), 191-192.
- Sazima, I., & Di-Bernardo, M. (1991). Albinismo em serpentes neotropicais. *Memórias do Instituto Butantan*, 53(2), 167-173.
- Sikes, R. S., & Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists (ACUC). (2016). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. *Journal of Mammalogy*, 97(3): 663-688. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw078>
- Stuart-Fox, D., Newton, E., & Clusella-Trullas, S. (2017). Thermal consequences of colour and near-infrared reflectance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1724), 20160345. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0345>
- Summers, C. G. (2009). Albinism: classification, clinical characteristics, and recent findings. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 86(6), 659-662. <https://doi.org/10.1097/OPX.0b013e3181a5254c>
- Tavares, M. S., Aguiar, L. S., Salvador, C. H., & Galliez, M. (2020). Beyond the color: the implications of pigmentation polymorphism in the activity behavior of a Neotropical squirrel. *Mammalia*, 84(3), 294-298. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2019-0025>
- Uieda, W. (2000). A review of complete albinism in bats with five new cases from Brazil. *Acta Chiropterologica*, 2(1), 97-105.
- Vimalraj, S. (2020). Alkaline phosphatase: structure, expression and its function in bone mineralization. *Gene*, 754, 144855. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2020.144855>
- Walsberg, G. E. (1983). Coat color and solar heat gain in animals. *BioScience*, 33(2), 88-91. <https://doi.org/10.2307/1309169>
- Xavier, G. A. A., Oliveira, M. A. B., Quirino, A. A., & Mota, R. A. (2010). Albinismo total em preguiças-de-garganta-marrom *Bradypus variegatus* (Schinz, 1825) no estado de Pernambuco, Brasil. *Edentata*, 11(1), 1-3. <https://doi.org/10.1896/020.011.0101>
- Zoological Information Management System (ZIMS). (2023). *Weight comparison report for Myrmecophaga tridactyla* (Species360). <http://zims.Species360.org>

AUTHORS' CONTRIBUTION

N. Attias contributed with conceptualization, writing of initial draft, formal analysis, reviewing and editing; D. R. Yogui with conceptualization, data collection, project administration, reviewing and editing; M. Alves with data collection, reviewing and editing; D. Klyuber with data collection, reviewing and editing; M. R. Costa with data collection, reviewing and editing; P. M. P. Silva with data collection, reviewing and editing; E. P. Queiroz with data collection, reviewing and editing; and Arnaud L. J. Desbiez with conceptualization, reviewing and editing, funding acquisition, project administration.



BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivos e política editorial

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

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

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.

Ética na publicação

As submissões devem atender as diretrizes do Committee on Publication Ethics (COPE), cujo texto original em inglês pode ser consultado em https://publicationethics.org/files/Code_of_conduct_for_journal_editors_1.pdf e a versão traduzida para o português em <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/CCBP-COPE.pdf>. Essas diretrizes devem nortear editores, avaliadores e autores quanto a questões éticas concernentes ao processo editorial e de avaliação por pares, a fim de prevenir com relação à má conduta na publicação. 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. Recomendamos a leitura do “Código de boas práticas científicas”, elaborado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), disponível em https://fapesp.br/boaspraticas/FAPESP-Codigo_de_Boas_Praticas_Cientificas_2014.pdf. A revista passou a adotar nas submissões o sistema de detecção de plágio Similarity Check, da Crossref. Títulos que forem verificados como similares a publicações anteriores serão rejeitados. Caso necessário, serão publicadas retratações e correções, baseadas nos procedimentos recomendados no “Retraction Guidelines”, do COPE, disponível em <https://publicationethics.org/files/cope-retraction-guidelines-v2.pdf>.

Apresentação de originais

O 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.

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.

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: título (no idioma do texto e em inglês); resumo; abstract; palavras-chave e keywords. Além disso, este arquivo deve conter um parágrafo com informações sobre a contribuição de cada um dos autores, que deve ser descrito usando as seguintes categorias: 1) Administração de projeto; 2) Análise formal; 3) Aquisição de financiamento; 4) Conceituação; 5) Curadoria de dados; 6) Escrita - rascunho original; 7) Escrita - revisão e edição; 8) Investigação; 9) Metodologia; 10) Recursos; 11) Software; 12) Supervisão; 13) Validação; 14) Visualização. Cada um dos autores deve ter contribuído em pelo menos duas

destas categorias. Para mais informações sobre as contribuições dos autores, consulte: <https://www.elsevier.com/authors/policies-and-guidelines/credit-author-statement>. 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 no idioma do texto e em inglês 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 no idioma do texto e em inglês, 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. Os artigos deverão seguir as recomendações da APA 7th Edition - Citation Guide (<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/examples>) para uso e apresentação de citações e de referências. 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. Todas as referências devem seguir as recomendações da APA 7th Edition - Citation Guide:

Livro: Weaver, C. E. (1989). *Clays, muds and shales*. Elsevier.

Capítulo de livro: Aranha, L. G., Lima, H. P., Makino, R. K., & Souza, J. M. (1990). Origem e evolução das bacias de Bragança - Viseu, S. Luís e Ilha Nova. In E. J. Milani & G. P. Raja-Gabaglia (Eds.), *Origem e evolução das bacias sedimentares* (pp. 221-234). Petrobras.

Artigo de periódico: Gans, C. (1974). New records of small amphisbaenians from northern South America. *Journal of Herpetology*, 8(3), 273-276. <http://dx.doi.org/10.2307/1563187>.

Série/Coleção: Camargo, C. E. D. (1987). *Mandioca, o "pão caboclo": de alimento a combustível* (Coleção Brasil Agrícola). Ícone.

Documento eletrônico: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2011). *Censo Demográfico 2010*. <https://censo2010.ibge.gov.br/>

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 - Após a aprovação, os trabalhos são publicados por ordem de chegada. O Editor Científico também pode determinar o momento mais oportuno.
- 3 - É de responsabilidade do(s) autor(es) o conteúdo científico do artigo, o cuidado com o idioma em que ele foi concebido, bem como a coerência da versão para o inglês do título, do resumo (abstract) e das palavras-chave (keywords). Quando o idioma não estiver corretamente utilizado, o trabalho pode ser recusado.

BOLETIM DO MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. CIÊNCIAS NATURAIS

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Goals and editorial policy

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

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

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

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

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

Publication ethics

Submissions must comply with the guidelines of the Committee on Publication Ethics (COPE), the English text of which can be consulted at https://publicationethics.org/files/Code_of_conduct_for_journal_editors_1.pdf and the Portuguese version at <http://www.periodicos.letras.ufmg.br/CCBP-COPE.pdf>. These guidelines should orientate editors, reviewers, and authors with regard to ethical issues that concern the editorial and peer-review processes, in order to prevent improper publishing practices. The ethical responsibility for confidentiality during the publication process and for voluntary collaboration to ensure the scientific quality of the journal rests with the editors, the scientific board, and the ad hoc scientific consultants. The authors are responsible for the veracity of the information provided, for the deposit of the studied materials in legal institutions, when applicable, and for compliance with local laws that govern the collection, study and publication of the results. We recommend reading the "Code of Good Scientific Practice", prepared by the São Paulo Research Foundation (FAPESP) (https://fapesp.br/boaspraticas/FAPESP-Codigo_de_Boas_Praticas_Cientificas_2014.pdf). Submissions to the journal are checked with software plagiarism detection Similarity Check, by Crossref. Submissions found to be similar to previous publications will be rejected. If necessary, retractions and corrections will be published, based on the procedures recommended in the "Retraction Guidelines" of the COPE, available at: <https://publicationethics.org/files/cope-retraction-guidelines-v2.pdf>.

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.

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: title (in the language of the text and in English), abstract, resumo, keywords, and palavras-chave. This file should be uploaded as Word file. In addition, add a paragraph with information about the authors contributions, which should be described using the following categories: 1) Conceptualization; 2) Data curation; 3) Formal analysis; 4) Funding acquisition; 5) Investigation; 6) Methodology; 7) Project administration; 8) Resources; 9) Software; 10) Supervision; 11) Validation; 12) Visualization; 13) Writing-original draft;

14) Writing-review & editing. Each author should have contributed in at least two of them. For more information on the author's contributions, please check: <https://www.elsevier.com/authors/policies-and-guidelines/credit-author-statement>. 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 in the language of the text and in English, 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 in the language of the text and in English, 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. Dorsalscales smooth.....	<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. Articles must follow the recommendations of the APA 7th Edition - Citation Guide (<https://apastyle.apa.org/stylegrammar-guidelines/references/examples>) for the use and presentation of citations and references. 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. All references must follow the recommendations of the APA 7th Edition - Citation Guide:

Book: Weaver, C. E. (1989). *Clays, muds and shales*. Elsevier.

Chapter in book: Aranha, L. G., Lima, H. P., Makino, R. K., & Souza, J. M. (1990). Origem e evolução das bacias de Bragança - Viseu, S. Luís e Ilha Nova. In E. J. Milani & G. P. Raja-Gabaglia (Eds.), *Origem e evolução das bacias sedimentares* (pp. 221-234). Petrobras.

Article in journal: Gans, C. (1974). New records of small amphisbaenians from northern South America. *Journal of Herpetology*, 8(3), 273-276. <http://dx.doi.org/10.2307/1563187>

Series/Collection: Camargo, C. E. D. (1987). *Mandioca, o "pão caboclo": de alimento a combustível* (Coleção Brasil Agrícola). Ícone.

Electronic document: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2011). *Censo Demográfico 2010*. <https://censo2010.ibge.gov.br/>

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.

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

SUMÁRIO

Mesozooplâncton do estuário do rio Emborá Velho, Norte do Brasil

Mesozooplankton of the Emborá Velho River estuary, Northern Brazil

Farley Darlan dos Santos Fernandes | Brenda Ribeiro Padilha da Silva | João Victor de Moraes Souza Pinheiro |
Jislene Brito Matos Queiroz | Luci Cajueiro Carneiro Pereira | Rauquírio Marinho da Costa

The bird assemblage of an urban fragment of the Atlantic Forest in Northeastern Brazil, and the performance difference between two ornithological surveys methods

A assembleia de aves em um fragmento urbano de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil, e o desempenho entre dois métodos ornitológicos de amostragem

Williams Oliveira-Silva | Tainá Karoline Guedes | Priscilla Monteiro de Oliveira | Rachel Maria de Lyra-Neves |
Wallace Rodrigues Telino-Junior | Renato Gaban-Lima

Diversity of bats (Mammalia, Chiroptera) in the *Parque Estadual de São Camilo, Paraná, Southern Brazil*

Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual de São Camilo, Paraná, Sul do Brasil

Mateus Rocha Ribas | Sara Cristina Batista | José Marcelo Rocha Aranha

Fogo no Cerrado em terras indígenas Xerente (Tocantins): pesquisa de opinião em comunidade indígena

Cerrado fires in Xerente indigenous lands (Tocantins): opinion research in indigenous community

Edmar Vinícius de Carvalho | Luciléia Mendes de Oliveira | Jader Nunes Cachoeira | Allan Deyvid Pereira Silva | Antônio Carlos Batista |
Marcos Giongo | André Ferreira dos Santos

Ecological notes and occurrence of *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817) (Cnidaria: Astringiidae) for the Northern Brazilian Coast

Notas ecológicas e ocorrência de *Astrangia solitaria* (Le Sueur, 1817) (Cnidaria: Astringiidae) para a costa norte brasileira

Flavio de Almeida Alves-Júnior | Déborah Elena Galvão Martins | Kátia Cristina Araújo Silva | Alex Garcia Cavalleiro de Macedo Klautau |
Israel Hidenburgo Aniceto Cintra

Predation attempt on the lizard *Kentropyx calcarata* (Spix, 1825) by the snake *Oxybelis aeneus sensu lato* in a fragment of Atlantic Forest, Northeastern, Brazil

Tentativa de predação do lagarto *Kentropyx calcarata* (Spix, 1825) pela serpente *Oxybelis aeneus sensu lato* em um fragmento de Mata Atlântica, Nordeste, Brasil

Rhian Vilar da Silva Vieira | Matheus Cândido Batista | Bruno Halluan Soares de Oliveira

Presence and monitoring of albino giant anteaters (*Myrmecophaga tridactyla*) in the *Cerrado* savanna

Presença e monitoramento de tamanduás-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) albinos no Cerrado

Nina Attias | Débora Regina Yogui | Mario Alves | Danilo Kluyber | Miriã Ribeiro Costa | Polyana Mayume Pereira da Silva |
Ednilson Paulino Queiroz | Arnaud L. J. Desbiez