

José Max Barbosa Oliveira-Junior
Karina Dias Silva
Lenize Batista Calvão
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2022



ZOOLOGIA:

Organismos e suas contribuições
ao ecossistema

José Max Barbosa Oliveira-Junior
Karina Dias Silva
Lenize Batista Calvão
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2022



ZOOLOGIA:

Organismos e suas contribuições
ao ecossistema

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Zoologia: organismos e suas contribuições ao ecossistema

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: José Max Barbosa Oliveira-Junior
Karina Dias-Silva
Lenize Batista Calvão

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Z87 Zoologia: organismos e suas contribuições ao ecossistema / Organizadores José Max Barbosa Oliveira-Junior, Karina Dias-Silva, Lenize Batista Calvão. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0026-4
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.264223003>

1. Zoologia. 2. Animais. 3. Ecossistemas. I. Oliveira-Junior, José Max Barbosa (Organizador). II. Dias-Silva, Karina (Organizadora). III. Calvão, Lenize Batista (Organizadora). IV. Título.

CDD 590

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O e-book “**Zoologia: Organismos e suas contribuições ao ecossistema**” é composto por seis capítulos com diferentes abordagens, relacionadas aos serviços ecossistêmicos, divulgação científica, integridade ambiental e fisiologia.

A organização desse e-book contempla temas que permitem ao leitor ampliar o seu conhecimento acerca da importância dos organismos para a manutenção da vida na terra e a necessidade da conservação do meio ambiente para mantermos os serviços ecossistêmicos e o equilíbrio ecológico no planeta. Os ecossistemas são muito diversos e podem ser terrestres, aquáticos e suas interfaces. Sendo os ecossistemas formados pela interação de fatores bióticos e abióticos, os seres humanos também fazem parte desses sistemas. Portanto, abordagens integradoras e desafiadoras são exigidas para a interface atividades antrópicas e conservação dos sistemas naturais, para que no futuro tenhamos equilíbrio entre presença da população, diferentes serviços ecossistêmicos e a diversidade da vida em conjunto. Essa abordagem complexa permeia muitas áreas do conhecimento que incluem avaliar quais são os fatores que compõem os ecossistemas, bem como fazer com que essas informações sejam disponibilizadas para todo o público.

Nesse contexto, no **capítulo I**, os autores identificam os morfotipos de sementes dispersas por morcegos, relacionando-as ao seu dispersor e ao tipo de ambiente (urbano ou rural) em municípios do estado do Pará. Com base nessa identificação, os autores (i) criam uma lista de espécies de sementes dispersas pelos morcegos (considerando apenas aquelas coletadas nas fezes dos mesmos) e (ii) identificam as espécies de morcegos mais efetivas no processo endozoocórico. No **capítulo II**, os autores objetivam apresentar aos educadores e estudantes do ensino médio que os morcegos são um dos grupos biológicos de grande importância, dotados de características únicas como o voo e a eco localização, responsáveis por dispersão de sementes, polinização de inúmeras espécies vegetais e controle de insetos praga. O **capítulo III**, teve como objetivo geral avaliar a variação espacial na diversidade da herpetofauna de uma paisagem agrícola. Desta forma, os seguintes objetivos específicos foram avaliados: (i) determinar a riqueza e abundância da herpetofauna nos diferentes componentes da paisagem agrícola (fragmentos vegetação nativa e pasto); e (ii) testar possíveis variações da riqueza e abundância da herpetofauna entre fragmentos vegetação nativa e pasto. O **capítulo IV**, analisa a composição de espécies da categoria ‘sardinha’ capturada no norte da Bahia e verifica se há alteração dessa composição ao longo do ano. No **capítulo V**, os autores investigaram o metabolismo intermediário e o balanço oxidativo de lagartas de *Heliconius ethilla narcaea* em relação à média de temperatura de ocorrência nos meses de primavera, na região metropolitana de Porto Alegre e em São Francisco de Paula. Ao mesmo tempo, foi investigado se existem diferenças nos parâmetros fisiológicos de indivíduos que ocorrem em locais diferentes do

estado e a influência de mudanças climáticas locais. Por fim, no **capítulo VI**, os autores avaliam a composição, riqueza e abundância de insetos aquáticos e a relação com os substratos de natureza orgânica ou inorgânica, em um igarapé de segunda ordem, afluente do rio Xingu, município de Altamira.

Esperamos que ao ler essa obra, você possa identificar a necessidade de conhecimento sobre a contribuição de um conjunto de fatores que compõem os ecossistemas e sua importância para manutenção das mais diversas formas de vida.

A você leitor(a), desejamos uma excelente leitura!

José Max Barbosa Oliveira-Junior

Karina Dias-Silva


Lenize Batista Calvão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

SEMENTES DISPERSAS POR MORCEGOS EM REMANESCENTES FLORESTAIS E ÁREAS URBANAS DA AMAZÔNIA


Ayla Yanne Gomes Pinheiro
Keila Patricia Alves da Silva
Jennifer Bandeira Silva
Loyriane Moura Sousa
Leandra Rose Palheta
Letícia Lima Correia
Thiago Bernardi Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2642230031>

CAPÍTULO 2..... 15

QUANDO OS MORCEGOS VÃO À ESCOLA: DESMISTIFICANDO O CONHECIMENTO SOBRE MORCEGOS E CONTRIBUINDO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA


Midiã Cristine Silva Guará
Jakeline Arcanjo de Arcanjo
Jennifer Bandeira Silva
Keila Patricia Alves da Silva
Ayla Yanne Gomes Pinheiro
Loyriane Moura Sousa
Ana Beatriz Alencastre-Santos
Leandra Rose Palheta
Iluanay da Silva Costa
Letícia Lima Correia
Karina Dias-Silva
Thiago Bernardi Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2642230032>

CAPÍTULO 3..... 22

LEVANTAMENTO DA HERPETOFAUNA DO CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UNIVERSIDADE DE SOROCABA

Kelly Cristina Camboin
Jair Vaz Nogueira Junior
Nobel Penteado de Freitas
Thiago Simon Marques

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2642230033>

CAPÍTULO 4..... 37

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA DA CATEGORIA ‘SARDINHA’ NA PESCA ARTESANAL DO NORTE DA BAHIA

Kátia de Meirelles Felizola Freire
Livia Araújo Rodrigues
Jadson Pinheiro Santos
George Olavo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2642230034>


CAPÍTULO 5..... 51

EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE O METABOLISMO INTERMEDIÁRIO E O BALANÇO OXIDATIVO EM LAGARTAS DE *Heliconius ethilla narcaea*

Tiziane Fernandes Molina

Aldo Mellender Araújo

Guendalina Turcato Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2642230035>

CAPÍTULO 6..... 73

COMPOSIÇÃO DE INSETOS AQUÁTICOS EM DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS EM UM IGARAPÉ DE SEGUNDA ORDEM

Ana Caroline Leal Nascimento

Kesley Gadelha Ferreira

Iluany da Silva Costa

Kenned da Silva Sousa

Damires Sanches Pereira


Dianini Campos da Mota

Fernanda Alexandre Silva

Emily Vieira Drosdosky

José Max Barbosa de Oliveira Junior

Karina Dias-Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2642230036>

SOBRE OS ORGANIZADORES 85

ÍNIDICE REMISSIVO 86

CAPÍTULO 1

SEMENTES DISPERSAS POR MORCEGOS EM REMANESCENTES FLORESTAIS E ÁREAS URBANAS DA AMAZÔNIA

Data de aceite: 01/02/2022

Ayla Yanne Gomes Pinheiro

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/3025889751595122>

Keila Patricia Alves da Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/4144157091334451>

Jennifer Bandeira Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/7956561848673607>
<https://orcid.org/0000-0002-5232-6702>

Loyriane Moura Sousa

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém-PA
<http://lattes.cnpq.br/5313988414184775>

Leandra Rose Palheta

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém-PA
<http://lattes.cnpq.br/4801412605774269>
<https://orcid.org/0000-0001-8952-6604>

Letícia Lima Correia

Universidade Federal do Pará (UFPA)
<http://lattes.cnpq.br/0037593300651422>
<https://orcid.org/0000-0003-1762-8294>

Thiago Bernardi Vieira

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/5106382132269394>
<https://orcid.org/0000-0003-1762-8294>

RESUMO: Devido ao comportamento alimentar hematófago de algumas espécies (três das mais de 1000 existentes) os morcegos são temidos pelas pessoas. No entanto observamos outros comportamentos alimentares, que vão desde insetos e frutas até néctar. Ao se alimentarem de frutos, com sementes pequenas, esses animais acabam ingerindo-as e as dispersando, processo conhecido como endozoocoria. As sementes possuem o tegumento resistente aos ácidos gástricos, e ao passarem pelo sistema digestório do animal praticamente não sofrem nenhuma alteração que possa afetar o embrião. Assim, os quirópteros ajudam na restauração de áreas degradadas. Deste modo, o objetivo desse trabalho é morfotipar as sementes dispersas pelos morcegos, relacionando-as ao seu dispersor e ao tipo de ambiente (urbano ou rural). Foram observados dez espécies e duas famílias (Phyllostomidae e Mormopidae) de morcegos dispersores de sementes. Com relação às sementes observamos 28 morfotipos com maior incidência de dispersão em áreas urbanas. A espécie *Carollia perspicillata* foi uma das espécies com mais atuação na endozoocoria da região, 16 morfotipos de sementes e com maior incidência de dispersão em ambientes rurais. Em seguida a espécie *Artibeus lituratus*, seis morfotipos diferentes dispersos, com a mesma incidência em ambientes rurais e urbanos. O resultado mostra que as espécies não possuem uma preferência por tipo de ambiente, reforçando a ideia de que os morcegos são importantes dispersores.

PALAVRAS-CHAVE: Quiróptera; Uso e Cobertura do Solo; Recuperação de Áreas

Degradadas.

DISPERSED SEEDS BY BATS IN FOREST REMAINING AND URBAN AREAS OF THE AMAZON

ABSTRACT: Due to the hematophagous feeding behavior of some species (three of the more than 1000 extant) bats are feared by people. However, we observed other feeding behaviors, ranging from insects and fruits to nectar. When feeding on fruits, with small seeds, these animals end up ingesting and dispersing them, a process known as endozoochory. The seeds have a tegument resistant to gastric acids, and when they pass through the animal's digestive system, they practically do not undergo any changes that could affect the embryo. Thus, bats help in the restoration of degraded areas. Thus, the objective of this work is to morphotype the seeds dispersed by bats, relating them to their disperser and the type of environment (urban or rural). Ten species and two families (Phyllostomidae and Mormopidae) of seed-dispersing bats were observed. Regarding seeds, we observed 28 morphotypes with the highest incidence of dispersion in urban areas. *Carollia perspicillata* was one of the most active species in endozoochory in the region, with 16 seed morphotypes and with the highest incidence of dispersion in rural environments. Then the species *Artibeus lituratus*, six different morphotypes dispersed, with the same incidence in rural and urban environments. The result shows that the species do not prefer type of environment, reinforcing the idea that bats are important dispersers.

KEYWORDS: Chiroptera; Land Use and Land Cover; Recovery of Degraded Areas.

1 | INTRODUÇÃO

Os morcegos são animais geralmente temidos pelas pessoas, pois sabe-se que algumas espécies se alimentam de sangue para sobreviver. Mas o que muita gente não sabe é que o hábito alimentar desse grupo é o mais diverso, incluindo insetos, frutos, néctar e pólen (Kalko; C.; Handley, 1996; Schnitzler; Kalko, 2001), e que são inofensivos e importantes para a sociedade (Cleveland et al., 2006; Kasso; Balakrishnan, 2013; Rodríguez-San Pedro et al., 2020; Suario, 2021). Esses animais são mamíferos, pertencentes à classe Mammalia, assim como os humanos, e são da ordem Chiroptera, sendo essa a segunda maior ordem dessa classe, com cerca de 1420 (Cirranello, 2021) 14% da diversidade mundial, sendo 181 espécies apenas no Brasil (Garbino et al., 2020). Uma vez que a prática alimentar desses animais é consideravelmente diversificada, uma das maiores entre os mamíferos, os morcegos são valorosos predadores, polinizadores e dispersores de sementes (Aguilar et al., 2021; Cleveland et al., 2006; Estrada; Coates-Estrada, 2002; Kasso; Balakrishnan, 2013; Mainea; Boylesa, 2015; Suario, 2021). A preferência alimentar é utilizada para classificar os morcegos em carnívoros, piscívoros, hematófagos, frugívoros, nectarívoros, onívoros e insetívoros (Kalko; C.; Handley, 1996; Schnitzler; Kalko, 2001).

A quiropterocoria (dispersão feita por morcegos) exerce grande influência na flora

amazônica, pois ajuda na diversificação da floresta e na recuperação de áreas degradadas, seja degradação natural ou artificial. A importância dos morcegos na dispersão de sementes é podendo influenciar a estrutura da vegetação através das espécies de frutos que consomem (Fleming & Heithaus 1981; Kalko 1997). Isso devido a algumas espécies de essências florestais serem dispersas por morcegos, como frutos das famílias Moraceae, Piperaceae, Cecropiaceae, Rubiaceae e Solanaceae. Algumas espécies com grande importância econômica, como o angelim (gênero *Andira*, família Guttiferae), chapéu-de-praia (*Terminalia*, Combretaceae), manga (*Mangifera*, Anacardiaceae) e o guanandi (*Calophyllum*, Clusiaceae), entre outras, são dispersas frequentemente por morcegos (Estrada; Coates-Estrada, 2002; Villalobos-Chaves; Rodríguez-Herrera, 2021). Algumas sementes são dispersas por endozocoria (dispersão com passagem pelo sistema digestório), aumentando assim a probabilidade das sementes serem disseminadas longe da planta mãe, aumentando a oportunidade de sobrevivência das plântulas (Estrada; Coates-Estrada, 2002; Suripto, 2021).

Assim, o objetivo do trabalho é identificar os morfotipos de sementes dispersas pelos morcegos, relacionando-as ao seu dispersor e ao tipo de ambiente (urbano ou rural). Deste modo pretendemos; (i) Criar uma lista de espécies de sementes dispersas pelos morcegos (considerando apenas aquelas coletadas nas fezes dos mesmos) e (ii) Identificar as espécies de morcegos mais efetivas no processo endozocórico.

2 | REVISÃO TEÓRICA

A conservação da biodiversidade tem enfrentado muitos desafios nos últimos anos, principalmente devido à rapidez com que as áreas naturais vêm sendo convertidas em áreas para produção agrícola (Camacho-Sandoval & Duque, 2001). Com a expansão urbana e agrícola, ocorre redução e/ou alteração de habitats, podendo causar extinção local de espécies mais vulneráveis e menos adaptadas (Silva & Anacleto 2011). Com relação à mastofauna, em especial a Ordem Chiroptera, há um declínio da diversidade e da atividade de forrageamento das espécies em ambientes modificados (e.g.: Pacheco et al. 2010; Silva & Anacleto 2011; Oprea et al. 2009). Esse declínio é em consequência da homogeneização de habitat, uma vez que, maior heterogeneidade (variedade de micro-habitats e micro-climas) proporciona condições para uma maior diversidade.

Morcegos são encontrados em quase todas as áreas do mundo, com exceção do Ártico, Antártica e algumas ilhas isoladas (Mickleburgh et al., 2002). Em muitos países, esses animais são os maiores contribuintes para a diversidade, além de serem os que apresentam as mais diversificadas guildas alimentares dentre os mamíferos (Kalko et al. 1996). Os morcegos são importantes polinizadores e dispersores de sementes (Fleming 1988; Mickleburgh et al. 2002; Patterson et al. 2003) e, por isso, muitas espécies destes grupos são consideradas espécies-chave em florestas tropicais, devido a seus efeitos na

estruturação de comunidades de plantas (Fleming & Heithaus 1981).

Apesar da ampla distribuição espacial, as espécies de morcegos apresentam distintos níveis de sensibilidade às alterações ambientais, podendo ser afetadas pela urbanização (Duchamp e Swihart, 2008), iluminação artificial (Jung e Kalko, 2010), uso de agrotóxicos em plantações (Wickramasinghe et al., 2004), fragmentação e perda de habitat (Meyer e Kalko, 2008; Meyer et al., 2009; Estrada-Villegas et al. 2010), construção de estradas (Kerth e Melber, 2009), competição e predação por espécies invasoras (Pryde et al., 2005) e colisões com turbinas de usinas eólicas (Kunz et al., 2007). Mesmo dentre os morcegos da família Phyllostomidae, mais eficientemente capturados com redes de neblina, os estudos indicam que algumas guildas tróficas são mais dependentes de áreas florestais do que outras (Fenton et al. 1992; Medellín et al. 2000). Como exemplo, podemos citar a guilda dos carnívoros, que apresentam forte relação com áreas florestadas, porém abundância elevada em áreas de agricultura que mantem as árvores mais altas em consórcio com a plantação, ou seja, os sistemas agroflorestais (Estrada & Coates-Estrada, 2002; Harvey & Vilalobos, 2007, Faria et al. 2006). De modo geral, os morcegos tendem a evitar áreas abertas e desmatadas (Patriquin & Barclay, 2003; Borkin & Parsons, 2011). A preferência dos morcegos por áreas florestais é ligada à (1) maior disponibilidade de alimento (Meyer et al. 2004), (2) maior quantidade de abrigos, principalmente ocos de troncos e copas de árvores (Aguirre et al. 2003), (3) menor susceptibilidade a predadores devido a copa fechada (Morrinson, 1978) ou (4) a metodologia de redes de neblina, amplamente utilizada em áreas neotropicais, mas que não é eficiente para amostrar morcegos adaptados a voar em áreas abertas acima da copa das árvores e que podem ser comuns mesmo em áreas de campo aberto, como por exemplo, os da família Molossidae (Kalko et al., 1996).

A alta diversidade de hábitos alimentares dos morcegos é acompanhada por uma especialização das espécies em explorar determinados recursos alimentares (Reis 2007). Dentre a grande variedade de morcegos, os frugívoros se destacam como importantes dispersores de sementes (Galindo-González et al., 2000), principalmente de plantas pioneiras. Essa característica, juntamente com a capacidade de se deslocar por grandes áreas abertas, faz com que eles sejam os responsáveis pelo início do processo de regeneração de áreas degradadas, uma vez que aves frugívoras especialistas tendem a evitar essas áreas (Muscarella & Fleming, 2007; Jacomassa & Pizo, 2010). Os morcegos nectarívoros também tem papéis chave no funcionamento dos ecossistemas ao atuarem como polinizadores em florestas tropicais, sendo, em alguns casos, os únicos polinizadores de algumas plantas (Quesada et al., 2004; Fleming et al., 2009). De forma secundária à estruturação das comunidades vegetais, os morcegos insetívoros atuam no controle de populações de insetos (Kalka et al., 2008; Williams-Guillén et al., 2008), inclusive de pragas agrícolas (Cleveland et al., 2006). Desta forma, as diferentes guildas alimentares dos morcegos permitem a coexistência de inúmeras espécies em um mesmo ambiente. Por outro lado, a alta diversificação é acompanhada por níveis diferenciados de vulnerabilidade

às ações antrópicas (Meyer et al. 2008).

Diante das constantes alterações antrópicas na paisagem natural, é necessário compreender como as espécies que desempenham papéis chaves no funcionamento dos ecossistemas, são vulneráveis a essas alterações e quais as consequências das mudanças na diversidade ou abundância sobre a função ecológica e sobre o efeito cascata de extinções secundárias (Cosson et al. 1999). Para isso, é necessário entender, como estão estruturadas as interações entre as espécies envolvidas nos processos ecológicos. No entanto, apesar da importância dos morcegos frugívoros na manutenção e dinâmica da regeneração das florestas tropicais, poucos estudos foram realizados sobre as interações nas distintas escalas espaciais morcegos dispersores e espécies de plantas por eles dispersas na Amazônia brasileira.

3 | METOLOGIA

3.1 Área de Estudo

Para a realização do trabalho foi realizado um esforço de 42 noites de coleta (25 em área urbana e 17 em área rural). As coletas foram realizadas em cinco municípios do estado do Pará, Altamira, Vitória do Xingu, Brasil Novo, Bragança e Nova Timboteua (Figura 1; Tabela 1).

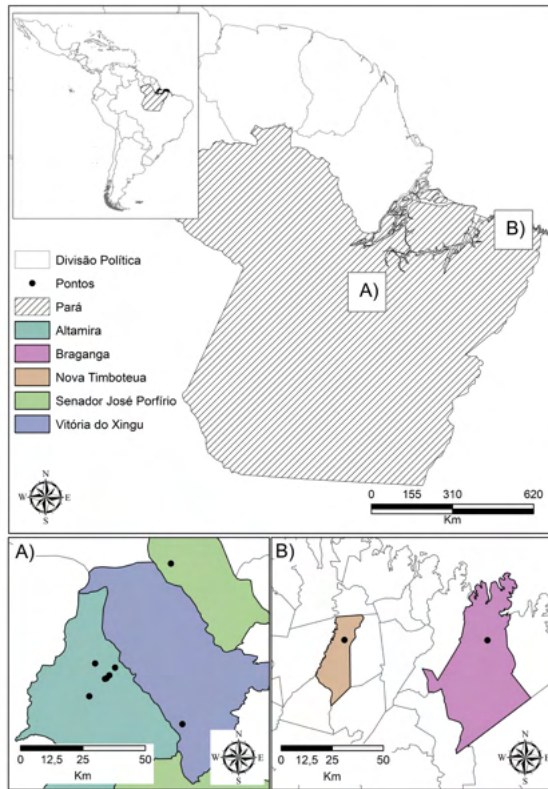


Figura 1. Localização espacial pontos amostrados durante o período de abril a setembro de 2017.

Ponto	Localidade	Ambiente	Município	Coordenada	
				Latitude (S)	Longitude (O)
P01	Módulo de Monitoramento Permanente M2	Rural	Altamira	-52.274694	-3.322750
P02	Sítio Betânia	Urbano	Altamira	-52.253539	-3.157080
P03	Instituto Federal do Pará	Urbano	Altamira	-52.182083	-3.172222
P04	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA	Urbano	Altamira	-52.218222	-3.212417
P05	Sítio Jaburu	Urbano	Altamira	-52.202389	-3.199694
P06	Universidade Federal do Pará - UFPA	Urbano	Altamira	-52.212472	-3.210500
P07	Ramal do Araul	Rural	Bragança	-46.738750	-1.080000
P08	Fazenda Sató	Rural	Nova Timboteua	-47.368556	-1.078889
P09	Sítio Coringa	Rural	Nova Timboteua	-47.368556	-1.078889
P10	Centro de Estudos Ambiental - CEA	Rural	Vitória do Xingu	-51.940028	-3.375472
P11	Fazenda do Matheus	Rural	Senador José Porfírio	-51.981111	-2.797900

Tabela 1. Coordenadas geográficas e localização dos pontos amostrados durante o período de abril a setembro de 2017. As coordenadas estão em graus decimais.

3.2 Amostragem de morcegos de sementes

Os morcegos foram capturados entre 03 de abril e 01 de setembro de 2017, com autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Para a coleta dos morcegos foram utilizadas 10 redes de neblina, que permaneceram abertas nas seis primeiras horas após o pôr do sol, e verificadas a cada 30 minutos. Os indivíduos capturados foram acondicionados em sacos de algodão e tiveram os seguintes dados obtidos: (i) sexo; (ii) idade, (iii) condição reprodutiva; (vi) peso; e (v) medida de antebraço. De acordo com Morrison (1980), a passagem do alimento pelo sistema digestório de quirópteros frugívoros gira em torno de 15-35 minutos, assim, após a triagem dos indivíduos o saco de algodão era verificado e as sementes coletadas e armazenadas em sacos de papel filtro. Em laboratório as sementes foram retiradas das fezes, separadas e limpas. Os espécimes foram identificados até o menor nível taxonômico, usando a literatura específica (e.g.: Anderson, 1997; Charles-Dominique et al., 2001; Gardner, 2007; Vizotto e Taddei, 1973), marcados com coleiras plásticas do tipo prensa cabo (referência) e soltos no mesmo local da coleta.

4 | RESULTADOS

Foram capturadas 514 espécies de morcegos e seis famílias, com 45 espécies de 2 famílias classificadas como dispersoras. Ao todo foram encontradas 1.062 sementes categorizadas em 28 morfotipos (Tabela 2; Figura 2). Foram observadas duas famílias de morcegos, Mormopidae e Phyllostomidae (Tabela 2). Na família Phyllostomidae foram encontradas cinco subfamílias; (i) Carollinae, (ii) Glossophaginae, (iii) Phyllostomidae e (iv) Stenodermatinae. Das espécies capturadas, dez apresentaram ocorrência de sementes nas fezes, sendo a maioria da família Phyllostomidae (Tabela 2). Com exceção do gênero *Artibeus* todas as espécies tiveram ocorrência em ambas as áreas (Urbanas e Rurais) (Tabela 2). O gênero *Carollia* foi o que apresentou maior diversidade de morfotipos de sementes, 16 dos 27 observados, seguido por *Artibeus*, nove morfotipos (Tabela 2).

Carollia perspicilata é a mais ativa no processo endozoocórico de dispersão, com o total de 16 amostras distintas de sementes dispersas, tendo maior incidência em ambientes rurais (Tabela 2). Em seguida a espécie *Artibeus lituratus*, dispersando seis amostras diferentes, com mais registros em áreas urbanas e rurais. As espécies *Artibeus obscurus* e *Artibeus planirostris*, ambas dispersando dois morfotipos distintos, com atuação em ambientes rural e urbano respectivamente (Tabela 2). *Sturnira lillium*, apresentou dispersão de dois morfotipos distintos, com incidência em ambientes rurais e urbanos (Tabela 2). As espécies *Pteronotus* sp, *Glossophaga soricina* e *Uroderma magnirostrum*, tiveram registro de um morfotipo de semente dispersa cada, todas em áreas urbanas (Tabela 2). E por fim, as espécies *Rhynchophylla fischeri* e *Phyllostomus hastatus*, também com apenas um

morfotipo disperso cada, mas ambas em ambientes rurais (Tabela 2).

FAMÍLIA																												Total					
Subfamília																												Total					
Gênero		Ambiente	A	b	c	d	e	F	g	h	i	j	k	l	m	n	O	P	q	r	S	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	Total		
Espécie																																	
MORMOPIDAE																																	1
<i>Pteronotus</i>																																	1
<i>Pteronotus parnellii</i>		Urbano																														1	
Total																																1	
PHYLLOSTOMIDAE			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	27	
<i>Carollinae</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	17	
<i>Carollia</i>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16	
<i>Carollia perspicillata</i>		Rural	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11		
		Urbano							X	X																X					5		
Total																															16		
<i>Rhynophilla</i>																								X							1		
<i>Rhynophilla fischerie</i>		Rural																					X								1		
Total																							X								1		
Glossophaginae																															1		
<i>Glossophaga</i>																															1		
<i>Glossophaga soricina</i>		Urbano																													1		
Total																															1		
Phyllostominae							X																								1		
<i>Phyllostomus</i>							X																								1		
<i>Phyllostomus hatatus</i>		Rural					X																								1		
Total							X																								1		
Stenodermatinae			X		X	X	X		X								X	X		X				X	X				X		10		
<i>Artibeus</i>			X		X	X	X		X								X	X		X				X	X				X		9		
<i>Artibeus lituratus</i>		Rural					X									X	X		X										X		3		
		Urbano					X									X															3		
Total							X									X	X		X												6		
<i>Artibeus obscurus</i>		Rural					X																	X							2		
Total							X																	X							2		
<i>Artibeus planirostris</i>		Urbano									X																X				2		
Total											X															X					2		
<i>Uroderma</i>							X																								1		
+		Urbano					X																								1		
<i>Uroderma magnostrum</i>		Total					X																								1		
Sturnirinae																															2		
<i>Sturnira</i>																															2		
<i>Sturnira lillium</i>		Urbano																													1		
		Rural																													1		
Total																															2		

Tabela 2. Espécies de morcegos e morfotipos de sementes dispersados. As espécies estão classificadas por família, subfamília e gênero. A imagem dos morfotipos é apresentada na figura 02.

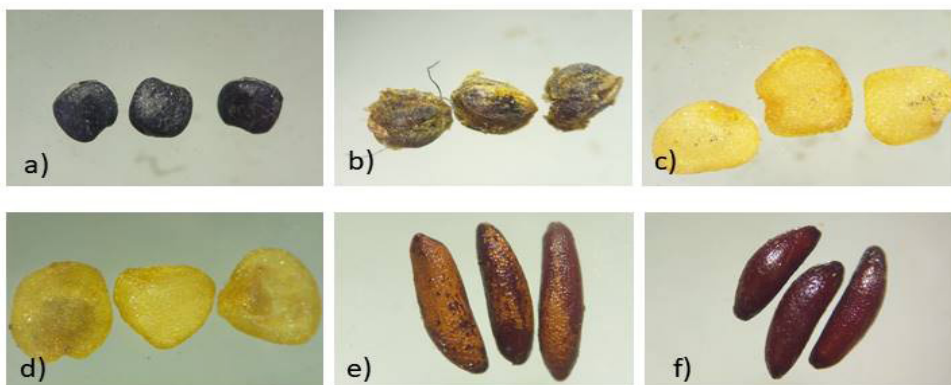




Figura 2. Imagens dos morfotipos das sementes encontradas nas fezes dos morcegos capturados. A letra representa o morfotipo que aparece na tabela 2.

5 | DISCUSSÃO

De acordo com Fleming (1979) e Howe & Smallwood (1982), estima-se que 50% a 90% das espécies de árvores (entre pioneiras, secundárias e clímax), encontradas em florestas tropicais, produzam frutos cujas sementes são dispersas por animais. Vários estudos apontam a importância de morcegos frugívoros na regeneração de ecossistemas florestais (Charles-Dominique, 1986; Whittaker & Jones, 1994; Medellín & Gaona, 1999), pois a dispersão de sementes feita pelos quirópteros é importante para a manutenção de florestas e para a recuperação de áreas que sofreram ação antrópica e ocasiona a fragmentação de habitats, fenômeno comum em áreas tropicais em função do avanço das pastagens e áreas agrícolas (Galindo-González et al., 2000; Garcia et al., 2000). Neste estudo observou-se que a incidência de morcegos frugívoros em área urbana é maior do que para área rural. Na Amazônia a localização dos fragmentos urbanos está mais próxima

a áreas de floresta nativa, favorecendo a dispersão em regiões menos arborizadas.

Segundo Junior, A. J. & Junior, I. S. B. (2009), *Carollia perspicillata* é uma espécie frugívora normalmente encontradas em florestas secundárias, presentes nas bordas dos fragmentos florestais forrageando principalmente ao nível de sub-bosque, são conhecidos na literatura pela preferência alimentar por frutos de plantas pioneiras no processo de sucessão ecológica, enfatizando sua importância na recuperação de áreas degradadas. O presente trabalho aponta que esta espécie é a mais atuante no processo endozoocórico da região, contribuindo para a diversificação de espécies florestais e restauração de áreas degradadas por ação antrópica ou eventos naturais.

A maior incidência de morcegos frugívoros nas áreas urbanas pode ser em decorrência da localização das áreas de estudo, todas cercadas por vegetação natural. Observa-se também que existe uma elevada quantidade de morfotipos dispersos, levando a concluir que há grande variabilidade e disponibilidade de alimento, contribuindo para a manutenção da população de quirópteros e possibilitando a regeneração de áreas degradadas e abandonadas, como pastagens ou clareiras oriundas de desmatamento. De acordo com os dados, a espécie *Carollia perspicillata* é a espécie com o maior potencial para o processo de recuperação de áreas degradadas e diversificação de áreas florestais. Essa ideia vem do grande número de morfotipos dispersos. Ainda que a dispersão em áreas urbanas e rurais foram similares, ao menos com relação a ocorrência dos morfotipos, observamos um maior número de morfotipos em áreas rurais, 22 no total, do que em ambientes urbanos, 14 morfotipos. Contudo, conclui-se que a diversidade de espécies vegetais, utilizadas (como recurso alimentar) por esses animais presentes nas áreas urbanas, é menor que a existente em ambientes rurais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. S. et al. Going out for dinner—The consumption of agriculture pests by bats in urban areas. **PLOS ONE**, v. 16, n. 10, p. e0258066, 21 out. 2021.

AGUIRRE, L.F.; LUNS, L. & MATTYSEN, E. Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a neotropical savanna in Bolivia. **Journal of Tropical Ecology**, 19:367–374, 2003.

ANDERSON, S. Mammals of Bolivia taxonomy and distribution. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, V.231, New York:, p.1-652, 1997.

BORKIN, K.M. & PARSONS, S. Home range and habitat selection by a threatened bat in exotic plantation forest. **Forest ecology and management**, 262:845-832, 2011.

CAMACHO-SANDOVAL, J., & DUQUE, H. Indicators for biodiversity assessment in Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Volume 87, issue 2, 141-150 p, 2001.

CHARLES-DOMINIQUE, P. BROSSET, A. & JOUARD, S. Les Chauves-souris de Guyane. **Muséum national d'Histoire naturelle**, Paris, 176 p. (Patrimoines naturels, 49), 2001.

- CHARLES-DOMINIQUE, P. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guiana. In: Estrada, A. & Fleming, T.H. (Eds.), *Frugivores and seed dispersal*. W. **Junk Publishers, Dordrecht**, p.119-136, 1986.
- CIRRANELLO, N. B. S. AND A. L. **Bats of the World A Taxonomic and Geographic Database**.
- CLEVELAND, C. J. et al. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. n. Figure 2, p. 238–243, 2006.
- CLEVELAND, C. J.; BETKE, M.; FEDERICO, P.; FRANK, J.D.; HALLAN, T.G.; HORN, J.; LOPEZ, J.D.; MCCRACKEN, G.F.; MEDELLIN, R.A.; MORENO-VALDEZ, A.; SANSONE, C.G.; WESTBROOK, J.K. & T.H. KUNZ. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 4: 238-243, 2006.
- COSSON, J.; DREANNO, C.; BILLARD, R.; SUQUET, M. and CIBERT, C. Regulation of axonemal wave parameters of fish spermatozoa by ionic factors. In GAGNON, C. (org.). **The male gamete: From basic science to clinical applications**. Paris: Cache River Pres, 500 p, 1999.
- DUCHAMP, J.E. & SWIHART, R.K. Shifts in bat community structure related to evolved traits and features of human-altered landscapes. **Landscape Ecology**, 23, 849-860, 2008.
- ESTRADA, A. & COATES-ESTRADA, R. Bats in continuous forest and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, México. **Biological Conservation**, 103: 237-245, 2002.
- ESTRADAS-VILLEGAS, S.; MEYER, C.F.J. & KALKO, E.K.V. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. **Biological Conservation**, 143, 597-608, 2010.
- FARIA, D. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brasil. **Journal of Tropical Ecology**. 22: 532-541, 2006.
- FENTON, M. B.; ACHARVA, L.; AUDENT, D.; HICKEY, M. B. C.; MERRIMAN, C.; OBRUTS, K.; SYME, D. M. & ADKINS, B. Phyllostomid bats (Chiroptera, Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. **Biotropica**. 24: 440-446, 1992.
- FLEMING, T. H. Do tropical frugivores compete for food?, **American Zoologist**, 19: 1157-1172, 1979.
- FLEMING, T.H. & E.R. HEITHAUS. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. **Biotropica**, 13 (Suppl.): 45-53. 1986. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. *Jour. Mamm.* 67 (4): 660-671, 1981.
- FLEMING, T.H. The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. George B. Schaleer (ed.). **University of Chicago Press**. 365 pp, 1988.
- FLEMING, T.H., GEISELMAN, C. & KRESS, W.J. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. **Annals of Botany**, 104. 1017-1043, 2009.
- GALINDO-GONZALEZ, J., GUEVARA, S. & V.J. SOSA. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. **Conservation Biology**, 14: 1693-1703, 2000.
- GARBINO, G. S. T. et al. **Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil—CLMB**.
- GARCIA, Q.S., SIMOES, W. A. Seed dispersal by bats in a disturbed area of southeastern Brazil. **Rev. Biol. Trop.**, San José, v. 48, p. 125-128, 2000.

GARDNER A.L. Mammals of South America: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. **Chicago and London: University of Chicago Press**, 668p, 2007.

HARVEY, C.A.; VILLALOBOS, J.A.G. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. **Biodiversity Conservation**, 16: 2257– 2292, 2007.

HOWE, H. F. & SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 13: 201-228, 1982.

JACOMASSA, F.A.F. & PIZO, M.A. Birds and bats diverge in the qualitative and quantitative components of seed dispersal of a pioneer tree. **Acta Oecologica-International Journal of Ecology**, 36, 493 - 496, 2010.

JUNG, K. & E.K.V. KALKO. Where forest meets urbanization: foraging plasticity of aerial insectivorous bats in an anthropogenically altered environment. **Journal of Mammalogy**, 91: 144-153, 2010.

JUNIOR, A. J. & JUNIOR, I. S. B. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) e efeitos na germinação de sementes ingeridas. **Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente**, Vol. XII, Nº. 14, 2009.

KALKA, M.B., SMITH, A.R. & KALKO, E.K.V. Bats limit arthropods and herbivory in a tropical forest. **Science**, 320, 71-71, 2008.

KALKO, E. K. V.; C., H.; HANDLEY, J. O. Organization, Diversity, and Long-Term Dynamics of a Neotropical Bat Community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. (Eds.). **Long-Term Studies of Vertebrate Communities**. San Diego, California: Elsevier, 1996. p. 503–553.

KALKO, E.K.V. Diversity in tropical bats, p. 13-43. In: H. ULRICH (Ed.). Tropical diversity and systematics. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity and Systematics in Tropical Ecosystems, Bonn, 1994. **Bonn, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig**, 197p, 1997.

KALKO, E.K.V., C.O. HANDLEY JR. & HANDLEY, D. Organization, diversity and long-term dynamics of a neotropical bat community in Long-term studies of vertebrate communities (M.L. Cody & J.A. Smallwood, eds), **Academic Press**, New York. p.503-553, 1996.

KALKO, E.K.V., C.O. HANDLEY JR. & HANDLEY, D. Organization, diversity and long-term dynamics of a neotropical bat community in Long-term studies of vertebrate communities (M.L. Cody & J.A. Smallwood, eds), **Academic Press**, New York. p.503-553, 1996.

KASSO, M.; BALAKRISHNAN, M. Ecological and Economic Importance of Bats (Order Chiroptera). **ISRN Biodiversity**, v. 2013, p. 1–9, 2013.

KERTH, G. & M. MELBER. Species-specific barrier effects of a motorway on the habitat use of two threatened forest-living bat species. **Biological Conservation**, 142, 270-279, 2009.

KUNZ, T.H., ARNETT, E.B., COOPER, B.M., ERICKSON, W.P., LARKIN, R.P., MABEE, T., MORRISON, M.L., STRICKLAND, M.D. & J.M. SZEWCZAK. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: A guidance document. **Journal of Wildlife Management**, 71: 2449-2486, 2007.

MAINEA, J. J.; BOYLESA, J. G. Bats initiate vital agroecological interactions in corn. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 112, n. 40, p. 12438–12443, 2015.

MEDELLIN, R. A. & GAONA, O. Seed dispersal bats and birds in forests and disturbed habitats of Chiapas, Mexico. **Biotropica**, 31:478-485, 1999.

MEDELLÍN, R.A.; EQUIHUA, M. & AMIN, M.A. Bat Diversity and Disturbance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. **Conservation Biology**, p. 1666-1675. Volume 14, No. 6, 2000.

MEYER, C.F.J. & KALKO, E.K.V. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. **Journal of Biogeography**, 35, 1711-1726, 2008.

MEYER, C.F.J., KALKO, E.K.V. & KERTH, G. Small-Scale Fragmentation Effects on Local Genetic Diversity in Two Phyllostomid Bats with Different Dispersal Abilities in Panama. **Biotropica**, 41, 95-102, 2009.

MEYER, C.F.J., SCHWARZ, C.J., FAHR, J. Activity patterns and habitat preferences of insectivorous bats in a West African forest–savanna mosaic. **J. Trop. Ecol.** 20,397–407, (2004).

MICKLEBURGH, S.P., HUTSON, A.M. & RACEY, P.A. A review of the global conservation status of bats. **Oryx**, 36, 206-211, 2002.

MORRINSON, D.W. Efficiency of Food Utilization by Fruit Bats. **Oecologia**, v. 45, p.270-273, 1980.

MORRISON, D.W., Lunar phobia in a neotropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis*, (Chiroptera: Phyllostomidae). **Anim. Behav**, 26, 852–855, 1978.

MUSCARELLA, R. & T.H. FLEMING. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. **Biological Reviews**, 82: 573-590, 2007.

OPREA M., ESBÉRARD C.E.L., VIEIRA, T.B., PIMENTA, V.T., BRITO, D. & DITCHFIELD A.D. Bat community species richness and composition in a restinga protected area in southeastern Brazil. **Braz. J. Biol**, 69:1073-1079, 2009.

PACHECO, S. M., SODRÉ, M., GAMA, A. R., BREDT, A., CAVALLINI, E. M., MARQUES, R. V., GUIMARÃES M.M. & BIANCONI, G. Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de ação para a conservação no Brasil. **Chiroptera neotropical**, 16(1), 629-647, 2010.

PATRIQUIN, K.J. & BARCLAY, R.M.R. Foraging by bats in cleared, thinned and unharvested boreal forest. **Journal of Applied Ecology**, 40: 646-657, 2003.

PATTERSON, B. D., WILLIG, M. R. & STEVENS, R. D. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. Pp. 536–579 in Kunz, T. H. & Fenton, M. B. (eds.) *Bat ecology*. University of Chicago Press, Chicago A review of the global conservation status of bats Simon P. Mickleburgh, Anthony M. Hutson and Paul A. **Racey Oryx**, 36(1), 18–34 2002, 2003.

PRYDE, M.A., O'DONNELL, C.F.J. & Barker, R.J. Factors influencing survival and long-term population viability of New Zealand long-tailed bats (*Chalinolobus tuberculatus*): Implications for conservation. **Biological Conservation**,126: 175-185, 2005.

QUESADA, M., STONER, K.E., LOBO, J.A., HERRERIAS- DIEGO, Y., PALACIOS-GUEVARA, C., MUNGUIA-ROSAS, M.A., SALAZAR, K.A.O. & ROSAS-GUERRERO, V. Effects of forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat-pollinated bombacaceous trees. **Biotropica**, 36: 131-138, 2004.

REIS, N.R., PERACCHI, A.L., PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. Morcegos do Brasil. **UEL**, Londrina, 2007. VIZOTTO L.D. & TADDEI. V. A. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. **Boletim de Ciências, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras**, 1: 1-72, 1973.

RODRÍGUEZ-SAN PEDRO, A. et al. Quantifying ecological and economic value of pest control services provided by bats in a vineyard landscape of central Chile. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 302, n. June, p. 107063, 2020.

SCHNITZLER, H.-U.; KALKO, E. K. V. Echolocation by Insect-Eating Bats. **BioScience**, v. 51, n. 7, p. 557–569, 2001.

SILVA, S.G. & ANACLETO, T.C.S. Diversidade de morcegos entre áreas com diferente grau de alteração na área urbana do município de Nova Xavantina, MT. **Chiropt. neotrop.** 17(2):1003-1012, 2011.

SURIPTO, B. Economic Contribution of Fruit Bats (Family Pteropodidae) Through Durian Fruit Production in the Agroecosystem in Java Island. **Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020)**, v. 528, n. Icriems 2020, p. 8–15, 2021.

VILLALOBOS-CHAVES, D.; RODRÍGUEZ-HERRERA, B. Frugivorous bats promote epizoochoric seed dispersal and seedling survival in a disturbed Neotropical forest. **Journal of Mammalogy**, n. X, p. 1–7, 25 out. 2021.

WHITTAKER, T.J. & JONES, S.H. The role of frugivorous bats and birds in the rebuilding of a tropical forest ecosystem, Krakatau, Indonesia. **Journal of Biogeography**, 21:245-258, 1994.

WICKRAMASINGHE, L.P., HARRIS, S., JONES, G. & JENNINGS, N.V. Abundance and species richness of nocturnal insects on organic and conventional farms: Effects of agricultural intensification on bat foraging. **Conservation Biology**, 18: 1283-1292, 2004.

WILLIAMS-GUILLEN, K., PERFECTO, I. & J. VANDERMEER. Bats limit insects in a neotropical agroforestry system. **Science**, 320: 70-70, 2008.

CAPÍTULO 2

QUANDO OS MORCEGOS VÃO À ESCOLA: DESMISTIFICANDO O CONHECIMENTO SOBRE MORCEGOS E CONTRIBUINDO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

Data de aceite: 01/02/2022

Midiã Cristine Silva Guará

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/5697416528355105>

Jakeline Arcanjo de Arcanjo

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/5632996490803925>

Jennifer Bandeira Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/7956561848673607>
<https://orcid.org/0000-0002-5232-6702>

Keila Patricia Alves da Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/4144157091334451>

Ayla Yanne Gomes Pinheiro

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/3025889751595122>

Loyriane Moura Sousa

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém-PA
<http://lattes.cnpq.br/5313988414184775>

Ana Beatriz Alencastre-Santos

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/9427350247796331>
<https://orcid.org/0000-0002-2508-9684>

Leandra Rose Palheta

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém-PA
<http://lattes.cnpq.br/4801412605774269>
<https://orcid.org/0000-0001-8952-6604>

Iluany da Silva Costa

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Belém-PA
<http://lattes.cnpq.br/2157341771566113>
<https://orcid.org/0000-0003-4600-8246>

Letícia Lima Correia

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/0037593300651422>
<https://orcid.org/0000-0003-1762-8294>

Karina Dias-Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/2271768102150398>
<http://orcid.org/0000-0001-5548-4995>

Thiago Bernardi Vieira

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/5106382132269394>
<https://orcid.org/0000-0003-1762-8294>

RESUMO: Dentre o conhecimento popular sobre morcegos existem mitos e crendices. Com a deficiência de livros que abordem mais sobre esses mamíferos, é necessário levar conhecimento sobre o grupo, no ponto de vista do conhecimento popular e para a conservação da biodiversidade. O projeto foi realizado no município de Altamira – Pa, com o público jovem,

apresentado uma palestra e posteriormente, observação das perguntas e respostas. Antes da palestra, 53,62% acredita que os mamíferos transmitem o vírus entre si. Após a palestra, 98,57% respondeu que os morcegos não são os únicos mamíferos a transmitir o vírus da raiva. A análise das concepções prévias dos estudantes mostra a importância de projetos como este para desmistificar conceitos errôneos sobre os morcegos.

PALAVRAS-CHAVE: Quirópteros, Ensino de Ciências, Educação Ambiental, Raiva Animal.

WHEN BATS GO TO SCHOOL: DEMYSTIFYING KNOWLEDGE ABOUT BATS AND CONTRIBUTING TO THE TEACHING OF BIOLOGY

ABSTRACT: Among the popular knowledge about bats exists myths and beliefs. With the lack of books that address more about these mammals, it is necessary to provide knowledge about the group, from the standpoint of popular knowledge, and for the conservation of biodiversity. The project was carried out in the municipality of Altamira - Pa, with the young public, tabled a lecture and later, observation of questions and answers. Before the lecture, 53% believed that mammals transmit the virus to each other. After the lecture, 98% responded that bats are not the only mammals to transmit the rabies virus. The analysis of the students' previous conceptions shows the importance of projects like this one to demystify erroneous concepts about bats.

KEYWORDS: Chiroptera, Science Teaching, Environmental Education, Animal Rabies.

1 | INTRODUÇÃO

No conhecimento popular sobre os morcegos, existem vários mitos e crendices que são originados pela falta de pessoas especializadas que possam transferir informações sobre o grupo e desmitificar que os quirópteros não são apenas veículos de doenças e prejudiciais à saúde humana (SCAVRONI; PALEARI; UIEDA, 2008). No entanto, possuem grande importância no ecossistema (CLEVELAND et al., 2006; NOWAK, 1991), como por exemplo, produzem o guano e auxiliam na manutenção da fauna cavernícola (BAHIA, 2007). O guano é rico em nutrientes, como o fósforo e nitrogênio, e muito utilizado como adubo em solos deficientes nos países europeus e nos Estados Unidos. Entretanto, essas informações importantes são despercebidas pela sociedade.

Dentre as várias curiosidades relacionadas aos morcegos, a capacidade de voo (BARCLAY, 1995), e a diversidade desse grupo chamam atenção por serem a segunda maior ordem da classe Mamalia com mais de 1200 espécies, ficando atrás apenas dos roedores. São amplamente distribuídos pelo globo, com exceção dos polos árticos, e dentre todas as espécies, apenas três alimentam-se de sangue (REIS et al., 2007; BRASS, 1994), possuem modificações estruturais no crânio, que possibilitam a eco localização, e as adaptações fisiológicas, visto que não armazenam gordura (REIS et al., 2007; STEVENSON; WOODS, 2006).

Os morcegos são os únicos mamíferos dotados da capacidade de voo verdadeiro e juntamente com os golfinhos, a capacidade de eco localização (REIS et al., 2007). As

espécies de morcegos possuem hábitos alimentares diferentes, dentre os quais: Frugívoros (contribuem para dispersão de sementes em áreas degradadas) (GARCIA; REZENDE; AGUIAR, 2000), Nectarívoros (atuam como polinizadores) (SIPINSKI; REIS, 1995), Insetívoros (reduzem a quantidade de insetos pragas) (GOODWIN; GREENHALL, 1961), os que se alimentam de peixes, sapos, escorpiões e entre outros, denominados Onívoros (REIS et al., 2007), e os morcegos vampiros (Hematófagos), que são considerados vilões por alimentarem-se de sangue (SCAVRONI; PALEARI; UIEDA, 2008; BRASS, 1994).

Com a deficiência de livros que abordem mais sobre os mamíferos voadores, principalmente sua importância no ecossistema, encontra-se necessário divulgar informações sobre a ordem Chiróptera, para o conhecimento popular, como por exemplo, esclarecer como morcegos podem ser úteis para os seres humanos, quanto para a conservação da biodiversidade, importantes ferramentas para quebrar paradigmas.

O trabalho teve como objetivo mostrar aos educadores e estudantes do ensino médio que os morcegos são um dos grupos biológicos de grande importância, dotados de características únicas como o voo e a eco localização, responsáveis por dispersão de sementes, polinização de inúmeras espécies vegetais e controle de insetos praga.

2 | METODOLOGIA

Este projeto foi realizado no município de Altamira - Pa. Inicialmente criou-se uma palestra, voltada para os estudantes do ensino médio (2º a 3º), com o conteúdo destinado à quebra de paradigmas sobre os morcegos. Nesta palestra comentamos as principais características do grupo, em uma apresentação de slides (Figura 01): (i) “Quem são os morcegos?”; (ii) “O que é diversidade e qual a diversidade desse grupo?”; (iii) “Onde eles vivem?”; (iv) “O que comem?”; (v) “O voo dos morcegos e a diferença com as aves”; (vi) “Eco localização e os sonares das embarcações”; (vii) “Mudanças anatômicas que possibilitam o voo e a eco localização”; (viii) “Curiosidades fisiológicas: Espécies que não armazenam gordura. Isso mesmo, não engordam!”; (ix) “O que é conservação e como os morcegos ajudam nisso?”; (x) “O mito da raiva, vamos entender essa história?”; (xi) “Os morcegos e o famoso Conde Drácula. Ele foi real, mas não virava morcego!”. Com a finalidade de fixar os temas, produzimos jogos e levamos até a escola, inclusive para motivar os educadores a serem multiplicadores da ideia.

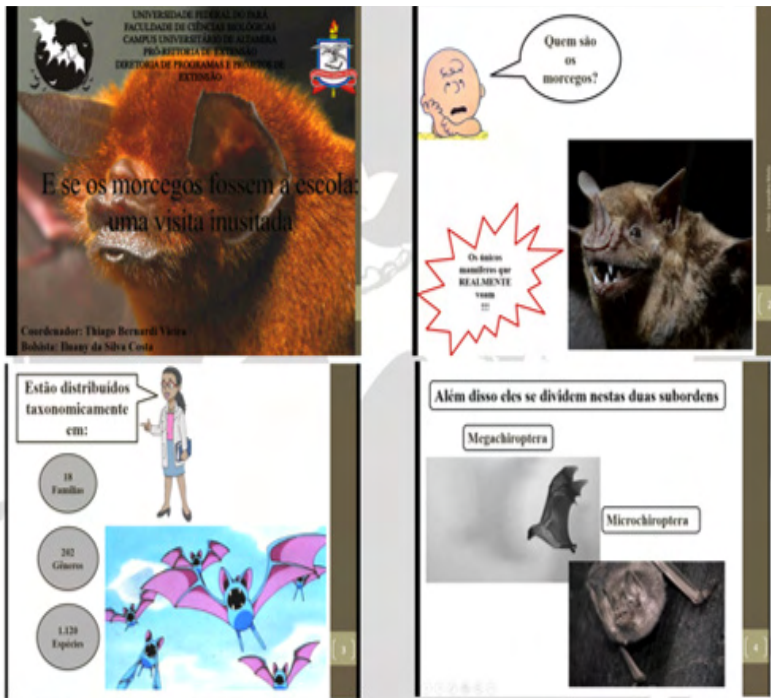


Figura 1. Conteúdo da apresentação para educadores e estudantes do ensino médio sobre morcegos.

A escola parceira do projeto foi a Escola Estadual de Ensino Médio Dairce Pedrosa Torres, no mês de agosto de 2018, contemplando 4 turmas, de 2º a 3º ano do ensino médio. Além dos jogos lúdicos, levamos os materiais que usamos para demonstrar como manejamos e coletamos estes animais explicando o objetivo das nossas pesquisas, e colocamos em exposição alguns espécimes fixados e condicionados em álcool 70 %, para comparar as diferentes morfologias para os estudantes. Em seguida, realizou-se a palestra, com cerca de 30 a 40 minutos de duração, pela manhã e tarde, ambas os turnos com duas turmas. Após as palestras, os estudantes conheceram os materiais de coleta através dos discentes do ensino superior envolvidos no projeto. Ao final das exposições, aconteceu o momento dos jogos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De aproximadamente 112 ouvintes, apenas alunos do 3º ano foram escolhidos para uma análise prévia dos seus conhecimentos por meio de observações das respostas voltadas para as perguntas feitas antes e no momento da palestra. Pela manhã havia 70 alunos pertencentes a duas turmas, e no turno vespertino aproximadamente 43 alunos, de idades 16 a 24.

3.1 Antes da palestra

Em relação à dieta dos morcegos, 85,5% estudantes responderam que eles se alimentam de forma diversificada. 55% responderam que os morcegos são mamíferos. 47,7% responderam que podem ser classificados como outros grupos, como por exemplo, aves. Algum tipo de contribuição que os morcegos oferecem ecologicamente, 55,07% responderam que os morcegos são importantes na recuperação de áreas degradadas. 10,87% acredita que são importantes polinizadores para as plantas. 38,9% acredita que os morcegos reduzem a biomassa de insetos, dentre os quais, os mosquitos. 11,6% acredita que os morcegos só transmitem o vírus da raiva. 53,62% acredita que os mamíferos transmitem o vírus entre si. 40,58% disseram que o vírus é transmitido de outras formas, por exemplo, o contato com a pessoa infectada transmissão genética, apenas 5,8% não soube responder.

Apesar de mais da metade dos alunos terem respondido que morcego é um mamífero, ainda temos uma grande porcentagem que os classificam em outros grupos, isso pode ser devido a presença das asas que faz com que as pessoas os associem as aves o que ressalta a falta de conhecimento ainda sobre o grupo (GRIEBELER; JOHAN, 2021). Quanto a importância dos morcegos, essas respostas podem ser devido a observação dos morcegos em áreas urbanas, alimentando-se das frutas ou dos insetos (PEDROZO et al., 2016). As porcentagens nos mostram que parte dos alunos reconhece a importância dos morcegos, mas fica evidente que ainda é necessária a divulgação sobre os serviços prestados por estes organismos, para que a população entenda a necessidade da preservação das áreas naturais para a proteção dos mesmos (SCAVRONI; PALEARI; UIEDA, 2008; PACHECO et al., 2010).

3.2 Após a palestra

Dos estudantes que participaram do projeto 78,57% responderam que os morcegos não são aves. 92,86% responderam que os morcegos colaboram na recuperação de áreas degradadas, 5,71% afirmaram que os morcegos não desempenham tal função e 1,43% não soube responder. 84,29% respondeu que os morcegos são polinizadores. 15,71% respondeu que os morcegos não fazem polinização. 92,86% responderam que os morcegos não se alimentam somente de sangue. 7,14% acredita que os morcegos são todos hematófagos. E 98,57% afirmaram que os morcegos não são os únicos transmissores do vírus da raiva e apenas 1,43% não souberam responder. Ações como essa auxiliam no aumento de informações sobre os aspectos ecológicos e biológicos acerca dos morcegos, fazendo com que os alunos vejam os benefícios proporcionados por esses organismos e a importância da preservação do meio ambiente para a preservação dos morcegos (DA COSTA PINHEIRO et al., 2018; SILVA; SILVA 2020).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi realizado com o intuito de avaliar por meio de observações o conhecimento prévio dos estudantes do ensino médio quanto aos únicos mamíferos voadores, o qual obtivemos resultados significativos. Observamos que os conhecimentos prévios, principalmente com relação à dieta dos morcegos, são nítidos na concepção dos estudantes. Em virtude disso, mediante aos resultados obtidos, chegamos à conclusão de que a abordagem de alunos da segunda etapa do ensino fundamental fosse mais proveitosa, tendo em vista que seus conhecimentos sobre os quirópteros ainda não estão consolidados.

REFERÊNCIAS

- BARCLAY, R.M.R. Does energy or calcium availability constrain reproduction by bats? **Symp Zool Soc Lond**, v. 67, p. 245-258, 1995.
- BRASS, D.A. **Rabies in bats, natural history and public health implications**. Ridgefield: Livia, 1994.
- BAHIA, G. R. **Sucessão ecológica em guano de morcegos insetívoros em cavernas**. 2007. 117 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <http://www.icb.ufmg.br/pgecologia/dissertacoes/D185_Gretynelle_Rodrigues_Bahia.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2013.
- DA COSTA PINHEIRO, M.; PATRÍCIO, P. M. P.; FAMADAS, K. M.; LOURENÇO, E. C. Morcegos (Mammalia: Chiroptera) na percepção de alunos do Ensino Médio do município do Rio de Janeiro— a importância do ensino de Ciências/Biologia na conservação dos morcegos. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 9, n. 1, p. 7-15, 2018.
- GARCIA, Q.S.; REZENDE, J.L.P.; AGUIAR, L.M.S. Seed dispersal by bats in a disturbed area of Southeastern Brazil. **Rev. Biol. Trop.**, v.1, n.48, p.125-128, 2000.
- GOODWIN, G.G.; GREENHALL, A.M. A review of bats of Trinidad **and Tobago: descriptions, rabies infection and ecology**. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v.122, n.3, p.187-302, 1961.
- GRIEBELER, C; JOHANN, L. Morcegos (Mammalia: Chiroptera) na percepção de alunos de área rural e urbana no município de Teutônia, Vale do Taquari (RS). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 2, p. 316-330, 2021.
- NOWAK, R.M. **Walker's mammals of the world**. Baltimore: John's Hopkins University, 1991.
- PACHECO, S, M.; SODRE, M.; GAMA, A.R.; BREDT, A.; CAVALLINI SANCHES, E. M.; MARQUES, R. V.; GUIMARAES, M. M.; BIANCONI, G. V. Morcegos urbanos: status do conhecimento e plano de ação para conservação no Brasil. **Chiroptera neotropical**, v. 16, p. 629 –647, 2010.
- REIS, N.R. *et al.* **Sobre morcegos brasileiros**. In: REIS, N.R. *et al.* **Mamíferos do Brasil**. Londrina: UEL, 2007, p.17-25.

SCAVRONI, J.; PALEARI, L.M.; UIEDA, W. Morcegos: realidade e fantasia na concepção de crianças de área rural e urbana de Botucatu, SP. *Simbio-Logias – Rev. Eletr. Edu. Filos. E. Nut.*, v.1, p.1-18, 2008.

SIPINSKI, E.A.B.; REIS, N.R. Dados ecológicos dos quirópteros da reserva Volta Velha, Itapoá, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v.3, n.12, p.519-528, 1995.

STEVENSON, R. D. & WOODS, W.A. Condition indices for conservation: new use for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology*, v. 46, n. 6, p. 1169-1990, 2006.

LEVANTAMENTO DA HERPETOFAUNA DO CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UNIVERSIDADE DE SOROCABA

Data de aceite: 01/02/2022

Data de submissão: 09/01/2021

Kelly Cristina Camboin

Universidade de Sorocaba, Curso Ciências
Biológicas; Ecologia
Sorocaba/SP
<http://lattes.cnpq.br/0007137700730067>.

Jair Vaz Nogueira Junior

Universidade de Sorocaba, Curso Ciências
Biológicas; Ecologia
Sorocaba/SP

Nobel Penteadado de Freitas

Universidade de Sorocaba, Curso Ciências
Biológicas; Ecologia
Sorocaba/SP
<http://lattes.cnpq.br/1666433989511675>.

Thiago Simon Marques

Universidade de Sorocaba, Curso Ciências
Biológicas; Ecologia
Sorocaba/SP
<http://lattes.cnpq.br/9118448046350993>.

RESUMO: Devido ao crescimento da população humana e ao aumento das atividades econômicas, a urbanização ocupa cada vez mais o espaço que antes era ocupado por áreas nativas, ameaçando a preservação e manutenção da biodiversidade. Neste contexto, levantamento de informações sobre as estratégias que as comunidades de animais silvestres utilizam para se adaptar a

tais alterações é essencial para a conservação da biodiversidade. O objetivo geral deste estudo foi inventariar a herpetofauna de uma paisagem agrícola localizada no município de Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil. O estudo foi realizado no campus Cidade Universitário da Universidade de Sorocaba (UNISO). A amostragem foi realizada por meio de registros ocasionais e armadilhas de interceptação e queda com cercas-guias (*pitfall traps*) na quais foram instaladas em fragmentos de vegetação nativa (N=3) e áreas de pasto (N=3). A herpetofauna levantada é composta por vinte e quatro espécies, sendo nove anfíbios e quinze répteis. Os anuros se distribuem pelas famílias Bufonidae, Hylidae, Phyllomedusidae e Leptodactylidae. As espécies de répteis se concentram nas famílias Gekkonidae, Polychrotidae, Mabuyidae, Teiidae, Tropiduridae, Colubridae, Dipsadidae e Viperidae. A herpetofauna amostrada na área de estudo é composta principalmente por espécies de ampla distribuição (e.g. *Dendropsophus minutus*, *Physalaemus cuvieri*, *Ameiva ameiva*), generalistas quanto ao uso de habitat e típicas de áreas abertas naturais ou de origem antrópica. A clara dominância de espécies generalistas possivelmente é reflexo da degradação ambiental da região onde o campus está situado.

PALAVRAS-CHAVE: Anfíbios. Répteis. Ecologia de Comunidades. Diversidade de espécies.

SURVEY OF THE HERPETOFAUNA DO CAMPUS UNIVERSITY CITY OF THE UNIVERSITY OF SOROCABA

ABSTRACT: Due to the growth of the human population and the increase in economic activities, urbanization increasingly occupies the space that was previously occupied by native areas, threatening the preservation and maintenance of biodiversity. In this context, gathering information about the strategies that communities of wild animals use to adapt to such changes is essential for the conservation of biodiversity. The general objective of this study was to inventory the herpetofauna of an agricultural landscape located in the municipality of Sorocaba, State of São Paulo, Brazil. The study was carried out at the Cidade Universitário campus of the University of Sorocaba (UNISO). Sampling was carried out through occasional records and traps for interception and fall with guide fences (pitfall traps) in which they were installed in fragments of native vegetation (N=3) and pasture areas (N=3). The herpetofauna raised is composed of twenty-four species, nine amphibians and fifteen reptiles. The frogs are distributed by the families Bufonidae, Hylidae, Phyllomedusidae and Leptodactylidae. Reptile species are concentrated in the Gekkonidae, Polychrotidae, Mabuyidae, Teiidae, Tropicuridae, Colubridae, Dipsadidae and Viperidae families. A herpetofauna sampled in the study area is mainly composed of widely distributed species (eg, *Dendropsophus minutus*, *Physalaemus cuvieri*, *Ameiva ameiva*), habitat use generalists and typical of open areas natural or anthropogenic origin. The clear dominance of generalist species possibly reflects the environmental degradation of the region where the campus is located.

KEYWORDS: Amphibians. Reptiles. Community Ecology. Species diversity.

INTRODUÇÃO

Herpetologia é a disciplina criada por Linnaeus no século XVIII para estudar anfíbios (popularmente conhecidos por salamandra, sapo, perereca, rã e cecília) e répteis (popularmente conhecidos por tartaruga, cágado, jabuti, jacaré, cobra-cega, lagarto e serpente). A herpetologia abrange organismos ectotérmicos com ampla diversidade de características morfológicas, comportamentos e necessidades ambientais (POUGH et al., 2004). A ectotermia (característica ancestral compartilhada) faz este táxon depender da temperatura ambiente para regular sua temperatura corpórea durante suas atividades (ZUG et al., 2001).

No mundo são conhecidas aproximadamente 7.615 espécies de anfíbios (FROST, 2016) e 10.450 espécies de répteis (UETZ, 2017). O Brasil abriga a maior riqueza de anfíbios (1.080 espécies; SEGALLA et al., 2016) e a segunda maior riqueza de répteis do mundo (773 espécies; BERNILS; COSTA, 2015), representando respectivamente 14% e 7% da diversidade mundial. Apesar de altos, estes números não refletem a real diversidade do Brasil, pois ainda existe carência de amostragens em diversas regiões dentro dos seus limites (MMA, 2008). A análise das comunidades de répteis e anfíbios representa um passo indispensável na elaboração de diagnósticos ambientais, já que estes grupos representam uma porção significativa da riqueza local de fauna em qualquer localidade (AVILA-PIRES

et al., 2007).

O estado de São Paulo possui 236 espécies de anfíbios (ROSSA-FERES et al., 2011) e 212 espécies de répteis (ZAHER et al., 2011). Essa riqueza de espécies pode ser considerada alta, pois o Estado de São Paulo não excede 3% do território nacional, e deve estar relacionada principalmente com a diversidade de paisagens presentes na região e aos esforços intensos e duradouros das instituições de pesquisa (ROSSA-FERES et al., 2011; ZAHER et al., 2011).

O maior número de espécies de anfíbios no estado se concentra nas áreas próximas ao litoral, domínio da Mata Atlântica, onde o clima é mais úmido e os terrenos acidentados da Serra do Mar e da Mantiqueira possivelmente ocasionaram o isolamento geográfico entre populações e endemismos (ARAÚJO et al., 2009; ROSSA-FERES et al., 2011). Nas áreas mais ao norte e oeste do estado, domínio do Cerrado e da Floresta Estacional, a seca é mais pronunciada e a riqueza de espécies de anfíbios menor (ARAÚJO et al., 2009; ROSSA-FERES et al., 2008).

Os anfíbios são considerados bons indicadores biológicos por serem particularmente sensíveis a alterações ambientais (POUNDS et al., 2007). A constante degradação dos ecossistemas naturais em virtude de ações antrópicas que implicam na alteração ou eliminação dos habitats explorados pelos anuros vem sendo considerado um dos principais fatores responsáveis pelos declínios populacionais de anfíbios em escala global (BEEBEE, 1996; YOUNG et al., 2000).

Os répteis detêm grande importância ecológica nos ambientes que ocupam servindo como elos da cadeia alimentar (mediadores de energia em cadeias tróficas; POUGH et al., 2004) ou estando ligados a aspectos da saúde pública (NISIOKA; SILVEIRA, 1994; RIBEIRO et al., 1995). As extinções entre os répteis estão mais fortemente relacionadas à destruição dos habitats e às perseguições de razão puramente cultural, como por exemplo, o extermínio local de serpentes por moradores (GIBBONS et al., 2000). A conservação e o manejo dessas espécies dependem do conhecimento da sua composição taxonômica, biologia, distribuição geográfica e interações ecológicas (BERNARDE, 2012).

O estudo da ecologia de comunidades busca entender como os fatores bióticos e abióticos influenciam a distribuição e abundância das espécies em seus habitats (NORTON, 1991). A estrutura de uma comunidade pode ser determinada pela forma com que alguns parâmetros, como a riqueza, abundância, composição de espécies, ecologia trófica, período de atividade, distribuição espacial se mostram diante de alterações ambientais ao longo do tempo (GILLER, 1984; PIANKA, 1974).

Este projeto de iniciação científica é integrante do projeto “BIOTA DO CAMPUS CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UNISO” que visa o levantamento das espécies de fauna e flora do campus com o intuito de obter um maior conhecimento sobre sua biodiversidade e orientar futuras decisões sobre o uso e manejo de suas áreas naturais. Este é um projeto amplo conduzido pelos diversos docentes que compõem o colegiado do curso de Ciências

Biológicas da instituição. Neste sentido, pretende-se suprir a lacuna de conhecimento a respeito da biota do campus que está inserida em uma paisagem agrícola do Estado de São Paulo.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é avaliar a variação espacial na diversidade da herpetofauna de uma paisagem agrícola localizada no campus Cidade Universitária da Universidade de Sorocaba (UNISO), município de Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil. Nesse sentido, os seguintes objetivos específicos serão avaliados: 1) Determinar a riqueza e abundância da herpetofauna nos diferentes componentes da paisagem agrícola (fragmentos vegetação nativa e pasto); 2) Testar possíveis variações da riqueza e abundância da herpetofauna entre fragmentos vegetação nativa e pasto.

ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no campus Cidade Universitária da Universidade de Sorocaba – UNISO (23°30'0,49"S/ 47°23'53,90"O), situado no município de Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil (Figura 1). O clima da região é classificado como sub-tropical (Cwa) de acordo com o sistema de Köppen, possuindo chuvas de verão e temperatura no mês mais quente maior ou igual a 22°C.

O campus possui uma área de aproximadamente de 136 ha que foi adquirida pela Fundação Dom Aguirre no ano de 1996 como parte dos planos de expansão da universidade. A região do campus era originalmente caracterizada por ser uma área de transição entre Floresta Estacional Semidecídua, Cerrado e Matas Ciliares presentes nas áreas marginais aos cursos d'água. No entanto, as atividades agrícolas (e.g. cana-de-açúcar, milho, feijão) nas décadas de 1970 e 1980 resultaram em uma área de estudo composta pela matriz de gramíneas (*Brachiaria*) e fragmentos com remanescentes de vegetação nativa de grande importância para a fauna local (DIAS, 1999).

A área do campus pode ser dividida em duas porções (Leste e Oeste) devido ao seu formato retangular estreitado no centro (Figura 1). Neste projeto, o levantamento da herpetofauna foi concentrado na porção Leste do campus devido à presença de fragmentos com cobertura vegetal mais densa e preservada.



Figura 1. Área de estudo – campus Cidade Universitária da Universidade de Sorocaba - UNISO, município de Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil. Localização das unidades amostrais (3 em áreas de vegetação nativa e 3 em pasto) a serem instaladas na área de estudo.

METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM

A amostragem da herpetofauna foi realizada por meio de armadilhas de interceptação e queda com cercas-guias (*pitfall traps*; CORN, 1994; BLOCK et al., 1998; CECHIN; MARTINS, 2000; DIXO; VERDADE, 2006; BERNARDE; MACEDO, 2008). A unidade amostral é uma armadilha composta de quatro baldes plásticos de 60L dispostos radialmente em forma de “Y” com 10 m de distância entre si (um balde central e os outros nas extremidades), enterrados até a boca e interligados por cerca-guia (tela plástica). No total foram instaladas 6 unidades amostrais na área de estudo, 3 em fragmentos de vegetação nativa e 3 em pastos (Figura 1 e 2).



Figura 2. *Pitfall traps* em área de mata nativa e área de pasto campus Cidade Universitária da Universidade de Sorocaba - UNISO, município de Sorocaba, Estado de São Paulo, Brasil.

Foram realizadas 5 campanhas mensais de amostragem (novembro de 2017 a março de 2018), sendo que os baldes permaneceram abertos durante três noites consecutivas. Os baldes foram verificados diariamente e em seu interior foi mantido um pequeno recipiente contendo água e uma pequena placa de isopor visando evitar a desidratação ou afogamento dos animais capturados. Outras metodologias como busca ativa, vocalização e encontro ocasional também foram consideradas para elaboração da lista de espécies da área de estudo. Por serem empregadas de modo complementar, não estão sendo empregadas de maneira sistematizada.

As espécies da herpetofauna capturadas foram identificadas seguindo a Sociedade Brasileira de Herpetologia (BERNILS; COSTA, 2015; SEGALLA et al., 2016) e as seguintes informações foram coletadas: data, unidade amostral, espécie, massa corpórea e comprimento do corpo. Este projeto e os procedimentos de manejo dos animais foram submetidos ao Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade de Sorocaba (UNISO) e está em fase de análise.

METODOLOGIA ANALÍTICA

A suficiência do esforço amostral para caracterizar a diversidade da herpetofauna foi avaliado para toda a área de estudo por meio de curvas de incidência de espécies (adaptado de COLWELL; CODDINGTON, 1994). O estimador *Bootstrap* foi utilizado para alcançar o número teórico de espécies ocorrentes em cada área por meio do software EstimateS (COLWELL, 2004), considerando as campanhas de campo como a unidade amostral e 50 aleatorizações por cálculo para as estimativas de erro. A assíntota do modelo sigmoide de

série temporal foi considerada o número estimado de espécies que foi calculado através do software Minitab 16 (Minitab Inc., State College, PA, EUA).

O esforço amostral (EA) da amostragem por meio de *pitfall traps* foi calculado de acordo com a fórmula:

$$EA = C \times D \times U \times EP$$

onde C é o número de campanhas de amostragem, D o número de dias amostrados, U o número de unidade amostrais e EP o número de estações de *pitfalls*. O sucesso de captura foi calculado de acordo com a fórmula:

$$SC = (T / EA) \times 100$$

onde T é o número total de indivíduos capturados e EA é o esforço amostral.

Os dados foram considerados em relação a riqueza (número de espécies) e abundância (número máximo de indivíduos registrados). A distribuição e a homocedasticidade dos dados foram testados previamente a realização das análises estatísticas pelos testes Anderson-Darling e Levene, respectivamente. O teste-t foi utilizado para verificar possíveis diferenças da riqueza e abundância da herpetofauna entre os componentes da paisagem (vegetação nativa e pasto).

RESULTADOS FINAIS

A herpetofauna levantada para a área de estudo pelas diferentes metodologias de amostragem (*pitfall traps*, busca ativa, vocalização e/ou encontro ocasional) é composta por vinte e quatro espécies, sendo nove anfíbios e quinze répteis (Tabela 1; Figura 3). Esta lista representa 7,07 % das espécies de répteis (212 espécies; ZAHER et al., 2011) e 3,8 % das espécies de anfíbios (236 espécies; ROSSA-FERES et al., 2011) conhecidas para o Estado de São Paulo. Não foi possível contabilizar o esforço amostral quando considerada todas as metodologias devido ao encontro ocasional com a herpetofauna.



Figura 3. Fotos de algumas das espécies da herpetofauna amostrada: A - *Leptodactylus mystacinus*, B - *Physalaemus cuvieri*, C - *Rhinella ornata*, D - *Scinax fuscovarius*, E - *Hypsiboas faber*, F - *Erythrolamprus typhlus*, G - *Xenodon merremii*, H - *Oxyhopus guibei*, I - *Tropidurus cf. torquatus*, J - *Aspronema dorsivittatum*, K - *Philodryas olfersii*.

Nome Científico	Nome Popular	Local de Registro	Metodologia de Amostragem	Status
ORDEM ANURA				
Família Bufonidae				
<i>Rhinella ornata</i>	Cururuzinho	P2 , VN2, VN3	P	-
Família Hylidae				
<i>Dendropsophus minutus</i>	Perereca-de-ampulheta	-	BA	-
<i>Hypsiboas albopunctatus</i>	Perereca-cabrinha	-	BA	-
<i>Hypsiboas faber</i>	Perereca-ferreiro	VN2	P, BA	-
<i>Scinax fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	-	BA	-
Família Phyllomedusidae				
<i>Phyllomedusa burmeisteri</i>	Perereca	-	BA	-
Família Leptodactylidae				
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Rã-estriada	VN2	P	-
<i>Leptodactylus sp.</i>	Rã	P1	P	-
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Rã-cachorro	VN3, P3	P, BA	-
ORDEM SQUAMATA				
Família Gekkonidae				
<i>Hemidactylus mabouia</i>	Lagartixa	-	BA	-
Família Mabuyidae				
<i>Aspronema dorsivittatum</i>	Lagarto	P1	P	-
<i>Notomabuya frenata</i>	Lagarto	-	BA	-
Família Polychrotidae				
<i>Polychrus acutirostris</i>	Papa vento	-	BA	-
Família Teiidae				
<i>Ameiva ameiva</i>	Calango-verde	P1	P, BA	-
<i>Salvator merianae</i>	Teiú	-	BA	-
Família Tropiduridae				
<i>Tropidurus cf. torquatus</i>	Calango	-	BA	-
Família Colubridae				
<i>Tantilla melanocephala</i>	Cobra	-	BA	-
Família Dipsadidae				
<i>Clélia clekia</i>	Muçurana Juvenil	-	BA	-
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	Cobra capim	-	BA	-
<i>Erythrolamprus Typhlus</i>	Cobra-verde	VN2	P	-
<i>Philodryas offersii</i>	Cobra cipó listrada	-	BA	-
<i>Oxyrhopus guibeii</i>	Coral-falsa	P1	P, BA	-
<i>Sibynomorphus mikanii</i>	Dormideira	-	BA	-
<i>Xenodon merremii</i>	Boipeva	-	BA	-
Família Viperidae				

Nome Científico	Nome Popular	Local de Registro	Metodologia de Amostragem	Status
<i>Crotalus durissus</i>	Cascavel		BA	-

Tabela 1: Lista da herpetofauna registrada para a área do Campus da Cidade Universitaria - UNISO.

Sendo nome científico, nome popular, local de registro (VN - vegetação nativa, PA - pasto), metodologia de amostragem (BA -busca ativa, vocalização e/ou encontro ocasional, P - *pitfall traps*) e status segundo a Lista Nacional da Fauna Ameaçada de Extinção (MMA, 2014), a Lista da Fauna Ameaçada do Estado de São Paulo (Governo do Estado de São Paulo, 2014) (VU - vulnerável, EM - em perigo, CR - cricamente em perigo, EX - extinta) e a *International Union for Conservation of Nature/ IUCN* (IUCN, 2018) (VU - vulnerável , EP - em perigo e CP – criticamente em perigo).

Todas as espécies de répteis e anfíbios registradas pertencem às ordens Squamata e Anura, respectivamente. Os anuros se distribuem pelas famílias Bufonidae, Hylidae, Phyllomedusidae e Leptodactylidae. No entanto, as espécies de répteis se concentram nas famílias Gekkonidae, Polychrotidae, Mabuyidae, Teiidae, Colubridae, Dipsadidae e Viperidae.

Como resultado das campanhas de campo utilizando os *pitfalls traps*, foram registradas quatro espécies de anfíbios anuros, pertencentes às famílias Bufonidae (1 sp.) e Leptodactylidae (3 sp.). Dentre os répteis, foram capturados três lagartos e duas serpentes (Tabela 2). O esforço amostral foi de 2160 armadilha/noite e sucesso de captura de 2,03 %. O esforço amostral empregado foi suficiente para detectar aproximadamente 70 % da riqueza de espécies estimada para a área de estudo (Figura 4). Não houve diferença significativa da riqueza entre mata nativa e pasto ($t = 0,1$; $gl = 5$; $p = 0,999$), no entanto, a mata nativa apresentou maior abundância da herpetofauna em comparação com o pasto ($t = 5,3$; $gl = 5$; $p = 0,013$; Figura 5).

Família / Espécie	Mata Nativa	Pasto	Total
ORDEM ANURA			
Família Bufonidae			
<i>Rhinela ornata</i>	33	2	35
Família Leptodactylidae			
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1	-	1
<i>Leptodactylus sp.</i>	-	1	1
<i>Physalaemus cuvieri</i>	2	1	3
ORDEM SQUAMATA			
Família Mabuyidae			
<i>Aspronema dorsivittatum</i>	-	2	2
Família Teiidae			
<i>Ameiva ameiva</i>	-	1	1
Família Dipsadidae			
<i>Erythrolamprus typhlus</i>	1	-	1
<i>Oxyrhopus guibei</i>	-	1	1

Tabela 2. Lista da herpetofauna registrada por meio dos *pitfalls traps* na mata nativa e no pasto da área do Campus da Cidade Universitaria – UNISO.

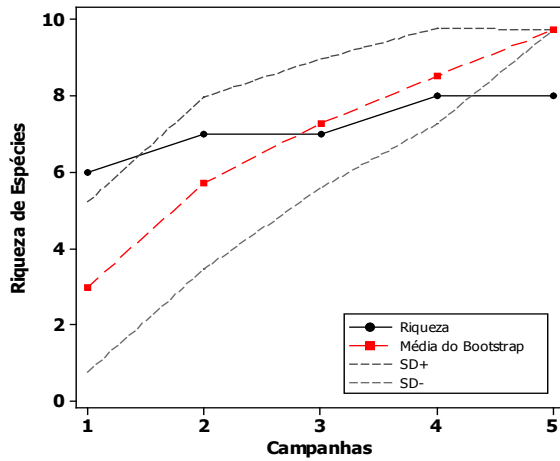


Figura 4. Curva de incidência de espécies da herpetofauna da área do Campus da Cidade Universitaria – UNISO.

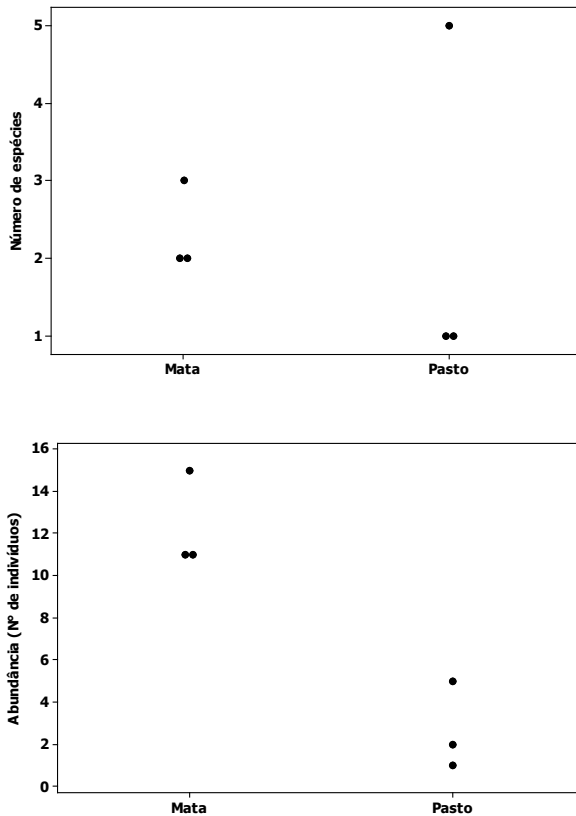


Figura 5. Riqueza e abundância da herpetofauna registrada por meio dos *pitfalls traps* na mata nativa e no pasto da área do Campus da Cidade Universitaria – UNISO.

DISCUSSÃO

A herpetofauna amostrada na área de estudo é composta principalmente por espécies de ampla distribuição (e.g. *Dendropsophus minutus*, *Physalaemus cuvieri*, *Ameiva ameiva*), generalistas quanto ao uso de hábitat e típicas de áreas abertas naturais ou de origem antrópica. A clara dominância de espécies generalistas possivelmente é reflexo da degradação ambiental da região onde o campus está situado.

A área de estudo está inserida em uma região com alto grau de degradação, com predomínio de pastagens, áreas urbanizadas e alguns fragmentos de mata no entorno. A histórica ocupação de forma desordenada e predatória, substituindo os ecossistemas naturais em agroecossistemas, ou ainda fracionando os poucos remanescentes de hábitats faunísticos, resultou na erradicação de muitas espécies típicas, principalmente as mais exigentes, e assim seus nichos ecológicos sendo ocupados por outras espécies mais oportunistas ou generalistas (ROCHA et al., 2006).

Nenhuma espécie registrada está classificada na Lista Nacional da Fauna Ameaçada de Extinção (MMA, 2014), na Lista da Fauna Ameaçada do Estado de São Paulo (Governo do Estado de São Paulo, 2014) e na lista da *International Union for Conservation of Nature* ((IUCN, 2018), como também, não são consideradas endêmicas para o Estado de São Paulo (ROSSA-FERES et al., 2011, ZAHER et al., 2011).

Supreendentemente mata nativa não apresentou maior riqueza de espécies que as áreas de pasto, mas somente maior abundância de espécies. Isto pode ocorrer devido ao campus se situar em uma área de transição entre Cerrado e Floresta Estacional. O Cerrado apresenta uma grande diversidade de espécies de lagartos e serpentes adaptados a ambientes abertos. Portanto, a captura destas espécies no pasto fez aumentar a riqueza deste ambiente.

Dentre as espécies registradas, convém ressaltar a presença de uma espécie exótica: a lagartixa-doméstica (*Hemidactylus mabouia*). Imigrantes do sul da Europa e norte da África trouxeram este lagarto acidentalmente no século XVII (LEMA, 2002) e atualmente ela possui ampla distribuição geográfica no Brasil (AVILA-PIRES, 1995). Sua ocorrência é muito comum em áreas antrópicas e periantrópicas estando geralmente associada a construções humanas. Esta condição mostra o quão generalista é a espécie, inclusive encontrada em grandes cidades como São Paulo (BENESI, 2007). A introdução de espécies exóticas podem alterar a organização e o funcionamento das comunidades residentes modificando processos ecológicos, tais como, a predação, competição, transferência de parasitas (CADI; JOLY, 2004). Por estas razões, a introdução de espécies exóticas é considerada uma das principais causas da perda de biodiversidade no mundo (CLAVERO; GARCIA-BERTHOU, 2005).

Este trabalho foi capaz de realizar o levantamento das principais espécies da herpetofauna do campus Cidade Universitária da UNISO. Neste sentido, foi detectada

principalmente espécies generalistas e adaptadas a viver em ambientes antrópicos, fato que reforça o alto grau de degradação dos ambientes amostrados. Portanto, os dados deste projeto trazem um maior conhecimento sobre sua biodiversidade do campus fornecendo base para orientar futuras decisões sobre o uso e manejo de suas áreas naturais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, O. G. S.; TOLEDO, L. F.; GARCIA, P. C. A.; HADDAD, C. F. B. The amphibians of São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 197-209, 2009.

ÁVILA-PIRES, T.C. Lizards of Brazilian Amazônia (Reptilian: Squamata). *Zoologische Verhandelingen*, 299:1-706, 1995.

AVILA-PIRES, T. C. S.; HOOGMOED, M.; VITT, L. Herpetofauna da Amazônia. In: NASCIMENTO, L. B.; OLIVEIRA, M. E. (Eds). **Herpetologia no Brasil II**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2007.

BEEBEE, T. J. C. **Ecology and conservation of amphibians**. London: Chapman & Hall, 1996.

BENESI, R.G.Q. Répteis do Município de São Paulo. In: **Fauna Silvestre: Quem são e onde vivem os animais na metrópole Paulistana**. Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente, São Paulo. p. 106-147. 2007.

BERNARDE, P. S. **Anfíbios e répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira**. Curitiba: Anolis Books, 2012.

BERNARDE, P. S.; MACEDO, L. C. Impacto do desmatamento e formação de pastagens sobre a anurofauna de serapilheira em Rondônia. **Iheringia**, v. 98, p. 454-459, 2008.

BERNILS, R. S.; COSTA, H. C. Répteis brasileiros: lista de espécies 2015. **Herpetologia Brasileira**, v. 4, p. 75-93, 2015.

BLOCK, M. B.; MORRISON, M. L.; SCOTT, P. E. Development and evaluation of habitat models for herpetofauna and small mammals. **Forest Science**, v. 44, p. 430-437, 1998.

CADI, A., JOLY, P. Impact of the introduction of the Red-eared Slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European Pond Turtle (*Emys orbicularis*). **Biodiversity Conservation**, 13: 2511-2518. 2004.

CECHIN, S. Z.; MARTINS, M. Eficiência de armadilhas de queda (*pitfall traps*) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 729-740, 2000.

CLAVERO, M., GARCIA-BERTHOUE, E. Invasive species are a leading cause of animals extinctions. **Trends in Ecology and Evolution** 20: 110. 2005.

COLWELL, R. K. 2004. **EstimateS**: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm>. Acessado em 03/03/2017.

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transaction of the Royal Society of London**, v. 345, p. 101-118, 1994.

- CONTE, C. E.; ROSSA-FERES, D. C. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 162-175, 2006.
- CORN, P. S. Straight-line drift fences and pitfall traps. In: HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. S. (Eds.) **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution, 1994.
- DIAS, A.; DIGIAMPIETRI, E. A.; COSTA, M. A.; GOBBO, P. R. S.; REAL, M. G. C.; FREITAS, N. P.; TSERMAZIDES, K. G.; SOUZA, N. R.; GARCIA, J. P. M.; DIAS, A.; PEÇANHA, M. P.; PEREIRA-JR, I. A. **Caracterização da Flora, Fauna, Geomorfologia, Solos, Geologia, Clima e Qualidade de Água do Campus Raposo da UNISO**. Sorocaba: Núcleo de Estudos Ambientais, 1999.
- DIXO, M. B. O.; VERDADE, V. K. Herpetofauna de serrapilheira da Reserva Florestal de Morro Grande, Cotia (SP). **Biota Neotropica**, v. 6, p. 1-20, 2006.
- DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of amphibians**. New York, NY: McGraw-Hill Publishing, 1994.
- FROST, D. R. 2016. **Amphibian Species of the World**: an Online Reference. Disponível em: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Acessado em 03/03/2017.
- GIBBONS, J. W.; SCOTT, D. E.; RYAN, T. J.; BUHLMANN, K. A.; TUBERVILLE, T. D.; METTS, B. S.; GREENE, J. L.; MILLS, T.; LEIDEN, Y.; POPPY, S.; WINNE, C. T. The global decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians. **BioScience**, v. 50, p. 653-666, 2000.
- GILLER, P. **Community structure and the niche**. Suíça: Springer Science & Business Media, 1984.
- GRAY, M. J.; SMITH, L. M.; BRENES, R. Effects of agricultural cultivation on demographics of southern high plains amphibians. **Conservation Biology**, v. 18, p. 1368-1377, 2004.
- LEMA, T.D.E. 2002. Os répteis do Rio Grande do Sul Atuais e fósseis – biogeografia – ofidismo. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- MMA. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Eds.). Brasília: MMA & Fundação Biodiversitas, 2008.
- NISHIOKA, A. S.; SILVEIRA, P. V. *Philodryas patagoniensis* bite and local envenoming. **Revista do Instituto de Medicina Tropical São Paulo**, v. 36, p. 279-281, 1994.
- NORTON, S. F. Habitat use and community structure in an assemblage of cottid fishes. **Ecology**, v. 72, p. 2181-2192, 1991.
- PELTZER, P. M.; LAJMANOVICH, R. C.; BELTZER, A. H. The effects of habitat fragmentation on amphibian species richness in the floodplain of the middle Paraná River. **Herpetological Journal**, v. 13, p. 95-98, 2003.
- PIANKA, E. R. **Evolutionary ecology**. New York, Sanfrancisco: Harper e Row, 1974.
- POUNDS, J. A.; BUSTAMANTE, M. R.; COLOMA, L. A.; CONSUEGRA, J. A.; FOGDEN, M. P. L.; FOSTER, P. N.; LA MARCA, E.; MASTERS, K. L.; MERINO-VITERI, A.; PUSCHENDORF, R.; RON, S. R.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, A.; STILL, C. J.; YOUNG, B. E. Global warming and amphibian losses; the proximate cause of frog declines? (Reply). **Nature**, v. 447, p. E3-E4, 2007.
- POUGH, F. H.; ANDREWS, R. M.; CADLE, J. E.; CRUMP, M. L.; SAVITZKY, A. H.; WELLS, K. D. **Herpetology**. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004.

RENKEN, R. B.; WENDY, K. G.; DEBRA, K. F.; STEPHEN, C. R.; TIMOTHY, J. M.; KEVIN, B. R.; BRADLEY, R.; WANG, X. Effects of forest management on amphibians and reptiles in Missouri Ozark Forests. **Conservation Biology**, v. 18, p. 174-188, 2004.

RIBEIRO, L. A.; JORGE, M. T.; IVERSSON, L. B. Epidemiology of poisonous snake-bites: a study of cases assisted in 1988. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, p. 380-388, 1995.

ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., SLUYS, M.V., ALVES, M.A.S. 2006. Biologia da conservação: essências. São Carlos: RIMA Editora.

ROSSA-FERES, D. C.; MARTINS, M.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, I. A.; SAWAYA, R. J.; HADDAD, C. F. B. Herpetofauna. In: RODRIGUES, R. R.; JOLY, C. A.; BRITO, M. C. W.; PAESE, A.; METZGER, J. P.; CASATTI, L.; NALON, M. A.; MENEZES, N.; IVANAUSKAS, N. M.; BOLZANI, V.; BONONI, V. L. R. (Coords.). **Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica & FAPESP, 2008.

ROSSA-FERES, D. C.; SAWAYA, R. J.; FAIVOVICH, J.; GIOVANELLI, J. G. R.; BRASILEIRO, C. A.; SCHIESARI, L.; ALEXANDRINO, J.; HADDAD, C. F. B. Anfíbios do Estado de São Paulo: conhecimento atual e perspectivas. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 1-19, 2011.

R CORE TEAM. 2017. R: A language and environment for statistical computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acessado em 03/03/2017.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; GARCIA, P. C. A.; BERNECK, B. V. M.; LANGONE, J. A. Brazilian amphibians – List of species. **Herpetologia Brasileira**, v. 5, p. 34-46, 2016.

STEBBINS, R. C.; COHEN, N. W. **A Natural History of Amphibians**. New Jersey, NJ: Princeton University Press, 1995.

UETZ, P. 2017. **The Reptile Database**. Disponível em: <http://www.reptile-database.org>. Acessado em: 14/02/2017.

YOUNG, B. E.; LIPS, K. R.; REASER, J. K.; IBANES, R.; SALAS, A. W.; CEDEÑO, J. R.; COLOMA, L. A.; RON, S.; MARCA, E.; MEYER, J. R.; MUÑOZ, A.; BOLAÑOS, F.; CHAVES, G.; ROMO, D. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1213-1223, 2000.

ZAHER, R.; BARBO, F. E.; MARTÍNEZ, P. S.; NOGUEIRA, C.; RODRIGUES, M. T.; SAWAYA, R. J. Répteis do Estado de São Paulo: conhecimento atual e perspectivas. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 1-15, 2011.

ZUG, G. R.; VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles**. Academic Press, 2001.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA DA CATEGORIA 'SARDINHA' NA PESCA ARTESANAL DO NORTE DA BAHIA

Data de aceite: 01/02/2022

Kátia Meirelles Felizola Freire

Universidade Federal de Sergipe,
Departamento de Engenharia de Pesca e
Aqüicultura, Laboratório de Ecologia Pesqueira,
Cidade Universitária Professor José Aloísio de
Campos
Sergipe – Brasil

Livia Araújo Rodrigues

Universidade Federal de Sergipe,
Departamento de Engenharia de Pesca e
Aqüicultura, Laboratório de Ecologia Pesqueira,
Cidade Universitária Professor José Aloísio de
Campos
Sergipe – Brasil

Jadson Pinheiro Santos

Universidade Estadual do Maranhão,
Departamento de Engenharia de Pesca,
Laboratório de Ictiofauna e Piscicultura
Integrada, Cidade Universitária Campus Paulo
VI
São Luís – Maranhão – Brasil

George Olavo

Universidade Estadual de Feira de Santana,
Departamento de Ciências Biológicas,
Laboratório de Biologia Pesqueira, Feira de
Santana
Bahia – Brasil

RESUMO: Este estudo tem como objetivo analisar a composição de espécies da categoria 'sardinha' capturada no norte da Bahia e verificar se há alteração dessa composição ao longo do

ano. Cinco amostras de aproximadamente 3 kg cada foram obtidas de pescadores locais do norte da Bahia em 2016 – 2017. As espécies foram identificadas utilizando a bibliografia disponível e cada exemplar foi medido e pesado. Ao todo foram amostrados 652 indivíduos das espécies: *Opisthonema oglinum* (n=379), *Cetengraulis edentulus* (248), *Anchovia clupeioides* (18) e *Lycengraulis grossidens* (7). *Opisthonema oglinum* foi a espécie dominante em peso (74,4%), seguida por *C. edentulus* (21,8%), *A. clupeioides* (2,0%) e *L. grossidens* (1,8%). Cabe notar que essa composição se altera ao longo do ano, com *O. oglinum* dominando em todos os períodos do ano, com exceção do mês de maio, quando *C. edentulus* dominou (97,3% do peso). Para a compreensão da estatística pesqueira de toda a Bahia, é necessário analisar a categoria 'sardinha' em outras regiões do estado e estimar tamanho de primeira maturação (L_m) para essas espécies com base em amostras obtidas em suas respectivas regiões. Utilizando-se valores de L_m disponíveis para outros estados, foi possível evidenciar que 99,5% dos exemplares de *O. oglinum* e apenas 32,8% dos exemplares de *C. edentulus* eram adultos.

PALAVRAS-CHAVE: Clupeidae, Engraulidae, nordeste do Brasil.

ABSTRACT: This study aims to analyze the species composition of the 'sardine' category captured in the north of Bahia and to verify if there is a change in this composition throughout the year. Five samples of approximately 3 kg each were obtained from local fishermen in northern Bahia in 2016 – 2017. Species were identified

using the available bibliography and each specimen was measured and weighed. A total of 652 individuals of the species were sampled: *Opisthonema oglinum* (n=379), *Cetengraulis edentulus* (248), *Anchovia clupeioides* (18) and *Lycengraulis grossidens* (7). *Opisthonema oglinum* was the dominant species in weight (74.4%), followed by *C. edentulus* (21.8%), *A. clupeioides* (2.0%) and *L. grossidens* (1.8%). It is worth noting that this composition changes throughout the year, with *O. oglinum* dominating in all periods of the year, with the exception of May, when *C. edentulus* dominated (97.3% of the weight). In order to understand the fisheries statistics for the whole of Bahia, it is necessary to analyze the 'sardine' category in other regions of the state and estimate size at first maturity (Lm) for these species based on samples obtained in their respective regions. Using Lm values available for other states, it was possible to show that 99.5% of *O. oglinum* specimens and only 32.8% of *C. edentulus* specimens were adults.

KEYWORDS: Clupeidae, Engraulidae, northeastern Brazil.

INTRODUÇÃO

A coleta de dados da estatística pesqueira oficial do Brasil, com detalhes de captura por espécie e por estado para a área marinha/estuarina e de água doce, encerrou em 2007 (Freire *et al.* 2021, IBAMA 2007). A partir desse ano, todos os boletins nacionais produzidos foram baseados na captura total de cada estado, sem fazer distinção das espécies capturadas, gerando dúvidas quanto à ocorrência de determinadas espécies na estatística pesqueira (MPA 2012a, b, undated).

Além da problemática da falta de dados coletados em campo para os boletins de estatística de captura do Brasil a partir de 2007, a utilização de nomes comuns também gera dúvidas, inviabilizando as análises da dinâmica populacional específica e a avaliação dos estoques pesqueiros. Paiva (1997) ressaltou que a estatística da produção artesanal se torna mais precária quando comparada com a da industrial devido à dispersão dos locais de desembarques e à identificação das espécies capturadas fundamentada em nomes comuns que abrangem diferentes espécies numa mesma área. Adicionalmente, pode ocorrer a atribuição de vários nomes comuns a uma mesma espécie, como registrado por Freire & Pauly (2005), Freire (2006) e Freire & Carvalho Filho (2009). Um fator agravante é que espécies de interesse comercial tendem a possuir um número maior de nomes comuns (Freire & Pauly 2005). A espécie *Opisthonema oglinum*, por exemplo, do grupo das 'sardinhas', apresenta 38 nomes comuns de acordo com o banco de dados de nomes de peixes (Freire & Pauly 2005), sendo chamada, inclusive, de 'sardinha verdadeira'. Isso pode causar dúvidas, pois esse nome é associado a *Sardinella brasiliensis* e, conforme o 'Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha-verdadeira no Brasil', essa espécie é encontrada apenas ao longo da área compreendida entre os estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina (Cergole & Dias-Neto 2011).

A estatística pesqueira dos estados de Sergipe e Bahia também sofreu com o

colapso do programa de estatística pesqueira nacional. O Projeto de Monitoramento Participativo do Desembarque Pesqueiro na zona Costeira de Sergipe e Extremo Norte da Bahia (PMPDP) monitorou o desembarque pesqueiro em dez municípios costeiros do estado de Sergipe e em dois no norte do estado da Bahia, Conde e Jandaíra, como parte das condicionantes para licenciamento ambiental (Araújo *et al.* 2016, Thomé-Souza *et al.* 2014a, Thomé-Souza *et al.* 2014b, Thomé-Souza *et al.* 2012, Thomé-Souza *et al.* 2013). A produção total desses municípios não é muito elevada, chegando a cerca de 230 t em 2013 (Thomé-Souza *et al.*, 2014b).

O boletim de estatística pesqueira de Sergipe e norte da Bahia de 2010 identificou o grupo ‘sardinha’ apenas por *O. oglinum* (Thomé-Souza *et al.* 2012). Já os boletins de 2011, 2012, 2013 e 2014 apresentaram o mesmo grupo como *O. oglinum* e *Harengula clupeola* (Araújo *et al.* 2016, Thomé-Souza *et al.* 2014a, Thomé-Souza *et al.* 2014b, Thomé-Souza *et al.* 2013). Soares *et al.* (2009) associaram o nome sardinha na Bahia a espécies de três famílias na região da Baía de Todos os Santos: Clupeidae (*O. oglinum* e *Sardinella aurita*), Pristigasteridae (*Pellona harroweri* e *Odontognathus mucronatus*) e Engraulidae (*Anchoa januaria*, *Anchoa spinifer*, *Anchoa tricolor*, *Anchovia clupeoides*, *Anchoviella lepidentostole* e *Cetengraulis edentulus*). Porém, não cita a ocorrência de *H. clupeola*. Assim, torna-se claro que não há uma correspondência definida entre o nome comum ‘sardinha’ e as espécies que efetivamente são capturadas na Bahia, particularmente na região norte do estado. O presente estudo tem por objetivo analisar a composição de espécies da categoria ‘sardinha’ capturada no norte da Bahia e verificar se há alteração dessa composição ao longo do ano.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise da composição por espécie da categoria ‘sardinha’ desembarcada no norte da Bahia, uma amostra de aproximadamente 3 kg foi obtida a cada três meses no município de Jandaíra (fevereiro, maio, agosto e novembro de 2016, e fevereiro de 2017), de pescadores artesanais que utilizam a rede de emalhe (malha de 2 cm) como apetrecho de pesca e atuam no estuário do Rio Real-Piauí, na divisa com o município de Indiaroba, no estado de Sergipe (Figura 1). As amostras foram levadas para o Laboratório de Ecologia Pesqueira do Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal de Sergipe (LEP/DEPAQ/UFS), onde foram mantidas congeladas (Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado – SISGEN, Cadastro nº A670D7A).

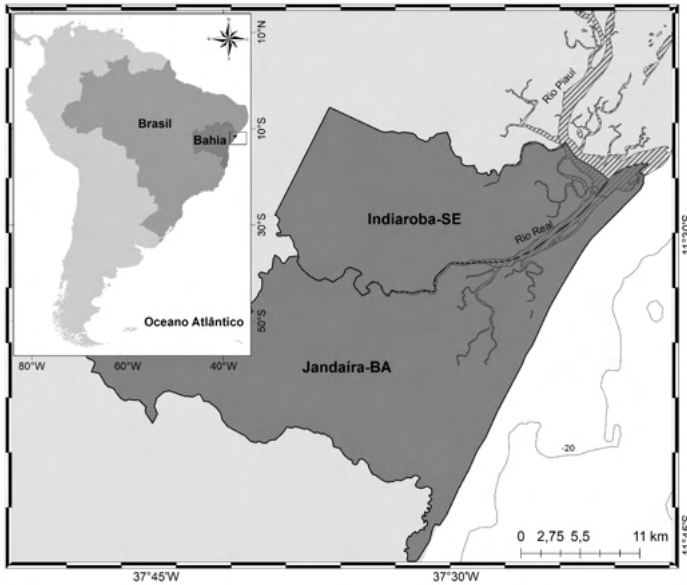


Figura 1: Mapa do Brasil indicando a localização do estado da Bahia e do município de Jandaíra, com detalhe do estuário do Rio Real-Piauí.

Posteriormente, as amostras foram descongeladas e as espécies identificadas utilizando a bibliografia disponível para a identificação dos Clupeidae e Engraulidae: Figueiredo & Menezes (1978), Carvalho-Filho (1999), (Munroe & Nizinski 2003) e Nizinski & Munroe (2003). Cada exemplar foi medido (comprimento total – CT, comprimento zoológico – CZ e comprimento padrão – CP; cm) e pesado (peso total – PT; g). Foram estimadas relações lineares entre CT e CZ ($CT=a+b \cdot CZ$) e entre CT e CP ($CT=a+b \cdot CP$), e uma relação potencial entre o peso total e o comprimento total ($PT=a \cdot CT^b$). As relações foram estimadas para machos e fêmeas em conjunto uma vez que a identificação macroscópica do sexo não foi possível devido ao elevado número de juvenis nas amostras. Pontos discrepantes foram eliminados das relações de acordo com a distância de Cook (Crawley 2011). Todas as relações foram estimadas utilizando o software R (R Core Team 2020).

Para a análise morfométrica das espécies, cada peixe foi fotografado utilizando máquina profissional e as fotos foram tratadas utilizando o *software* ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>). Foram realizadas 32 medições para cada espécime, utilizando como base o trabalho de Traina *et al.* (2011). Posteriormente, foram adicionadas medições incluídas nas chaves de identificação de Figueiredo & Menezes (1978) e Nizinski & Munroe (2003), assim como outras variáveis correspondendo à presença/ausência de determinadas características (Figura 2; Tabela 1).

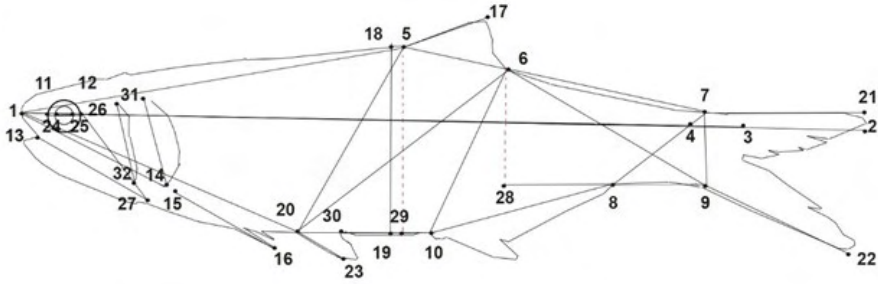


Figura 2: Coordenadas dos marcadores de medidas no contorno da foto da espécie *Lycengraulis grossidens* com base no trabalho de Traina *et al.* (2011).

Foi utilizada uma análise de componentes principais (ACP) para verificar a possibilidade de separação das espécies de Engraulidae encontradas, com base nas variáveis da tabela 1, determinando-se quais as variáveis que teriam maior peso na separação dessas espécies. Para a ACP, as variáveis ‘comprimento total’, ‘comprimento zoológico’ e ‘comprimento padrão’ foram retiradas exercer grande influência nos resultados. Todas as variáveis quantitativas contínuas foram normalizadas para apresentarem média 0 e desvio padrão 1. Após a normalização, foi utilizada a função *prcomp* que faz uma relação em matriz das medidas. A função *summary* possibilita ver os valores do desvio padrão de cada componente principal, ou seja, o quanto que cada um desses componentes explica a dispersão dos dados. Após a análise da variância dos componentes principais, utilizou-se a função *cbind* para plotar o componente principal 2 (CP2) em relação ao componente principal 1 (CP1). Para visualização dos grupos das três espécies em função dos componentes principais (CP), aplicou-se a função *ggplot*. A ACP foi realizada no software R (R Core Team 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises das amostras de ‘sardinha’ de Jandaíra, no norte da Bahia, indicaram um predomínio de *Opisthonema oglinum* da família Clupeidae (n=379), seguida por *Cetengraulis edentulus* (n=248), *Anchovia clupeioides* (n=18) e *Lycengraulis grossidens* (n=7), todas da família Engraulidae (Figura 3). *Opisthonema oglinum* foi a espécie dominante, com uma captura em peso (g) correspondente a 74,4% do total amostrado em peso, seguida por *C. edentulus* (21,8%), *A. clupeioides* (2,0%) e *L. grossidens* (1,8%). Cabe notar que a composição de espécies se altera ao longo do ano, com *O. oglinum* dominando a captura em peso em todos os períodos do ano, com exceção do mês de maio, quando ela não foi capturada e *C. edentulus* dominou a captura, representando 97,3% do peso (Tabela 2).

Nro	Medidas	Coordenadas	Siglas
1	Comprimento total	01-02	CT
2	Comprimento zoológico	01-03	CZ
3	Comprimento padrão	01-04	CP
4	Distância entre o início do focinho e início da nadadeira dorsal	01-05	IFID
5	Distância do final da nadadeira dorsal até o início da nadadeira caudal	06-07	FDIC
6	Distância do final da nadadeira anal, pela região ventral, até o início da nadadeira caudal	08-09	FARVIC
7	Distância entre o início da nadadeira anal e o início da nadadeira dorsal	10-05	IAID
8	Diâmetro do olho (eixo horizontal)	11-12	DO
9	Distância da ponta da boca até região mais longe do opérculo	13-14	PBR+LO
10	Distância do início da nadadeira peitoral até sua ponta ventral	15-16	IPPV
11	Altura da nadadeira dorsal	05-17	AD
12	Altura do corpo	18-19	AC
13	Distância entre o início da nadadeira pélvica e o início da nadadeira anal	20-10	IPIA
14	Distância entre o início da nadadeira pélvica e o início da nadadeira dorsal	20-05	IPID
15	Distância da ponta da boca até o início da nadadeira pélvica	13-20	PBIP
16	Distância do início da nadadeira pélvica até o final da nadadeira dorsal	20-06	IPFD
17	Altura do pedúnculo (no início da nadadeira caudal)	07-09	AP
18	Distância entre o final da nadadeira dorsal e o início da nadadeira anal	06-10	FDIA
19	Distância do início da nadadeira caudal, pela região dorsal, até o final do pedúnculo	07-21	ICRDFP
20	Distância do início da nadadeira caudal, pela região ventral, até o final do pedúnculo	09-22	ICRVFP
21	Comprimento da base da nadadeira anal	10-08	CBA
22	Distância do início da nadadeira pélvica até a ponta mais distante	20-23	IPP+D
23	Diâmetro da pupila (eixo horizontal)	24-25	DP
24	Distância do final do olho até a parte posterior do maxilar	26-27	FOPPM
25	Comprimento da maxila	13-27	CM
26	Distância vertical do final da nadadeira dorsal até o final da nadadeira anal	28-08	DVDFDA
27	Distância vertical do início da nadadeira dorsal até o início da nadadeira anal	29-10	DVIDIA
28	Distância da parte mais distante da peitoral até o início da nadadeira pélvica	30-10	D+DPIP
29	Distância do final da nadadeira dorsal até o início da nadadeira caudal, pela região ventral	06-09	FDICRV
30	Distância entre o início da nadadeira anal e o início da nadadeira caudal, região dorsal	08-07	IAICRD
31	Comprimento do pré-opérculo	31-32	CPR
32	Comprimento da base da nadadeira dorsal	05-06	CBD
33	Dentes mandibulares grandes, largamente espaçados, tipo canino (0, 1)	-	DGLE
34	Dentes mandibulares ausentes (0,1)	-	DMA
35	Pequenos dentes mandibulares, uniformemente espaçados (0, 1)	-	PDM
36	Ponta maxila (0 = contuso, 1 = apontado)	-	PM
37	Número de raios na nadadeira anal	-	NRNA
38	Membrana branchiostegal (0 = grande, unida; 1 = pequena, sem junção)	-	MB
39	Número de raios branquiais no primeiro arco (total)	-	NRBPAT
40	Número de raios branquiais no primeiro arco (parte inferior)	-	NRBPAI
41	Comprimento da pseudobrânquia	-	CPSB

Tabela 1: Medidas utilizadas no ImageJ para Engraulidae com base no trabalho de Traina *et al.* (2011), adicionando-se medições incluídas nas chaves de identificação de Figueiredo & Menezes (1978) e Nizinski & Munroe (2003). As coordenadas correspondem aos marcadores da figura 2.

Espécie	2016				2017	Peso (%)	Número (%)
	Fev	Mai	Ago	Nov	Fev		
<i>Opisthonema oglinum</i>	95,7	0,0	100,0	26,6	100,0	74,4	58,1
<i>Cetengraulis edentulus</i>	1,2	97,3	0,0	57,2	0,0	21,8	38,0
<i>Anchovia clupeioides</i>	0,0	2,7	0,0	10,5	0,0	2,0	2,8
<i>Lycengraulis grossidens</i>	3,1	0,0	0,0	5,7	0,0	1,8	1,1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 2: Contribuição percentual em peso de cada espécie para a categoria ‘sardinha’ amostrada por mês em Jandaíra, na Bahia, no período de fevereiro de 2016 a fevereiro de 2017, e contribuição em peso (%) e em número (%) para o período total.

Opisthonema oglinum se destaca das demais espécies pelo posicionamento da boca, típico dos Clupeidae, e pela presença de raio mais longo na nadadeira dorsal. Com base nas características morfométricas utilizadas para diferenciação dos Engraulidae, *L. grossidens* se separou bem do grupo *Cetengraulis-Anchovia* ao se analisar os exemplares de sardinha amostrados em Jandaíra (Figura 4). Nove medidas contribuíram significativamente, sendo que cinco delas contribuíram significativamente para o CP1, o qual permitiu diferenciar *L. grossidens* do grupo *Cetengraulis-Anchovia*: distância entre o início da nadadeira pélvica e o início da nadadeira dorsal (IPID); distância do início da nadadeira pélvica até o final da dorsal (IPFD); distância do início da nadadeira caudal, pela região dorsal, até o final do pedúnculo (ICRDFP); comprimento da base da nadadeira anal (CBA); e distância do início da nadadeira pélvica até a ponta mais distante (IPP+D) (Tabela 3). Quatro variáveis contribuíram significativamente para o CP2, o qual permitiu a separação entre *C. edentulus* e *A. clupeioides*: distância entre o início da nadadeira anal e o início da nadadeira dorsal (IAID); distância vertical do final da nadadeira dorsal até o início da nadadeira anal (DVFDFA); número de raios branquiais no primeiro arco (total; NRBPAT) e número de raios branquiais no primeiro arco (parte inferior; NRBPAI) (Tabela 3).

Apenas *O. oglinum* e *C. grossidens* apareceram em número suficiente para uma análise mais detalhada. Nota-se que os exemplares de *O. oglinum* apresentaram um comprimento total entre 11,5 cm e 19,6 cm ($15,0 \pm 1,5$). Os indivíduos capturados em Jandaíra, na Bahia, utilizando rede de emalhar com malha de 2 cm, foram menores que os capturados no Ceará com redes de emalhar de 5 cm e 6 cm (média: 23,4 cm e 25,9 cm, respectivamente; Teixeira *et al.* 2020), o que pode ser explicado pela seletividade da rede. Apesar disso, notou-se que 99,5% dos indivíduos se encontravam acima do tamanho de 1ª maturação para todo o período amostral (Figura 5A). O peso total de cada exemplar de *O. oglinum* variou de 13,2 g a 66,4 g ($31,85 \pm 9,82$).



Figura 3: Espécies capturadas na categoria 'sardinha' por pescadores no município de Jandaíra: A) *Opisthonema oglinum*; B) *Cetengraulis edentulus*; C) *Anchovia clupeioides*; D) *Lycengraulis grossidens*.

Nro	Medidas	PC1	PC2
4	IFID	-0,51727	-0,23611
5	FDIC	-0,81317	0,05880
6	FARVIC	-0,52845	-0,12240
7	IAID	-0,75763	0,40963
8	DO	-0,55550	0,31907
9	PBR+LO	-0,63328	0,29705
10	IPPV	-0,76617	-0,34338
11	AD	-0,69496	0,30858
12	AC	-0,83214	0,37494
13	IPIA	-0,74723	-0,04551
14	IPID	-0,86949	0,27232
15	PBIP	-0,79967	0,26703
16	IPFD	-0,89833	0,16933
17	AP	-0,81264	0,39672
18	FDIA	-0,71051	0,26129
19	ICRDFP	-0,86569	0,13655
20	ICRVFP	-0,17645	0,02819
21	CBA	-0,85816	0,27631
22	IPP+D	-0,87463	-0,02499
23	DP	-0,17074	0,11779
24	FOPPM	-0,67429	0,01845
25	CM	-0,64855	-0,14276
26	DVFDFA	0,33961	-0,56448
27	DVIDIA	0,12641	0,11036
28	D+DPIP	0,03740	-0,15961
29	FDICRV	-0,75027	0,07578
30	IAICRD	-0,78729	0,01249
31	CPR	-0,66784	0,20605
32	CBD	-0,76530	0,23315
33	DGLE	-0,71032	-0,67457
34	DMA	0,71032	0,67457
35	PDM	-0,71032	-0,67457
36	PM	-0,71032	-0,67457
37	NRNA	-0,46449	-0,09553
38	MB	-0,15417	0,40467
39	NRBPAT	0,65198	0,64576
40	NRBPAI	0,54368	0,74595
41	CPSB	-0,00790	0,48500

Tabela 3: Resultado da análise de componentes principais para as medidas morfométricas (correlação de Pearson) utilizadas para a separação entre as espécies de Engraulidae amostradas em Jandaíra, na Bahia, no período de fevereiro de 2016 a fevereiro de 2017. Em negrito estão as variáveis que mais contribuíram para a respectiva componente principal.

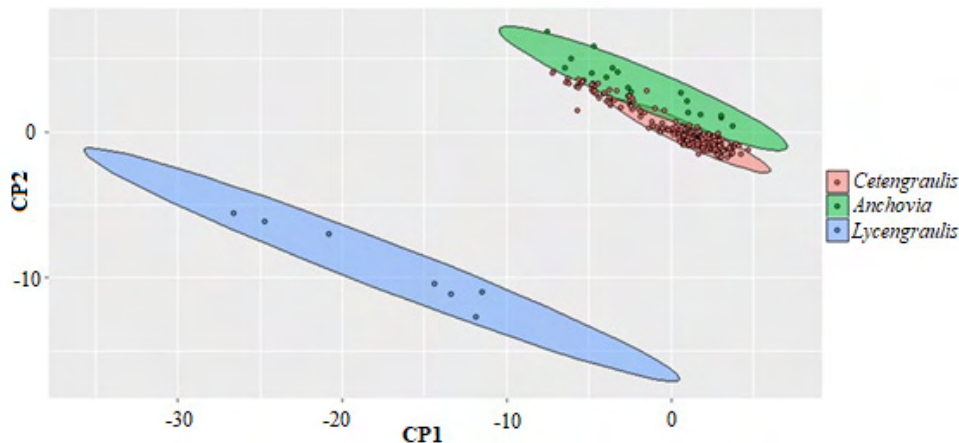


Figura 4: Resultado da análise dos componentes principais, mostrando os três grupos correspondentes às três espécies de Engraulidae (*Cetengraulis edentulus*, *Anchovia clupeioides* e *Lycengraulis grossidens*) desembarcadas como 'sardinha' e classificadas utilizando os componentes principais 1 e 2 (CP1 e CP2).

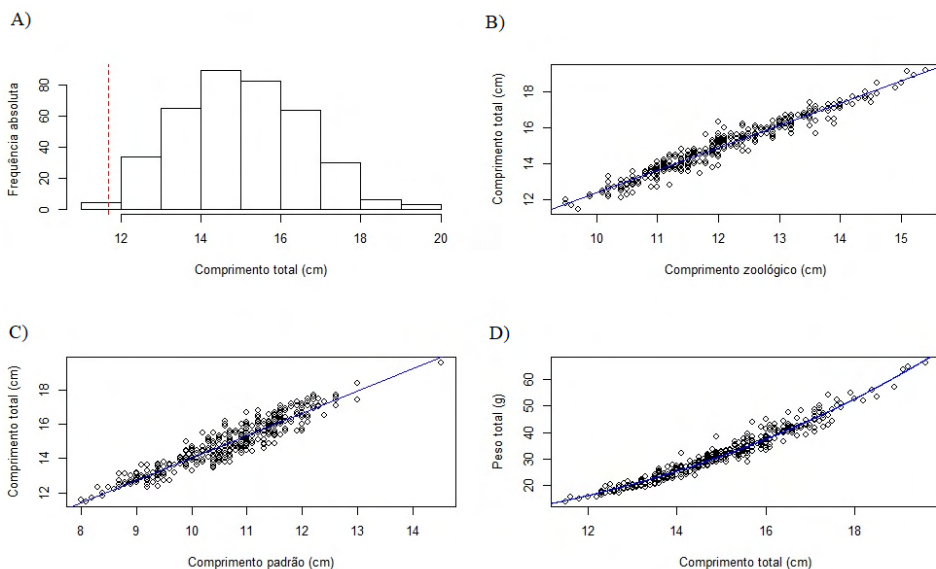


Figura 5: Resultados obtidos para *Opisthonema oglinum* em Jandaíra na Bahia (2016-2017): A) Frequência de comprimento total indicando o tamanho de 1ª maturação ($L_m = 11,7$; Lino 2003); B) Relação entre comprimento total e comprimento zoológico; C) relação comprimento total e comprimento padrão; D) Relação entre peso total e comprimento total.

A relação entre o comprimento total e o comprimento zoológico para *O. oglinum* foi: $CT = -0,048 + 1,244 CZ$ ($r^2 = 0,946$; F: 6404 com 1 e 365 GL; p-valor < 0,0001; Figura 5B). A relação estimada entre o comprimento total e o comprimento padrão foi: $CT = 0,9731 + 1,305 CP$; $r^2 = 0,873$; F: 2477 com 1 e 359 GL, p-valor < 0,0001; Figura 5C). Essas relações

são importantes para a conversão de tamanhos de primeira maturação e tamanho médio de seletividade. A relação estimada entre o peso total e o comprimento total foi: $PT = 0,01188 \cdot CT^{2,905}$, sendo que o intervalo de confiança estimado para b com 95% de confiança foi de (2,838 – 2,973), indicando uma leve assimetria negativa (Figura 5D). O valor de 'b' estimado para essa relação se encontra dentro do intervalo estimado em outros estudos para o Brasil: 2,690 – 3,530 (Froese & Pauly 2020).

Para *C. edentulus*, o comprimento total variou entre 10,3 cm e 16,1 cm ($11,8 \pm 1,0$), com apenas 32,8% dos indivíduos acima do tamanho de 1ª maturação (Souza-Conceição *et al.* 2005) (Figura 6A). O peso total de cada indivíduo variou entre 7,1 g e 37,2 g ($13,3 \pm 7,3$). A relação entre o comprimento total e o comprimento zoológico para *O. oglinum* foi: $CT = 1,646 + 0,995$ ($r^2 = 0.939$; $F = 3585$ com 1 e 231 GL; p -valor $< 0,0001$; Figura 6B). A relação estimada entre o comprimento total e o comprimento padrão foi: $CT = 1,957 + 1,072$ CP; $r^2 = 0,894$; $F = 2451$ com 1 e 232 GL, p -valor $< 0,0001$; Figura 6C). A relação estimada entre o peso total e o comprimento total foi: $PT = 0,0002 \cdot CT^{4,485}$ (Figura 6D). O valor de 'b' estimado para essa relação se encontra acima do intervalo estimado em outros estudos para o Brasil: 2,873 – 3,630 (Froese & Pauly 2020). Apesar do valor de 'b' estimado para *C. edentulus* seja em geral superior ao de *O. oglinum*, não atinge o valor estimado nesse estudo. Isso ocorreu provavelmente devido à elevada proporção de juvenis encontrada nesse estudo, um problema já evidenciado por Froese (2006).

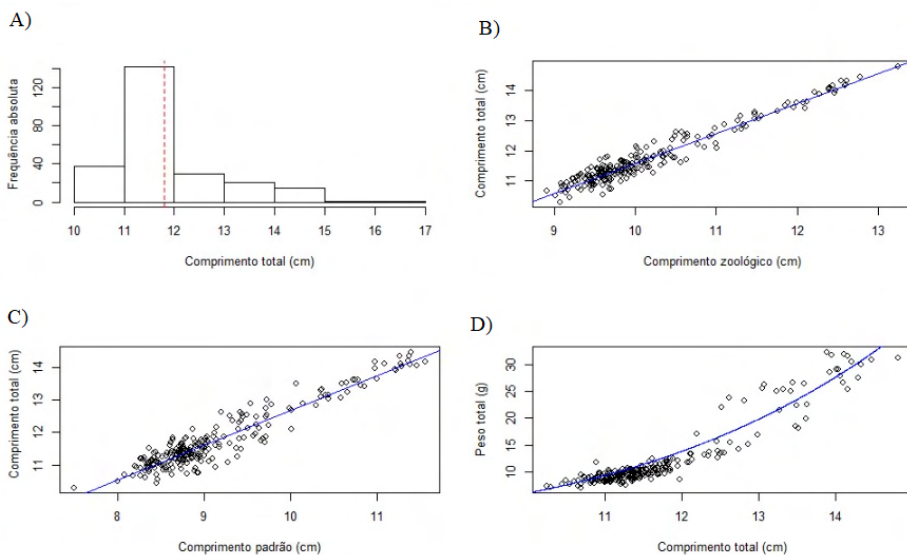


Figura 6: Resultados obtidos para *Cetengraulis edentulus* em Jandaíra na Bahia (2016-2017): A) Frequência de comprimento total indicando o tamanho de 1ª maturação ($L_m = 11,8$; Souza-Conceição *et al.* 2005); B) Relação entre comprimento total e comprimento zoológico; C) relação comprimento total e comprimento padrão; D) Relação entre peso total e comprimento total.

Nos últimos anos, relata-se que *C. edentulus* tem sido alvo de captura após o colapso da pesca da sardinha verdadeira, devido ao incentivo do Governo Federal para captura de exemplares que são industrializados e comercializados no Nordeste do Brasil (Silva *et al.* 2003). Porém, ainda pouco se sabe sobre o ciclo de vida dessa espécie (Silva *et al.* 2003).

CONCLUSÃO

O presente estudo evidencia mais uma vez a problemática da estatística pesqueira brasileira, com uma falta de correspondência precisa entre nomes comuns e científicos. Para a região da Bahia, sugere-se que o presente trabalho seja expandido para outras regiões, particularmente a Baía de Todos os Santos e a Baía de Camamu, a fim de observar se o mesmo padrão encontrado aqui se mantém. Sugere-se trabalhar com amostras maiores, mensais, a fim de se obter um maior número de exemplares para melhor descrever a pescaria na região. Seria importante também estender essa análise para Sergipe, com o objetivo de comparar tamanho de malhas utilizadas e a composição específica na costa desse estado vizinho. Assim, aos poucos, será possível conhecer, em mais detalhe, a composição da captura em águas brasileiras, devendo-se estar ciente da necessidade de acompanhamento interanual devido às mudanças que os estoques vão sofrendo ao longo do tempo. Uma outra questão importante é a realização de trabalhos locais para estimação do tamanho de primeira maturação. Nesse trabalho, por exemplo, foram utilizados tamanhos de primeira maturação de outros estados para avaliação da proporção de adultos na captura das duas espécies analisadas. Sabendo-se da existência de uma variação latitudinal do tamanho máximo das diferentes espécies de peixes e, como consequência, do tamanho de primeira maturação, o ideal é que a utilização de tamanhos de primeira maturação de outras regiões ou de trabalhos muito antigos fosse evitada.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer aos coletores de dados da estatística pesqueira da região, os senhores Rafael Bitencourt e Antônio Paulo, pelo auxílio na coleta das amostras de sardinha, e a Robson Andrade Rosa pela confecção do mapa da área de estudo.

REFERÊNCIAS

Araújo, A. R. R., Barbosa, J. M., Santos, J. P., Carvalho, B. L. F., Garciov Filho, E. B., Deda, M. S., Silva, C. O. & Chammas, M. A. (2016). **Boletim estatístico da pesca nos litorais de Sergipe e extremo norte da Bahia - 2014** Editora UFS, São Cristóvão, 82 p.

Carvalho-Filho, A. (1999). **Peixes: costa brasileira**. (3 ed.). Melro, São Paulo, 320 p.

Cergole, M. C. & Dias-Neto, J. (2011). **Plano de gestão para o uso sustentável da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* no Brasil**. Série Plano de Gestão dos Recursos Pesqueiros, 5.

Crawley, M. J. (2011). **The R Book**. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, 942 p.

Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. (1978). **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1)**. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil, 110 p.

Freire, K. M. F. (2006). Analysis of common names of Brazilian freshwater fishes. **Fisheries Centre Research Report**, 14: 7-11.

Freire, K. M. F., Almeida, Z. S., Amador, J. R. E. T., Aragão, J. A., Araújo, A. R. R., Ávila-da-Silva, A. O., Bentes, B., Carneiro, M. H., Chiquieri, J., Fernandes, C. A. F., Figueiredo, M. B., Hostim-Silva, M., Jimenez, É. A., Keunecke, K. A., Lopes, P. F. M., Mendonça, J. T., Musiello-Fernandes, J., Olavo, G., Primitivo, C., Rotundo, M. M., Santana, R. F., Sant'Ana, R., Scheidt, G., Silva, L. M. A., Trindade-Santos, I., Velasco, G. & Vianna, M. (2021). Reconstruction of marine commercial landings for the Brazilian industrial and artisanal fisheries from 1950 to 2015. **Frontiers in Marine Science**, 8: 659110. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.659110>

Freire, K. M. F. & Carvalho Filho, A. (2009). Richness of common names of Brazilian reef fishes. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 4(2): 96-145.

Freire, K. M. F. & Pauly, D. (2005). Richness of common names of Brazilian marine fishes and its effect on catch statistics. **Journal of Ethnobiology**, 25(2): 279-296. [https://doi.org/https://doi.org/10.2993/0278-0771\(2005\)25\[279:ROCN0B\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.2993/0278-0771(2005)25[279:ROCN0B]2.0.CO;2)

Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **Journal of Applied Ichthyology**, 22(4): 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>

Froese, R. & Pauly, D. (2020). *FishBase. Version 12/2020*. Retrieved March 2021 from www.fishbase.org

IBAMA. (2007). **Estatística da Pesca. 2007. Grandes regiões e unidades da federação**.

Lino, M. A. S. (2003). Estudo biológico-pesqueiro da manjuba *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818) da região de Itapissuma, Pernambuco. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 46 p.

MPA. (2012a). **Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Brasil 2010**.

MPA. (2012b). **Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Brasil 2011**.

MPA. (undated). **Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Brasil 2008-2009**.

Munroe, T. A. & Nizinski, M. S. (2003). Clupeidae. Pp. 804-830. *In*: Carpenter, K. E. (Ed.). **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Bony fishes part 1 - Acipenseridae to Grammatidae**. Food and Agriculture Organization, n. 2, Roma.

Nizinski, M. S. & Munroe, T. A. (2003). Engraulidae. Pp. 764-794. *In*: Carpenter, K. E. (Ed.). **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Bony fishes part 1 - Acipenseridae to Grammatidae**. Food and Agriculture Organization, n. 2, Roma.

Paiva, M. P. (1997). **Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil**. UFC, Fortaleza, Brazil, 278 p.

R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved May 2020 from <http://www.R-project.org/>.

Silva, A. M., Araújo, G. F., Azevedo, C. & Mendonça, P. (2003). Distribuição espacial e temporal de *Cetengraulis edentulus* (Cuvier) (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20(4): 577-581.

Soares, L. S. H., Salles, A. C. R., Lopez, J. P., Muto, E. Y. & Giannini, R. (2009). Pesca e produção pesqueira. Pp. 157-206. In: Hatje, V. & Andrade, J. B. (Eds.). **Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos**. EDUFBA, Salvador.

Souza-Conceição, J. M., Rodrigues-Ribeiro, M. & Castro-Silva, M. A. (2005). Dinâmica populacional, biologia reprodutiva e ictioplâncton de *Cetengraulis edentulus* Cuvier (Pisces, Clupeiformes, Engraulidae) na enseada do Saco dos Limões, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22(4): 953-961.

Teixeira, S. R. D. A., Marinho, R. A., Conceição, R. N. L. & Saker-Sampaio, S. (2020). Seletividade da rede de espera utilizada na captura da sardinha-bandeira, *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818). **Arquivos de Ciências do Mar**, 53(1): 98-112. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v53i1.41387>

Thomé-Souza, M. J. F., Carvalho, B. L. F., Garciov Filho, E. B., Silva, C. O., Deda, M. S., Félix, D. C. F. & Santos, J. C. (2014a). **Estatística pesqueira da costa do estado de Sergipe e extremo norte da Bahia 2013**. Editora UFS, São Cristóvão, 108 p.

Thomé-Souza, M. J. F., Carvalho, B. L. F., Silva, C. O., Deda, M. S., Filho, E. B. G., Félix, D. C. F. & Santos, J. C. (2014b). **Estatística pesqueira da costa do estado de Sergipe e extremo norte da Bahia 2012**. Editora UFS, São Cristóvão, 102 p.

Thomé-Souza, M. J. F., Dantas Júnior, J. F., Silva, F. C. B., Félix, D. C. F. & Santos, J. C. (2012). **Estatística pesqueira da costa do Estado de Sergipe e Extremo norte da Bahia 2010**. Editora UFS, São Cristóvão, 88 p.

Thomé-Souza, M. J. F., Deda, M. S., Santos, J. P., Carvalho, B. L. F., Araújo, M. L. G., Filho, E. B. G., Félix, D. C. F. & Santos, J. C. (2013). **Estatística pesqueira da costa do estado de Sergipe e extremo norte da Bahia 2011**. Editora UFS, São Cristóvão, 92 p.

Traina, A., Basilonea, G., Saborido-Rey, F., Ferreria, R., Quincia, E., Masulloa, T., Aronica, S. & Mazzola, S. (2011). Assessing population structure of European Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Central Mediterranean by means of traditional morphometry. **Advances in Oceanography and Limnology**, 2(2): 141–153. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/19475721.2011.592401>.

CAPÍTULO 5

EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE O METABOLISMO INTERMEDIÁRIO E O BALANÇO OXIDATIVO EM LAGARTAS DE *Heliconius ethilla narcaea*

Data de aceite: 01/02/2022

Data da submissão: 20/01/2022

Tiziane Fernandes Molina

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Escola de Ciências. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução da Biodiversidade
Rio Grande do Sul, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/5337873692423947>

Aldo Mellender Araújo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Genética. Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular.
Avenida Bento Gonçalves
Rio Grande do Sul, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6168559371209291>

Guendalina Turcato Oliveira

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Escola de Ciências. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Evolução da Biodiversidade
Rio Grande do Sul, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/1189036200852586>

RESUMO: A borboleta *Heliconius ethilla narcaea* que habita o sul do Brasil, participa de diversos anéis miméticos. No sul do país, as populações da espécie são bem estabelecidas em diferentes áreas, apesar da variação de temperatura que ocorre entre elas e durante as estações do ano. Investigamos parâmetros fisiológicos de lagartas de *H. ethilla narcaea* em duas temperaturas (19 e

24°C), correspondentes aos meses de primavera características de duas localidades (São Francisco de Paula e Porto Alegre/RS), onde a espécie ocorre. As análises realizadas sobre os biomarcadores do metabolismo intermediário (proteínas totais, ácido úrico, glicogênio, lipídios e triglicerídeos) não apresentaram diferenças significativas, bem como as do balanço oxidativo. No entanto, os níveis de lactato e a massa corporal das lagartas foram maiores a 19°C, enquanto os níveis de colesterol foram maiores nas lagartas mantidas na temperatura mais alta (24°C). Os níveis mais altos de lactato nas lagartas criadas a 19°C podem estar relacionados com uma maior atividade de forrageio e/ou pelo uso de trealose estocada no corpo gorduroso a fim de manter a atividade nestas lagartas gerando possivelmente lactato. O incremento de colesterol em temperaturas mais elevadas pode estar relacionado a maior necessidade de moléculas estruturais e a síntese de ecdisona para sustentar um aumento da velocidade de desenvolvimento; o que é corroborado pela menor massa corporal atingida pelas lagartas. Em ambas as temperaturas, as reservas energéticas (glicogênio, triglicerídeos e proteínas) foram mantidas. Estes resultados sugerem que as borboletas respondem às condições quentes ajustando sua atividade metabólica e priorizando através da ingestão o acúmulo de moléculas antioxidantes oriundas do alimento; evitando assim um desequilíbrio entre a produção de ROS e as defesas antioxidantes, ou seja, uma situação de estresse oxidativo. Isto reflete uma plasticidade fisiológica dos indivíduos desta espécie o que lhes permite habitar diferentes

localidades e climas, mantendo suas populações.

PALAVRAS-CHAVE: Borboletas; Estresse oxidativo; Lagartas; Metabolismo intermediário; Variação de temperatura.

ABSTRACT: *Heliconius ethilla narcaea*, a butterfly inhabiting southern Brazil, participates in several mimetic rings. Populations of this species are well established in different areas of southern Brazil, despite geographic and seasonal temperature variations. We investigated the physiological parameters of *H. ethilla narcaea* caterpillars at two temperatures (19 and 24 °C), corresponding to the spring month characteristics of two localities (São Francisco de Paula and Porto Alegre/RS) where the species occurs. The analyses performed on the intermediary biomarkers of metabolism (total proteins, uric acid, glycogen, lipids, and triglycerides) and oxidative balance did not show substantial differences. However, lactate levels and body mass were higher in caterpillars housed at 19 °C, whereas cholesterol levels were higher in those housed at 24 °C. The higher lactate level in caterpillars reared at 19 °C may be attributable to higher foraging activity and/or utilization of trehalose stored in the fat body to maintain metabolic activity, possibly by lactate generation. The increase in cholesterol at higher temperatures may be related to a greater need for structural molecules and synthesis of ecdysone to sustain accelerated development, which is corroborated by the lower body mass of the caterpillars reared at 24 °C compared to those at 19 °C. At both temperatures, energy reserves (glycogen, triglycerides, and proteins) were maintained. These results suggest that *H. ethilla narcaea* caterpillars respond to high temperatures by modulating their metabolic activity and prioritizing the accumulation of antioxidant molecules through ingestion, thereby avoiding oxidative stress i.e., an imbalance between reactive oxygen species (ROS) production and antioxidant defenses. This reflects physiological plasticity of the individuals of this species, which allows them to inhabit different locations and climates, thereby maintaining their populations.

KEYWORDS: butterflies, oxidative stress, caterpillar, metabolismo, temperature variation.

1 | INTRODUÇÃO

A maioria das populações de borboletas apresenta flutuações de acordo com a variação de temperatura que alteram os padrões de alimentação, desenvolvimento e reprodução. As borboletas *Heliconius* (KLUK, 1780) exibem oscilações no tamanho populacional em regiões subtropicais (SOBRAL-SOUZA *et al.*, 2015). Sabe-se que nas regiões sul e sudeste do Brasil ocorrem declínios no número de indivíduos durante o inverno e o tamanho populacional se reestabelece a partir da primavera (RAMOS & FREITAS, 1999). Apesar de todas as possibilidades intrigantes que possam existir acerca da interação das espécies de *Heliconius* com a temperatura, esta temática recebeu pouca ou nenhuma atenção quanto às implicações fisiológicas. Este trabalho foi realizado com base nessa necessidade de obtenção de dados sobre a espécie *H. ethilla narcaea* e sobre a interação desta com a temperatura no sul do Brasil.

Os processos fisiológicos que explicam os caminhos que conduzem os organismos

a responderem a condições adversas ou se adaptarem as mudanças ambientais podem ser compreendidos também através do estudo do metabolismo intermediário. O metabolismo intermediário consiste em uma série de processos bioquímicos complexos, dos quais os insetos fazem uso na tentativa de manter a homeostasia (RAMZI *et al.*, 2018). O nível de nutrientes que se acumulam no corpo dos insetos é responsável por mudar vários aspectos importantes da vida do animal, como a taxa de crescimento, o tempo de metamorfose e o desenvolvimento (MIRTH & RIDDIFORD, 2007) armazenando ou liberando componentes centrais para esses eventos.

Os insetos gastam energia constantemente, e se não estão se alimentando devem ter reservas acumuladas em períodos de abundância de alimento para serem usadas na manutenção das funções essenciais a sua sobrevivência entre os ciclos alimentares. O glicogênio e os triglicerídeos são reservas de energia comumente estocadas em células animais. O glicogênio pode ser facilmente degradado sob demanda para ser usado como um combustível glicolítico (ARRESE & SOULAGES, 2010). Já os ácidos graxos armazenados como triglicerídeos podem ser utilizados para a produção de energia através da β -oxidação (ATHENSTAEDT & DAUM, 2006).

Os insetos possuem um tipo de tecido solto e geralmente disposto em lóbulos finos que são banhados por hemolinfa, o que é vital para o organismo se ajustar adequadamente às mudanças na concentração de energia dos precursores em circulação (ARRESE & SOULAGES, 2010). Este tecido está distribuído por todo o corpo, preferencialmente sob o tegumento, em torno do intestino e do órgão reprodutivo; sendo conhecido também, como corpo gorduroso. Os tipos celulares encontrados neste tecido atuam como local de reserva e síntese de proteínas, carboidratos e lipídios. Contudo, os triglicerídeos são o principal componente das gotículas lipídicas e, no período de alimentação essas gotículas ocupam a maior parte do espaço intracelular, juntamente com glicogênio e com grânulos de proteínas (DEAN *et al.*, 1985).

O armazenamento de ácidos graxos, na forma de triglicerídeos, e de glicose são as reservas mais importantes utilizadas pelos insetos em vários aspectos incluindo a síntese de quitina, que é o componente principal da cutícula (LOCKEY, 1988) e para a síntese de álcoois de açúcar, que são necessários para a adaptação ao frio (STOREY, 1997) ou à seca (WATANABE *et al.*, 2002). Os ácidos graxos servem como precursores de eicosanóides e feromônios, e são necessários em quantidades substanciais para a síntese de fosfolípidios e ceras importantes na impermeabilização da cutícula (LOCKEY, 1988).

Já os aminoácidos, constituintes das proteínas, são derivados da dieta dos insetos e têm funções importantes que incluem a síntese de proteínas estruturais do corpo e do tegumento, síntese de hormônios e de enzimas que participam de reações metabólicas, sendo que alguns aminoácidos também participam da síntese de ácidos nucleicos.

As análises realizadas neste trabalho também estão relacionadas à produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) e em, como essa produção pode afetar o indivíduo.

Em proporções equilibradas, a natureza altamente reativa desses compostos é empregada em muitos processos celulares, principalmente como sinalizadores atuando também como uma estratégia de defesa junto ao sistema imune (HERMES-LIMA, 2004). As ERO são formadas continuamente como subprodutos da respiração mitocondrial. As temperaturas mais altas aumentam a taxa metabólica de organismos ectotérmicos, o que acarreta a geração de mais ERO do que naturalmente são produzidas. Essa produção exacerbada pode ser prejudicial ao organismo, uma vez que as ERO deixam de participar de várias vias celulares vitais e comprometem o controle e a sinalização redox, oxidando moléculas como as proteínas, lipídios, DNA e RNA, causando assim estresse oxidativo (JONES, 2006). Para balancear o aumento de produção de ERO, os organismos mantêm um sistema antioxidante constituído de um componente enzimático e um não enzimático. O gerenciamento ocorre tanto na atividade pró-oxidante quanto nas redes de sinalização mediadas por ERO (HERMES-LIMA, 2004).

Várias enzimas antioxidantes têm sido caracterizadas em insetos, como a superóxido dismutase, a catalase e a glutathione peroxidase (HERMES-LIMA, 2004; JIA *et al.*, 2011; BEAULIEU *et al.*, 2015). A Superóxido dismutase (SOD) catalisa a dismutação do radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Por sua vez a Catalase (CAT), uma peroxidase, ou seja, uma enzima do grupo das oxirredutases tem a função de degradação do peróxido de hidrogênio, molécula naturalmente formada em organismos vivos durante o metabolismo oxidativo. A catalase remove o H_2O_2 apenas em altas concentrações celulares, porque seu alto valor de K_m reduz a eficiência em baixos níveis de H_2O_2 (AHMAD, 1995); ao passo que a glutathione peroxidase (GPx), atua metabolizando peróxidos orgânicos e inorgânicos (H_2O_2) tendo um baixo K_m para este último (COSTANTINI, 2014).

O componente não enzimático do sistema antioxidante é constituído por diversas moléculas de baixo peso molecular, sendo estas endógenas (melatonina, glutathione, ácido úrico) e exógenas (diversas vitaminas e compostos presentes na dieta). Dentre os antioxidantes endógenos podemos destacar a glutathione que é um poderoso antioxidante e fonte de tióis. É também um cofator enzimático e tem uma função de desintoxicação, o que a torna um dos mais importantes antioxidantes intracelulares (Perc-Mataruga *et al.*, 2018). A maioria dos estudos sobre defesa antioxidante mede as respostas dos insetos frente à exposição a pró-oxidantes de plantas, inseticidas ou poluentes.

Dentre as enzimas de biotransformação que atuam em rotas de excreção de substâncias endo e xenobióticas e, protegem as células contra toxicidade química e estresse, mantendo a homeostase celular, pode-se destacar as glutathione S-transferases (GSTs). Esta família multifuncional de enzimas atua catalisando a conjugação da molécula de glutathione a várias outras moléculas, tendo assim um impacto no sistema antioxidante por usar a glutathione e por metabolizar produtos da lipoperoxidação. As GSTs desempenham vários papéis fisiológicos, tais como sequestro e transporte de compostos hidrofóbicos endógenos, os quais incluem hormônios esteróides, bilirubinas, ácidos da bile e seus

metabólitos (COSTANTINI 2014).

O estado do Rio Grande do Sul, na região sul do Brasil, apresenta clima oceânico (Cfa) e clima oceânico temperado (Cfb) com as quatro estações com temperaturas bem características (KÖPPEN, 1936). As temperaturas variam desde muito baixas, características do inverno rigoroso a muito altas, no verão (mais amenas nas regiões de maior altitude). A variação de precipitação no estado também ocorre de acordo com as regiões (ALVARES *et al.*, 2013). A presença de Floresta de Mata Atlântica na composição florística do RS torna a região um *hotspot* de biodiversidade, o que reforça a necessidade de conhecer a biologia de espécies que habitam o local (RIBEIRO *et al.*, 2011). Nestas condições de temperatura, do sul do Brasil, a subespécie de *H. ethilla* que ocorre é *H. ethilla narcaea* (Godart, 1819) (HOLZINGER & HOLZINGER, 1994).

Em levantamento populacional já foi registrado que a população de *H. ethilla narcaea* diminui em número até a ausência total em quase toda a segunda metade do ano na região sudeste do Brasil (ANDRADE & FREITAS, 2005). A acentuada variação no número de indivíduos nesta região, assim como no RS deve se relacionar com a variação das temperaturas ao longo do ano. Não se conhece a temperatura base para o desenvolvimento de *H. ethilla narcaea*, porém *Dione juno juno* (Cramer, 1779) outro heliconíneo que ocorre no RS tem limiar de desenvolvimento estimado de 5,3°C para o ovo, 8,4°C para o estágio de lagarta e 9 °C para o estágio de pupa (BIANCHI & MOREIRA, 2005).

Por isso, estima-se que temperaturas mais baixas, como as do inverno rigoroso do RS possam impedir o desenvolvimento de *H. ethilla narcaea*, no entanto, isso ainda não foi testado. Sabendo que esta espécie habita várias regiões do Rio Grande do Sul e que algumas destas apresentam diferenças nas médias de temperatura durante a mesma estação, o presente trabalho investigou o metabolismo intermediário e o balanço oxidativo de lagartas de *H. ethilla narcaea* em relação à média de temperatura de ocorrência nos meses de primavera na região metropolitana de Porto Alegre e em São Francisco de Paula. Por serem os meses em que a população começa a se reestabelecer no ambiente, surgiu o interesse em investigar se existem diferenças nos parâmetros fisiológicos de indivíduos que ocorrem em locais diferentes do estado e a influência de mudanças climáticas locais.

Assim, caracterizamos parâmetros fisiológicos ligados à composição bioquímica destes animais (proteínas, ácido úrico, lactato, glicogênio, lipídios, triglicerídeos e colesterol), bem como os componentes do sistema antioxidante (superóxido dismutase e catalase) e de biotransformação (glutathione S-transferase) além de um marcador de dano oxidativo, através da quantificação da lipoperoxidação, nas lagartas desta espécie. Ressalta-se ainda que nunca foram estudados estes parâmetros nas espécies de *Heliconius*, dessa forma, a abordagem feita aqui é totalmente original e relevante para o conhecimento, tanto da espécie, quanto do gênero.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Fêmeas de *Heliconius ethilla narcaea* foram coletadas em São Francisco de Paula/RS (29°26'32"S 50°37'16"O), transportadas e mantidas a posteriori, em viveiros medindo cerca de 2x2x3m localizados em área adjacente ao Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. No interior dos viveiros manteve-se o cultivo de diversas plantas a fim de simular as condições naturais do ambiente, bem como *Passiflora edulis*, planta hospedeira de *H.e.narcaea*. As borboletas foram alimentadas diariamente através de recipientes com mistura preparada com água, mel e pólen (NARDIN *et al.*, 2014). O mel é fonte de glicídios e é necessário para suprir a reserva energética do indivíduo, e o pólen constitui fonte de proteínas e está diretamente ligado à fecundidade e longevidade dos indivíduos deste gênero (HARPEL *et al.*, 2015).

2.1 Testes de temperatura

Os ovos foram coletados diariamente e transferidos para potes contendo *Passiflora edulis*, *ad libitum* para a alimentação das lagartas quando da sua eclosão; as plantas eram renovadas todos os dias, bem como a limpeza dos recipientes.

Os potes de criação das lagartas, foram mantidos em duas temperaturas, 19 e 24°C em incubadora BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) e sala climatizada, respectivamente, ambas com o mesmo fotoperíodo (12h de luz: 12h de escuridão) e umidade relativa do ar próxima dos 60%. Estas temperaturas foram escolhidas, pois são as que mais se aproximam das médias apresentadas, após monitoramento nos meses da primavera nos anos de 2015 e 2016, em dois municípios de ocorrência de *H. ethilla narcaea*, em São Francisco de Paula, com média de 19° C na primavera, e em Porto Alegre (30°04'13"S 51°07'10"O), cuja média de primavera é de 24° C (Tabela 1). O desenvolvimento foi acompanhado e somente indivíduos saudáveis do 5° *instar* foram analisados. Nesse *instar* as lagartas foram pesadas, crioeutanasiadas e utilizadas para as análises de metabolismo intermediário e do balanço oxidativo.

ANO	MÊS	São Francisco de Paula		Porto Alegre	
		Temp.máx °C	Temp.min °C	Temp.máx °C	Temp.min °C

Primavera 2015	SET	17,6	10,3	21,5	13,7
	OUT	18,1	11,1	23,2	15,1
	NOV	19,9	13,2	24,9	17,1
	DEZ	23,2	15,9	29	20,3
	média	19,7	12,6	24,6	16,5
	desv.padrão	2,19	2,16	2,78	2,47
Verão 2016	JAN	24,6	17,2	31,1	20,5
	FEV	25,2	18	31,4	21,1
	MAR	21,6	15,4	26,9	18,6
	média	23,8	16,8	29,8	20
	desv.padrão	1,57	1,08	2,05	1,06
Inverno 2016	ABR	22,7	15,7	27,1	19,1
	MAI	14,4	9	19	11,4
	JUN	13	6,1	16,3	7,7
	JUL	16	8,4	18	10,9
	AGO	17,2	9,9	20,9	11,9
	média	16,66	9,82	20,26	12,2
	desv.padrão	3,33	3,19	3,73	3,74
Primavera 2016	SET	17,6	8,8	20,2	11,4
	OUT	19,5	11,3	23,7	15,2
	NOV	21,4	12	26,2	15,8
	DEZ	23,8	15,4	29,7	19,7
	média	20,5	11,8	24,9	15,5
	desv.padrão	2,29	2,35	3,47	2,94
Verão 2017	JAN	26	18	30,5	21,4
	FEV	27	18	31,2	22,2
	MAR	27	18	28,1	19,3
	média	26,6	18	29,9	20,9
	desv.padrão	0,47	0	1,32	1,22

Tabela 1. Médias de temperaturas máximas e mínimas em São Francisco de Paula e Porto Alegre (RS), desde a primavera de 2015 ao verão de 2017. As médias e desvio padrão foram calculados sobre as temperaturas dos meses que compõem a estação.

2.2 Análises do metabolismo intermediário

Os parâmetros metabólicos e do balanço oxidativo foram realizadas com lagartas de 5^o instar de no máximo, 24h. Estas análises envolveram a avaliação dos níveis de proteínas, ácido úrico, lactato e glicogênio em quatro lagartas mantidas a 24°C e três a

19°C. Para avaliação dos lipídios, dos triglicerídeos e do colesterol foram utilizadas outras quatro lagartas para 24°C e três para 19°C. Sendo cada um dos parâmetros quantificados em quadruplicata para cada animal.

A extração do glicogênio seguiu o método de (Van Handel, 1965), sendo quantificado como glicose após hidrólise ácida (HCl) e neutralização (Na_2CO_3) utilizando-se o kit da Labtest (glicose PAP Liquiform), segundo o método da glicose oxidase. As proteínas foram quantificadas segundo método descrito por (Beyer, 1983). O ácido úrico foi determinado através do Kit da Labtest (Ácido Úrico Liquiform); para a quantificação do lactado também foi usado Kit comercial da labtest. Os lipídios, triglicerídios e colesterol teciduais foram extraídos pelo método do clorofórmio e metanol na proporção 2:1, segundo o método de (Folch & Lees, 1957). A dosagem de lipídios totais se deu conforme o método descrito por (Frings & Dunn, 1970) e a do colesterol total conforme o kit da Labtest (Colesterol Total Liquiform). Os triglicerídeos tiveram dosagem determinada através do kit da Labtest (Triglicerídeos GPO-ANA). Todos os resultados foram expressos em mg/g.

2.3 Análises do balanço oxidativo

O balanço oxidativo foi analisado através das determinações de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) e das enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT), e de biotransformação, a glutatona S-transferase (GST), em seis lagartas de 5^o *instar* que foram mantidas a temperatura de 24°C e quatro lagartas mantidas a temperatura de 19°C. Todos os parâmetros foram quantificados em quadruplicata para cada animal.

As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram utilizadas como medida da lipoperoxidação (LPO), sendo quantificadas através de técnica utilizada para medir o nível de dano aos lipídios principalmente aqueles das membranas, já que o ácido tiobarbitúrico reage com os produtos da LPO, entre eles o malondialdeído (MDA) e outros aldeídos. A determinação segue modificações propostas por (Buege & Aust, 1978). A concentração de TBARS está expressa em $\mu\text{moles.mg}$ de proteínas⁻¹. A atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) foi determinada segundo descrito Boveris *et al.* (1983), expressa em unidade de atividade por mg de proteína por minuto. A decomposição do peróxido de hidrogênio é proporcional a atividade da catalase. Dessa forma, a atividade da enzima catalase foi medida através da avaliação do consumo de peróxido de hidrogênio (Boveris & Chance, 1973). Os resultados estão expressos em $\mu\text{moles. minuto}^{-1}.$ mg de proteínas⁻¹ A atividade da glutatona S-transferase foi medida pelo método de Boyland & Chasseaud (1969) e expressa em $\mu\text{moles. minuto}^{-1}.$ mg de proteínas⁻¹.

2.4 Análises estatísticas

Os dados foram analisados no programa SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL,

EUA, 2008) e os resultados são apresentados como média \pm erro padrão. Para analisar a massa corporal das lagartas utilizamos Teste T, dada a normalidade dos dados (de acordo com o teste de Shapiro-Wilk). Para a análise dos metabólitos ligados ao metabolismo intermediário, dado que estes apresentavam distribuição normal, utilizamos a análise de variância multivariada (MANOVA), em que a variação da temperatura (24 e 19°C) foi a variável independente, e cada um dos sete biomarcadores de metabolismo intermediário constituíram as variáveis dependentes. A análise do balanço oxidativo também foi feita por MANOVA, onde as enzimas e o dano oxidativo foram às variáveis dependentes. O teste de Bonferroni foi utilizado para indicar as diferenças par a par, tanto em relação aos metabólitos, quanto ao balanço oxidativo.

3 | RESULTADOS

3.1 Metabolismo intermediário

A Manova realizada entre os dois tratamentos e as sete variáveis dependentes foi significativa (λ Wilks= 0,001 p = 0,042 e potência observada de 0,771), indicando que existe diferença nos níveis dos biomarcadores em relação a temperatura em que o organismo foi mantido (Tabela 2). Quando comparamos os pares através do teste de Bonferroni, os níveis dos metabólitos energéticos, proteínas totais, ácido úrico, glicogênio, lipídios totais e triglicérides não diferiram entre as lagartas mantidas nas duas temperaturas (Fig. 1 e 2). No entanto, os níveis de lactato das lagartas mantidas a temperatura de 24°C foi menor do que das lagartas em 19°C (p =0,000); já para os níveis de colesterol observamos que estes foram maiores em lagartas mantidas a 24°C em relação as mantidas a 19 °C (Fig. 1 e 2). A massa corporal, nas lagartas mantidas na maior temperatura foi menor que a daquelas mantidas a 19 °C (Teste t p = 0,042) (Fig. 1).

Biomarcador	Temperatura	<i>n</i>	ShapiroWilk	Levene	Manova λ Wilks	<i>p</i>	Bonferroni
Proteínas totais	19°C	3	0,465	0,359	0,001	0,002*	0,366
	24°C	4	0,188				
Ácido úrico	19°C	3	0,736	0,839			0,665
	24°C	4	0,853				
Glicogênio	19°C	3	0,157	0,119			0,193
	24°C	4	0,099				
Lactato	19°C	3	0,298	0,181			0*
	24°C	4	0,524				

Lípidios totais	19°C	3	0,967	0,222	0,061	0,025*	0,155
	24°C	4	0,872				
Colesterol	19°C	3	0,63	0,49			0,012*
	24°C	4	0,987				
Triglicerídeos	19°C	3	0,207	0,815			0,285
	24°C	4	0,755				
TBARS	19°C	4	0,524	0,222	0,525	0,437	0,55
	24°C	6	0,298				
GST	19°C	4	0,99	0,191			0,846
	24°C	6	0,004				
SOD	19°C	4	0,869	0,525			0,928
	24°C	6	0,542				
CAT	19°C	4	0,053	0,054			0,193
	24°C	6	0,03				

Tab 2. Análises estatísticas do balanço metabólico e oxidativo realizado nas lagartas lagartas de *H. ethilla narcaea* do 5º instar mantidas a temperaturas de 19°C e 24°C. *significância estatística de $p < 0,05$.

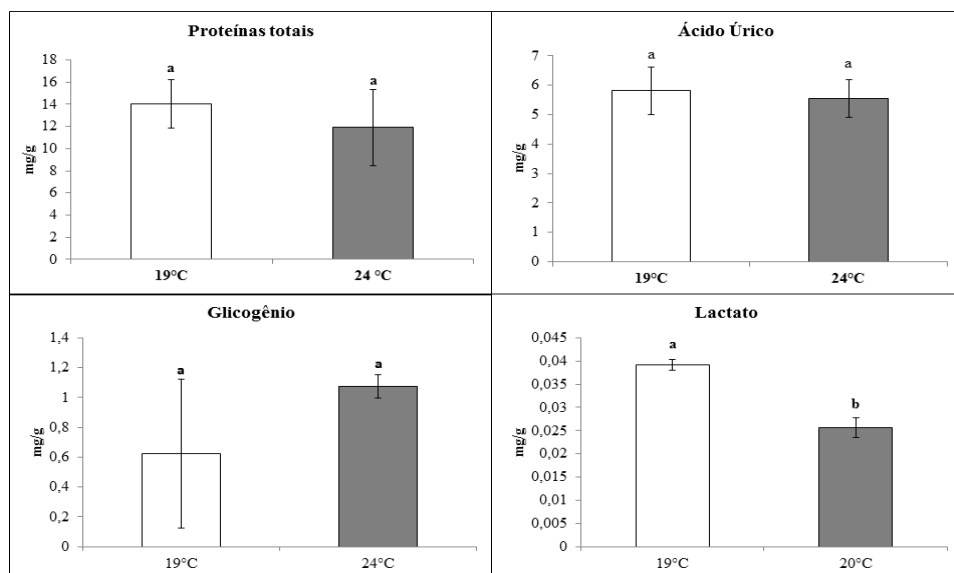


Fig. 1. Níveis de proteínas totais, ácido úrico, glicogênio e lactato em homogeneizado total de lagartas de *H. ethilla narcaea* do 5º instar mantidas a temperaturas de 24°C (barra cinza) e 19°C (barra branca). As barras representam as médias \pm desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferença significativa entre os valores médios para um $p < 0,05$.

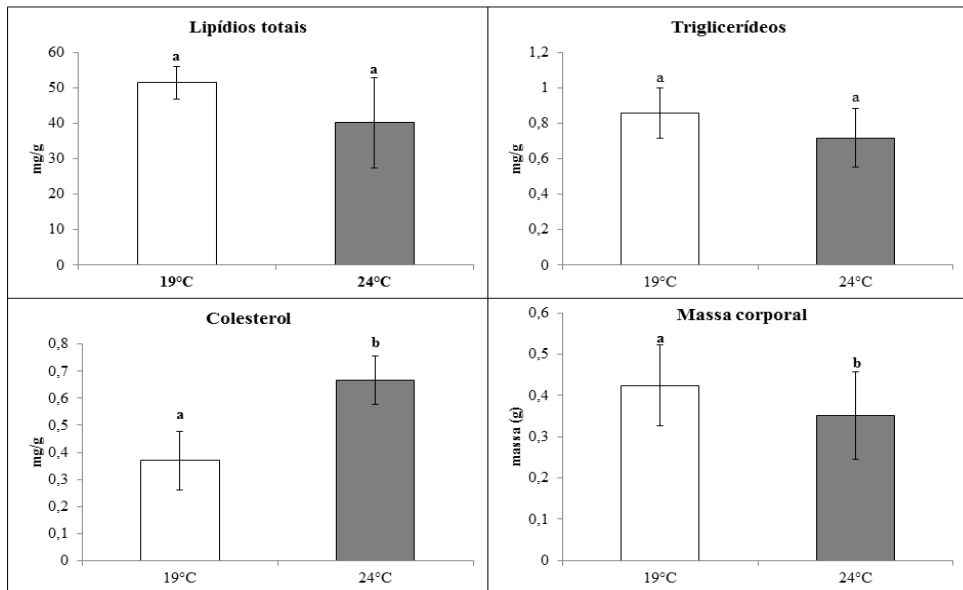


Fig. 2. Níveis de lipídios totais, triglicerídeos e colesterol em homeogeneizado total, e a massa corporal de lagartas de *H. ethilla narcaea* do 5° instar mantidas a temperaturas de 24°C (barra cinza) e 19°C (barra branca). Barras representam as médias \pm desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferença significativa entre os valores médios.

3.2 Enzimas antioxidantes e peroxidação lipídica

Dada a normalidade dos dados obtidos das análises dos biomarcadores do balanço oxidativo, realizamos a MANOVA, sobre a qual não obtivemos significância nos dados (λ Wilks= 0,525 p = 0,437 e potência observada de 0,175). Esse resultado indica que os marcadores do balanço oxidativo dos organismos testados não foram influenciados pelas temperaturas nas quais as lagartas foram mantidas. A comparação dos pares de tratamento (19 e 24° C), para a atividade das enzimas antioxidantes e os níveis de lipoperoxidação também não apresentaram diferenças entre os grupos (Fig. 3).

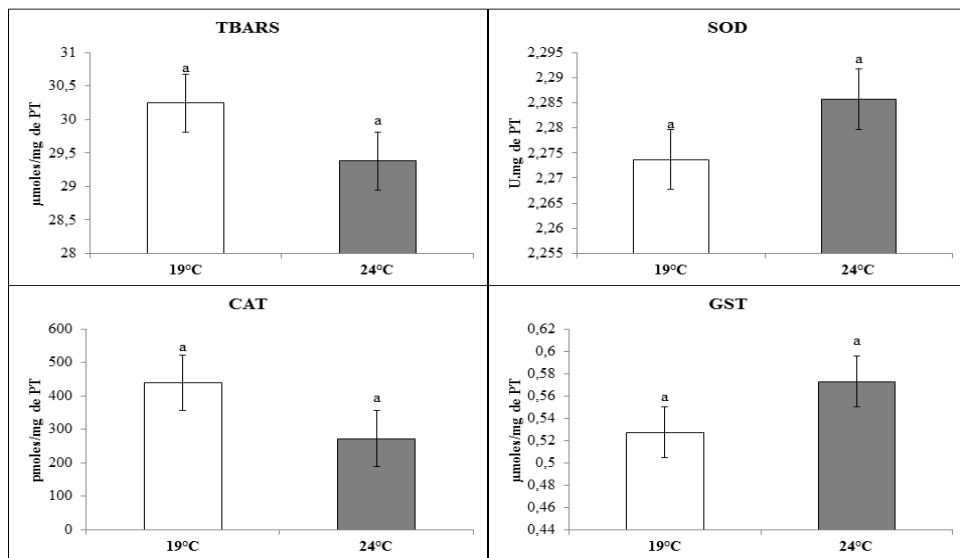


Fig. 3. Níveis de peroxidação lipídica (TBARS), Superóxido dismutase (SOD), Catalase (CAT) e Glutaciona S-transferase (GST) de lagartas de *H. ethilla narcaea* do 5º instar mantidas a temperaturas de 24°C (barra cinza) e 19°C (barra branca). Barras representam as médias ± desvio padrão. Letras diferentes acima das barras indicam diferença significativa entre os valores médios para um $p < 0,05$.

4 | DISCUSSÃO

A maioria dos organismos ocupa ambientes térmicos variáveis, experimentando desafios importantes para os principais componentes da aptidão, como a sobrevivência e a reprodução (KARL *et al.*, 2012). A temperatura funciona então como um agente seletivo (HOFFMANN & HERCUS, 2000; CLARKE, 2003) e o entendimento dos mecanismos através dos quais os organismos respondem a variação ambiental é importante. Pesquisas neste contexto têm recebido crescente atenção devido à rápida mudança climática induzida pela humanidade (DAHLHOFF & RANK, 2007). As metodologias que permitem relacionar as funções moleculares e fisiológicas cresceram nos últimos anos, no entanto, ainda existe uma quantidade muito escassa de trabalhos que analisam estes parâmetros em borboletas (BEAULIEU *et al.*, 2015) e mais escassos ainda os que investigam a fisiologia das borboletas da América Neotropical (MOREIRA & HERMES-LIMA, 2012).

Determinamos os níveis de alguns marcadores do metabolismo intermediário (proteínas, ácido úrico, glicogênio, lactato, lipídios, triglicerídeos e colesterol) em lagartas de quinto instar mantidas desde o ovo em duas temperaturas diferentes (19 e 24°C). Por conta da quase ausência de trabalhos sobre o metabolismo intermediário em borboletas do gênero *Heliconius*, não dispomos de valores de referência desta fase do desenvolvimento em diferentes espécies para uma comparação. O único estudo desenvolvido com *Heliconius* foi feito por (ARISI, 2016) que analisou os mesmos parâmetros do metabolismo

intermediário desde pupas até adultos, pós-cópula, em *Heliconius erato phyllis*. Nossos resultados diferem daqueles verificados por (ARISI, 2016) para pupas 24h, o que denota um padrão fase específico e possivelmente espécie-específico. O que talvez possa estar associado a algumas especificidades de distribuição geográfica e interações de habitat entre as espécies deste gênero (*Heliconius*), experimentos futuros devem ser realizados para aprofundar tal hipótese.

Nossos resultados revelaram diferenças significativas nos níveis de lactato e colesterol entre as duas temperaturas testadas, associado à manutenção dos níveis dos demais marcadores do metabolismo intermediário. Cabe ressaltar que as borboletas são insetos holometábolos e como tais, durante os instares larvais a principal atividade destes animais é alimentar-se e acumular reservas energéticas para realizar a metamorfose, bem como para fornecer reservas para o adulto (MIRTH & RIDDIFORD, 2007). Esta característica pode justificar o padrão aqui encontrado para lagartas que foram mantidas desde o ovo até o quinto instar. Isto evidencia uma plasticidade de adaptação na faixa de variação de temperatura testada e conduz o animal a maximizar o acúmulo de reservas endógenas a fim de garantir o sucesso no desenvolvimento. Estes resultados também reforçam a hipótese de que temperaturas mais baixas, como as do inverno rigoroso do RS possam impedir o desenvolvimento de *H. ethilla narcaea* e assim, restringir sua distribuição ou condicionar esta distribuição a ocupação de microhabitats.

Embora relatado em poucos insetos, o lactato é o principal produto do metabolismo anaeróbio. Os níveis de lactato registrados no nosso experimento foram maiores nas lagartas mantidas a temperatura de 19°C, o que nos permite sugerir que as lagartas mantenham uma atividade de forrageio mais elevada que aquelas expostas a 24°C e que este metabólito, esteja elevado em função de uma atividade digestória mais alta. (MIYAGI *et al.*, 2013) descobriu que larvas do Coloptera *Gastrophysa atrocyanea* que se alimentam de plantas ricas em oxalato, possuem um mecanismo único para acumular quantidades elevadas de lactato. No mesmo estudo os autores relatam que lagartas da borboleta *Papilio machaon* alimentada com erva-doce (*Foeniculum vulgare*) também, acumularam lactato. Não podemos descartar que o mesmo mecanismo seja o responsável pelo aumento dos níveis de lactato em *H. ethilla narcaea* mantidas em 19°C já que *Passiflora edulis* também possui oxalato (BERALDO & KATO, 2010). Isto parece ser corroborado pelos maiores valores de massa corporal encontrados em lagartas também mantidas nesta temperatura (19°C).

Dentro deste contexto, não podemos esquecer que a trealose é o mais importante açúcar presente na hemolinfa dos insetos, sendo está um dissacarídeo não redutor sintetizado pela ação combinada de duas enzimas (trealose-6-fosfato sintase e a trealose-6-fosfato fosfatase) que catalisam a síntese de trealose no corpo gorduroso a partir de dois intermediários da glicólise, a glicose-1-fosfato e a glicose-6-fosfato. Ela serve como uma fonte energética circulante, tal como a glicose o faz no sangue dos vertebrados.

Além disto, este açúcar atua como componente estrutural e de transporte, serve para a proteção de membranas e proteínas contra efeitos adversos de estresse, tais como calor, frio, dessecação, anoxia e, em alguns casos, parece ser importante na eclosão de ovos (PESSOA *et al.*, 2017). Assim, os maiores níveis de lactato verificados nos animais mantidos a 19° C podem também, ser resultado do uso de trealose para a produção de energia para sustentar o padrão de atividade e o desenvolvimento dos animais nesta fase. Qualquer uma das estratégias descritas para explicar o incremento dos níveis de lactato seria vantajosa, pois os animais conseguiriam manter suas reservas de glicogênio. Além do glicogênio, tanto os triglicerídeos como as proteínas foram mantidos constantes independente da temperatura na qual as larvas foram cultivadas; o que novamente nos permite sugerir um papel chave para a trealose como substrato energético nesta fase do desenvolvimento.

O lactato, por exemplo, acumula-se no músculo da tibia extensora de gafanhotos durante o salto (HARRISON *et al.*, 1991). Desta forma, também é possível que as lagartas tenham acionado recursos energéticos para suprir essa atividade muscular. Assim sendo, a atividade muscular das lagartas de *H. ethilla narcaea* a 19°C provavelmente tenham utilizado a produção de lactato anaeróbico em consequência da glicólise para a geração de ATP, assim como descrito para os músculos segmentais de larvas de coleópteros e também, de Lepidoptera (Gäde, 1985). A produção do lactato anaeróbico se dá através da Lactato Desidrogenase (LDH), enzima glicolítica importante em quase todos os tecidos animais e que está envolvida na produção de energia (KAPLAN & PESCE, 1996).

Sabendo que altas temperaturas aceleram o desenvolvimento e consequentemente os processos de ecdise, diminuindo os intervalos entre cada uma das ocorrências. O aumento do colesterol nos animais mantidos desde o ovo até o quinto *instar* em uma temperatura mais elevada talvez esteja associado a uma maior síntese do hormônio ecdisona para garantir os processos de crescimento e um maior aporte de colesterol para sustentar as necessidades estruturais dos animais. Ao longo do cultivo experimental, nós observamos que os animais mantidos em temperatura mais baixa (19°C) iniciaram sua eclosão cerca de três dias após observarmos a primeira eclosão entre os ovos mantidos a 24 °C, reforçando assim, nossa hipótese de desenvolvimento mais rápido para os animais mantidos em temperaturas mais elevadas (24° C).

Contudo, não podemos quantificar ou calcular a taxa de crescimento, pois os animais de cada grupo experimental foram mantidos de forma agrupada. Bavaresco *et al.* (2002) estudando as exigências térmicas da mariposa *Spodoptera cosmioides* relata que o desenvolvimento pode ser acelerado quando o animal se encontra próximo de sua temperatura ótima, apesar de poder viver em uma faixa mais ampla de variação de temperatura. Os estudos de Rawlins & Lederhouse (1981) e Zalucki (1982) mostraram que as larvas de monarcas não se desenvolvem a temperaturas abaixo de 10° C ou acima de 34° C. As monarcas geralmente desenvolvem-se mais rápido em temperaturas mais altas,

como as que experimentam em ambiente natural (27 °C), demorando aproximadamente 12 dias para passar por todos os cinco instares, e aquelas criadas em temperaturas cada vez mais baixas, levando mais tempo.

Estudos com larvas de *Drosophila melanogaster* mostraram que a presença de um gene mutante que dificultava a absorção de colesterol adquirido através da dieta resultou na morte das larvas durante os instares iniciais do desenvolvimento (VOGHT *et al.*, 2007). Da mesma forma, a redução na concentração de colesterol na hemolinfa do noctuídeo *Spodoptera litura* causou um atraso no desenvolvimento das lagartas até a formação da pupa (GUO *et al.*, 2009). Esses resultados indicam que o colesterol tem um papel importante no processo de desenvolvimento dos insetos imaturos até adultos, seja como precursor hormonal e/ou como uma molécula estrutural. O processo de desenvolvimento é essencialmente regido pelo hormônio ecdisona (20-hidroxiecdisona ou 20-HE) (SCHWEDES & CARNEY, 2012) e as sinalizações para o controle da muda são bem conhecidas em diferentes insetos (*D. melanogaster*, *A. aegypti*, *Manduca sexta*, *Blattella germânica* e *Tribolium Casteneum*) (MAJEROWICZ & GONDIM, 2014).

A temperatura também influencia na qualidade do alimento e nas taxas de consumo em insetos herbívoros. A análise dos pesos das lagartas mostra que os indivíduos mantidos em temperaturas mais baixas apresentaram maior massa corporal do que as mantidas em temperaturas maiores. De fato, durante o experimento, as lagartas não tinham risco de predação, como teriam na natureza e a alimentação foi oferecida *ad libitum*. Os dados obtidos se relacionam positivamente aos registrados por (STAMP, 1990), quando registrou menos biomassa em lagartas de *Manduca sexta* criadas em temperaturas mais quentes. Muitos estudos já relataram que em temperaturas mais quentes, geralmente as taxas de crescimento são maiores do que em temperaturas mais baixas, ou amenas (REYNOLDS & NOTTINGHAM, 1985), o que (LEVESQUE *et al.*, 2002) corrobora com seus dados, através das análises com lagartas de *Malacosoma disstria* de 4^o instar em três temperaturas (18, 24 e 30°C). Além disso, já foi também registrado que quanto maior a taxa de crescimento, menor é o tempo gasto no instar (STAMP, 1990; LEVESQUE *et al.*, 2002; ZIPKIN *et al.*, 2012). No entanto, a relação entre as taxas de crescimento, tempo no instar e massa corporal é regulada por processo neuroendócrino que define primeiramente um peso crítico para a realização do início da muda ou ecdise e posteriormente o tempo de crescimento para a obtenção do peso crítico (LEVESQUE *et al.*, 2002). Além de aumentar as taxas de crescimento e diminuir a massa corporal das lagartas, as temperaturas mais altas também reduzem a massa pupal (LEMOINE *et al.*, 2015).

Apesar da diferença de temperatura em que os animais foram cultivados (19 e 24° C), eles conseguem manter o sistema antioxidante sem variações significativas na atividade das enzimas estudadas (SOD, CAT e GST), o que se reflete na ausência de variação nos níveis de lipoperoxidação. Não podemos descartar que outras enzimas antioxidantes não quantificadas, como a glutatona peroxidase e a glutatona redutase, e/ou as defesas

antioxidantes não enzimáticas estejam intermediando esta resposta. Outra possibilidade é que esteja ocorrendo dano oxidativo sobre as proteínas e/ou outros componentes celulares não quantificados neste estudo. Contudo, ressaltamos a ausência de mortalidade ao longo do experimento.

O aumento da temperatura afeta todos os organismos vivos, estimulando todos os processos metabólicos de acordo com os princípios termodinâmicos conhecidos (LUSHCHAK, 2011). Contudo, os animais podem ser capazes de corrigir possíveis desequilíbrios como a produção de ERO, regulando positivamente suas defesas antioxidantes endógenas e/ou podem responder com mudanças comportamentais.

O ajuste comportamental mais descrito pela bibliografia é de que animais expostos a condições de calor evitam o uso fisiológico das defesas antioxidantes buscando um habitat mais favorável em relação à temperatura. No entanto, para que isso possa ocorrer o ambiente precisa fornecer refúgios, como áreas sombreadas e tocas. Isso se torna bastante problemático em locais onde a variabilidade térmica é baixa (HUEY *et al.*, 2012). Sendo adverso também, para os indivíduos imaturos, como as lagartas, que dispõem de locomoção limitada. No presente estudo, não foi ofertada a possibilidade de refúgios para as lagartas, impedindo que estas busquem um ambiente mais favorável, o que nos permite sugerir que estes animais diminuem sua atividade metabólica na temperatura mais elevada de cultivo (24° C) a fim de evitarem uma situação de estresse oxidativo. Outros autores também propuseram uma redução da atividade física diminuindo assim a produção de ERO, já que a busca por melhores condições deve aumentar ainda mais a taxa metabólica (GANNON *et al.*, 2014; BEAULIEU *et al.*, 2015). Este padrão também reflete uma plasticidade fisiológica dos indivíduos de *Heliconius ethila narcea* que habita diferentes lugares com diferentes climas e consegue manter suas populações por longos períodos do ano. Da mesma forma Beaulieu *et al.* (2015) mostrou em lagartas de *Bicyclus anynana*, mantidas a 25°C e 33°C, que o dano oxidativo (TBARS) não aumentou com o aumento da temperatura; sugerindo que além da redução da atividade nesta faixa de temperatura a espécie não apresenta danos moleculares, como já documentado também em moscas domésticas (SOHAL *et al.*, 1993).

As plantas de *Passiflora* são bem protegidas quimicamente, tendo sido descrita a presença de flavonoides, alcaloides, glicosídeos cianogênicos, assim como a presença de taninos e saponinas (CASTRO *et al.*, 2018). Visto que muitas destas moléculas são pró-oxidantes pode-se sugerir uma capacidade antioxidante e/ou do sistema de biotransformação mais eficiente nestes animais. Contudo, os mesmos autores relatam que as heliconiinas podem sintetizar os próprios glicosídeos cianogênicos, apresentando capacidade de lidar com esses compostos, o que foi provavelmente uma das adaptações mais cruciais que permitiram ao ancestral destas borboletas se alimentarem de *Passiflora*. De fato, já foi demonstrado que as larvas de *Heliconius* podem sequestrar glicosídeos cianogênicos e alcalóides de suas plantas hospedeiras e utilizá-los para seu próprio

benefício. Além disto, Rudnicki *et al.* (2007) demonstraram que extratos foliares de *P. alata* e *P. edulis* possuem potentes propriedades antioxidantes *in vitro* e *ex vivo* de mamíferos, e podem ser considerados como possíveis novas fontes de antioxidantes naturais, sendo a atividade antioxidante diretamente correlacionada com o elevado teor de polifenóis presentes nestes extratos. Assim, outra possibilidade que pode explicar nossos resultados de balanço oxidativo, seria o aumento da ingestão e/ou absorção e/ou acúmulo de moléculas antioxidantes obtidas das folhas de *Passiflora edulis* pelas lagartas de *H. ethila narcea*, a fim de obterem não só nutrientes, mas principalmente moléculas antioxidantes. Beaulieu *et al.* (2015) observaram que borboletas adultas de *Bicyclus anynana* mantidas a 25°C e 33°C quase dobraram a ingestão de polifenóis nas condições mais quentes, além de reduzirem a atividade de voo. Curiosamente, estas borboletas aumentaram a ingestão de polifenóis pela manhã, quando também consumiram recursos energéticos (açúcar). O aumento da ingestão de polifenóis nas manhãs quentes levou à diminuição da ingestão de açúcar no meio do dia, o que pode ter contribuído para reduzir a atividade de voo naquele momento. No geral, isso sugere que *B. anynana* priorizou a ingestão de polifenol sobre a ingestão de energia (e seus benefícios associados) sob condições quentes. Em nosso estudo não oferecemos outro recurso alimentar as larvas que não fossem folhas de *Passiflora edulis*. Da mesma forma que o verificado em nosso estudo com *H. ethila narcea* a temperatura não afetou as defesas antioxidantes endógenas (medidas pela atividade da superóxido dismutase) e não aumentou o dano oxidativo em *Bicyclus anynana* (BEAULIEU *et al.*, 2015). Zalucki (1982) e York & Oberhauser (2002) afirmam que ovos e lagartas de borboletas monarca são mais resistentes a altas temperaturas do que as pupas. As características encontradas para a resposta do balanço oxidativo, incluindo a atividade da GST nos permite sugerir um possível traço de processo co-evolutivo entre a planta (*Passiflora edulis*) e seu hospedeiro (*H.e.narcea*) que merece ser investigado no futuro como já sugerido por (CASTRO *et al.*, 2018) para outros aspectos desta interação.

Estes resultados sugerem que as borboletas respondem às condições quentes ajustando possivelmente seu comportamento, sua atividade metabólica e priorizando, através da ingestão e acúmulo de moléculas antioxidantes que podem ser oriundas do alimento ofertado (*Passiflora edulis*). Mantendo assim, suas reservas energéticas (glicogênio, triglicerídeos e proteínas), além de evitarem um desequilíbrio entre a produção de ERO e as defesas antioxidantes através do incremento do sistema antioxidante não enzimático. Isto reflete a plasticidade fisiológica dos indivíduos da espécie que habitam diferentes localidades com diferentes climas e conseguem manter suas populações por longos períodos do ano.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr Gianfranco Ceni pelo auxílio no trabalho de campo. Ao PPG de Genética

e Biologia Molecular da Universidade Federal do Rio Grande do Sul por disponibilizar o espaço para o cultivo dos indivíduos adultos e das lagartas. À Bióloga Gabriela Miranda pelo auxílio na manutenção das lagartas. À Bióloga Mestre Etiele Senna por ceder algumas imagens que fazem parte do Resumo gráfico. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de doutorado no PPG de Ecologia e Evolução da Biodiversidade da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa a BDC e a bolsa de produtividade a GTO (n°307071/2015-4).

REFERÊNCIAS

- AHMAD, S. **Oxidative Stress and antioxidant defenses in biology**. Springer, New York. 1995.
- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C. *et al.* **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, 22, 711-728. 2013.
- ANDRADE, R.B. & FREITAS, A.V. **Population biology of two species of *Heliconius* (Nymphalidae : Heliconiinae) in a semi-deciduous forest in Southeastern Brazil**. Journal of the Lepidopterists' Society, 59, 223-228. 2005.
- ARISI, T.A. **Conflito sexual: por que machos e fêmeas de *Heliconius erato phyllis* apresentam assincronia no início da reprodução?** Unpublished Dissertation in Genetics and Molecular Biology, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2016.
- ARRESE, E.L. & SOULAGES, J.L. **Insect Fat Body: Energy, Metabolism, and Regulation**. Annual review of entomology, 55, 207-225. 2010.
- ATHENSTAEDT, K. & DAUM, G. **The life cycle of neutral lipids: Synthesis, storage and degradation**. Cellular and Molecular Life Sciences, 63, 1355-1369. 2006.
- BAVARESCO, A., GARCIA, M.S., GRTZMACHER, A.D. *et al.* **Biologia e exigências térmicas de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Neotropical Entomology, 31, 49-54. 2002.
- BEAULIEU, M., GILLEN, E., HAHN, S. *et al.* **Behavioural antioxidant strategies to cope with high temperatures: A study in a tropical butterfly**. Animal Behaviour, 109, 89-99. 2015.
- BERALDO, J. & KATO, E.T.M. **Morfoanatomia de folhas e caules de *Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae**. Revista Brasileira de Farmacognosia, 20, 233-239. 2010.
- BERRYMAN, A.A. **What causes population cycles of forest Lepidoptera?** Tree, 11, 28-31. 1996.
- BEYER, R.E. **A rapid biuret assay for protein of whole fatty tissues**. Analytical biochemistry, 129, 483-485. 1983.
- BIANCHI, V. & MOREIRA, G.R.P. **Preferência alimentar, efeito da planta hospedeira e da densidade larval na sobrevivência e desenvolvimento de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae)**. Revista Brasileira de Zoologia, 22, 43-50. 2005.

- BOVERIS, A. & CHANCE, B. **The mitochondrial generation of hydrogen peroxide. General properties and effect of hyperbaric oxygen.** *Biochemical Journal*, 134, 707-716. 1973.
- BOVERIS, A., FRAGA, C.G., VARSAVSKY, A.I. *et al.* **Increased chemiluminescence and superoxide production in the liver of chronically ethanol-treated rats.** *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 227, 534-541. 1983.
- BOYLAND, E. & CHASSEAUD, L.F. **The role of glutathione and glutathione S-transferases in mercapturic acid biosynthesis.** *Advances in enzymology and related areas of molecular biology*, 32, 173-219. 1969.
- BUEGE, J.A. & AUST, S.D. **Microsomal lipid peroxidation.** *Methods in Enzymology*, 52, 302-310. 1978.
- CASTRO, É.C.P., ZAGROBELNY, M., CARDOSO, M.Z. *et al.* **The arms race between heliconiine butterflies and *Passiflora* plants – new insights on an ancient subject.** *Biological Reviews*, 93, 555-573. 2018.
- CLARKE, A. **Costs and consequences of evolutionary temperature adaptation.** *Trends in Ecology and Evolution*, 18, 573-581. 2003..
- DAHLHOFF, E.P. & RANK, N.R. **The role of stress proteins in responses of a montane willow leaf beetle to environmental temperature variation.** *Journal of biosciences*, 32, 477-488. 2007.
- DEAN, R.L., COLLINS, J.V. & LOCKE, M. **Structure of the fat body.** *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry, and Pharmacology*, 155-210. Pergamon Press, Oxford. 1985.
- EHRlich, P.R. & GILBERT, L.E. **Population structure and dynamics of the tropical butterfly *Heliconius ethilla*.** *Biotropica*, 5, 69-82. 1973.
- FOLCH, J. & LEES, M. **A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues.** *The Journal of biological chemistry*, 226, 497-509. 1957.
- FRINGS, C. & DUNN, R. **A colorimetric method for determination of total serum lipids based on the sulfophosphovanillin reaction.** *American Journal of Clinical Pathology*, 53, 89-91. 1970.
- GÄDE, G. **Anaerobic energy metabolism.** *Environmental Physiology and Biochemistry of Insects* (ed by K.H. Hoffmann), pp. 119-136. SpringerVerlag, Berlin. 1985.
- GANNON, R., TAYLOR, M.D., SUTHERS, I.M. *et al.* **Thermal limitation of performance and biogeography in a free-ranging ectotherm : insights from accelerometry.** *The Journal of experimental biology*, 217, 3033-3037. 2014.
- GUO, X.-R., ZHENG, S.-C., LIU, L. *et al.* **The sterol carrier protein 2/3-oxoacyl-CoA thiolase (SCPx) is involved in cholesterol uptake in the midgut of *Spodoptera litura*: gene cloning, expression, localization and functional analyses.** *BMC Molecular Biology*, 18, 1-18. 2009.
- HARPEL, D., CULLEN, D.A., OTT, S.R. *et al.* **Pollen feeding proteomics: salivary proteins of the passion flower butterfly, *Heliconius melpomene*.** *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 63, 7-13. 2015.

HARRISON, J.F., PHILLIPS, J.E. & GLEESON, T.T. **Activity physiology of the two-striped grasshopper, *Melanoplus bivittatus*: gas exchange, hemolymph acid-base status, lactate production, and the effect of temperature.** *Physiological Zoology*, 64, 451-472. 1991.

HERMES-LIMA, M. **Oxygen in biology and biochemistry: role of free radicals.** *Functional metabolism: regulation and adaptation* (ed by K.B. Storey), pp. 319-368. Wiley, New York. 2004.

HOFFMANN, A.A. & HERCUS, M.J. **Environmental stress as an evolutionary force.** *BioScience*, 50, 217-226. 2000.

HOLZINGER, H. & HOLZINGER, R. ***Heliconius* and related genera.** *Sciences Nat., Venette*. 1994.

HUEY, R.B., KEARNEY, M.R., KROCKENBERGER, A. *et al.* **Predicting organismal vulnerability to climate warming: roles of behaviour , physiology and adaptation.** *Philosophical transactions of the Royal Society*, 367, 1665-1679. 2012.

JIA, A.F.-X., DOU, W., HU, F. *et al.* **Effects of thermal stress on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities of oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae).** *Florida Entomologist*, 94, 956-963. 2011.

JONES, D.P. **Redefining Oxidative Stress.** *Antioxidants and Redox Signaling*, 8, 1-16. 2006.

KAPLAN, L.A. & PESCE, A.J. **Clinical Chemistry: Theory, Analysis, Correlation.** Mosby-Year Book Inc., St. Louis. 1996.

KARL, I., MICHALOWSKY, C., SRENSSEN, J.G. *et al.* **Effects of rearing and induction temperature on the temporal dynamics of heat shock protein 70 expression in a butterfly.** *Physiological Entomology*, 37, 103-108. 2012.

KÖPPEN, G.W. **Das geographische system der klimate.** *Handbuch der klimatologie* (ed by W. Köppen and R. Geiger), pp. 1-44. Gebruder Borntraeger, Berlin. 1936.

LEMOINE, N.P., CAPDEVIELLE, J.N. & PARKER, J.D. **Effects of *in situ* climate warming on monarch caterpillar (*Danaus plexippus*) development.** *PeerJ*, 1293, 1-10. 2015.

LEVESQUE, K.R., FORTIN, M. & MAUFFETTE, Y. **Temperature and food quality effects on growth, consumption and post-ingestive utilization efficiencies of the forest tent caterpillar *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae).** *Bulletin of Entomological Research*, 92, 127-136. 2002.

LOCKEY, K.H. **Lipids of the insect cuticle: origin, composition and function.** *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 89, 595-645. 1988.

LUSHCHAK, V.I. **Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals.** *Aquatic Toxicology*, 101, 13-30. 2011.

MAJEROWICZ, D. & GONDIM, K.C. **Insect lipid metabolism: insights into gene expression regulation.** *Recent Trends in Gene Expression* (ed by S.S. Mandal), pp. 147-190. Nova Science Publishers. 2014.

MIRTH, C.K. & RIDDIFFORD, L.M. **Size assessment and growth control: how adult size is determined in insects.** *BioEssays*, 29, 344-355. 2007.

MIYAGI, A., KAWAI-YAMADA, M., UCHIMIYA, M. *et al.* **Metabolome analysis of food-chain between plants and insects.** *Metabolomics*, 9, 1254-1261. 2013.

MOREIRA, D.C. & HERMES-LIMA, M. **Redox metabolism during tropical diapause in a Lepidoptera larva.** *Living in a seasonal world* (ed by T. Ruf, C. Bieber, W. Arnold and E. Millesi), pp. 399-409. Springer, Berlin. 2012.

NARDIN, J.D., MISSAGGIA, B.O. & ARAÚJO, A.M. **An experimental approach to test the source of information on kinship in butterfly immatures.** *Ethology, Ecology and Evolution*, 27, 294-305. 2014.

PERC-MATARUGA, V., ILIJIN, L., MRDAKOVI, M. *et al.* **Chemosphere parameters of oxidative stress, cholinesterase activity, Cd bioaccumulation in the brain and midgut of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) caterpillars from unpolluted and polluted forests.** *Chemosphere*, 218, 416-424. 2018.

PESSOA, M.C.F., IZUMI, É., ZANOTTO, S.P. *et al.* **Kinetic characterization and molecular modeling of trehalose-6-phosphate phosphatase from *Anopheles gambiae* and expressed in *Pichia pastoris*.** *African Journal of Biotechnology*, 16, 1366-1378. 2017.

RAMOS, R.R. & FREITAS, A.V. **Population biology, wing color variation and ecological plasticity in *Heliconius erato phyllis* (Nymphalidae).** *Journal of the Lepidopterists' Society*, 53, 11-21. 1999.

RAMZI, S., SERAJI, A., GONBAD, R.A. *et al.* **Effects of *Artemisia annua* methanolic extract on the enzymatic components of intermediary metabolism and the antioxidant system of *Pseudococcus viburni* Signoret.** *Journal of Plant Protection Research*, 58, 289-296. 2018.

RAWLINS, J.E. & LEDERHOUSE, R.C. **Developmental influences of thermal behavior on monarch caterpillars (*Danaus plexippus*): an adaptation for migration (Lepidoptera: Nymphalidae: Danaeinae).** *Journal of the Kansas Entomological Society*, 54, 387-408. 1981.

REYNOLDS, S.E. & NOTTINGHAM, S.F. **Effects of temperature on growth and efficiency of food utilization in fifth-instar caterpillars of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*.** *Journal of Insect Physiology*, 31, 129-134. 1985.

RIBEIRO, M.C., MARTENSEN, A.C., METZGER, J.P. *et al.* **The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot.** *Biodiversity Hotspots* (ed by F. Zachos and J. Habel), pp. 405-434. Springer, Berlin. 2011.

RUDNICKI, M., OLIVEIRA, M.R., PEREIRA, T.V. *et al.* **Antioxidant and antiglycation properties of *Passiflora alata* and *Passiflora edulis* extracts.** *Food Chemistry*, 100, 719-724. 2007.

Schwedes, C.C. & Carney, G.E. **Ecdysone signaling in adult *Drosophila melanogaster*.** *Journal of Insect Physiology*, 58, 293-302. 2012.

SOBRAL-SOUZA, T., FRANCINI, R.B., GUIMARES, M. *et al.* **Short-term dynamics reveals seasonality in a Subtropical *Heliconius* butterfly.** *Journal of Insects*, 1-5. 2015.

SOHAL, R.S., AGARWAL, S., DUBEY, A. *et al.* **Protein oxidative damage is associated with life expectancy of houseflies.** *Biochemistry*, 90, 7255-7259. 1993.

STAMP, N.E. **Growth versus molting time of caterpillars as a function of temperature, nutrient concentration and the phenolic rutin.** *International Association for Ecology Growth*, 82, 107-113. 1990.

STOREY, K.B. **Organic solutes in freezing tolerance.** *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 117, 319-326. 1997.

VAN HANDEL, E. **Estimation of glycogen in small amounts of tissue.** *Analytical biochemistry*, 11, 256-265. 1965.

VOGHT, S.P., FLUEGEL, M.L., ANDREWS, L.A. *et al.* ***Drosophila* NPC1b promotes an early step in sterol absorption from the midgut epithelium.** *Cell Metabolism*, 5, 195-205. 2007.

WATANABE, M., KIKAWADA, T., MINAGAWA, N. *et al.* **Mechanism allowing an insect to survive complete dehydration and extreme temperatures.** *Journal of Experimental Biology*, 205, 2799-2802. 2002.

YORK, H.A. & OBERHAUSER, K.S. **Effects of duration and timing of heat stress on monarch butterfly (*Danaus plexippus*) (Lepidoptera: Nymphalidae) development.** *Journal of the Kansas Entomological Society*, 75, 290-298. 2002.

ZALUCKI, P. **Temperature and rate of development in *Danaus plexippus* and *D. chrysippus* (Lepidoptera: Nymphalidae).** *Journal of the Australian Entomological Society*, 21, 241-246. 1982.

ZIPKIN, E.F., RIES, L., REEVES, R. *et al.* **Tracking climate impacts on the migratory monarch butterfly.** *Global Change Biology*, 18, 3039-3049. 2012.

CAPÍTULO 6

COMPOSIÇÃO DE INSETOS AQUÁTICOS EM DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATOS EM UM IGARAPÉ DE SEGUNDA ORDEM

Data de aceite: 01/02/2022

Ana Caroline Leal Nascimento

Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade (PPGBEES)
Santarém-PA
<http://lattes.cnpq.br/5952421377010772>
<https://orcid.org/0000-0003-0655-1164>

Kesley Gadelha Ferreira

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/4224277543586339>
<https://orcid.org/0000-0003-0315-1106>

Iluany da Silva Costa

Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais (PPGCA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/2157341771566113>
<https://orcid.org/0000-0003-4600-8246>

Kenned da Silva Sousa

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/2837725827503533>
<https://orcid.org/0000-0001-8959-7525>

Damires Sanches Pereira

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/5438506714750377>

Dianini Campos da Mota

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Santarém-PA
<http://lattes.cnpq.br/1221882762072277>

Fernanda Alexandre Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/8727001545493827>

Emily Vieira Drosdosky

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/3397957088183665>

José Max Barbosa de Oliveira Junior

Universidade Federal do Oeste do Pará
(UFOPA)
Santarém-PA
<http://lattes.cnpq.br/2859350745554286>
<https://orcid.org/0000-0002-0689-205X>

Karina Dias-Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA)
Altamira-PA
<http://lattes.cnpq.br/2271768102150398>
<http://orcid.org/0000-0001-5548-4995>

RESUMO: Os insetos aquáticos são relacionados com os tipos de substratos presentes nos corpos d'água, visto que estes são responsáveis por fornecer condições específicas de habitat, podendo afetar a distribuição e abundância desses organismos. Dessa forma, é importante aprofundar o conhecimento sobre os substratos e a fauna de macroinvertebrados aquáticos, que atuam como ferramenta de avaliação das condições ambientais dos ecossistemas. O estudo foi realizado em um igarapé de segunda ordem, no módulo RAPELD 2, Ilha Grande, a cerca de 15 km do centro urbano do município de Altamira - PA, utilizando a comunidade de

insetos aquáticos com objetivo de avaliar a preferência dos organismos por substratos de natureza orgânica ou inorgânica. As coletas foram compostas por três amostragens em cada um dos substratos: folhiço (orgânico) e areia (inorgânico), em três transectos do igarapé em novembro/2016. Foram coletados 456 indivíduos, nove ordens, nove famílias e quatro gêneros de insetos aquáticos, sendo Diptera a ordem mais abundante ($n=189$). O substrato orgânico apresentou uma maior abundância ($t=10,455$, $gl=14$, $p<0,05$) e riqueza ($t=4,88$; $gl=16$; $p<0,05$) de insetos aquáticos. Estes resultados demonstram a importância da conservação da mata ciliar, que fornece material orgânico e possibilita uma maior heterogeneidade de habitat dentro do igarapé, criando condições, oferecendo recursos, abrigo e fonte de alimento para a fauna local, e preservando os serviços ecossistêmicos providos por estes organismos.

PALAVRAS-CHAVE: Insetos aquáticos; substrato; riqueza; abundância.

COMPOSITION OF AQUATIC INSECTS ON DIFFERENT TYPES OF SUBSTRATES IN A SECOND-ORDER STREAM

ABSTRACT: Aquatic insects have a restricted relationship with the types of substrates present in water bodies, since these are responsible for providing specific habitat conditions, affecting the distribution and abundance of this organisms. Thus, it is important to know how the relationship between substrates and the aquatic macroinvertebrate fauna works as a tool for assessing the environmental conditions of ecosystems. The study was carried out in a second-order stream, in the module RAPELD 2, Ilha Grande, about 15 km from the urban center of the municipality of Altamira - PA, using the community of aquatic insects in order to assess the preference of organisms for substrates of organic or inorganic. The collections consisted of three samples of each of the substrates: litter (organic) and sand (inorganic), in three transects of the stream in november/2016. A total of 456 individuals, nine orders, nine families and four genera of aquatic insects were collected, Diptera being the most abundant order ($n=189$). The organic substrate showed a greater abundance ($t=10,455$, $gl=14$, $p<0,05$) e richness ($t=4,88$; $gl=16$; $p<0,05$) of taxa. These results demonstrate the importance of conserving the riparian forest, which provides organic material and enables greater habitat heterogeneity within the stream, creating conditions, offering resources, shelter and food source for the local fauna, and preserving the ecosystem services provided by these organisms.

KEYWORDS: Aquatic insects; substrate; Richness; Abundance.

1 | INTRODUÇÃO

Igarapé é um nome regional amazônico dado para riachos e tem como principais características o seu curso d'água unidirecional, com pequena profundidade, baixo volume de água e a ordem mais baixa que os rios (FIDELIS *et al.*, 2008; RAI0 *et al.*, 2011). Nesses sistemas aquáticos, a matéria orgânica (folhiço) proveniente da mata ciliar, constitui a principal fonte de energia para as comunidades aquáticas (VALLE *et al.*, 2013). Dentre essas comunidades a entomofauna se destaca como maior grupo de invertebrados em termos de diversidade e abundância (HYNES, 1970; SILVEIRA *et al.*, 2004), possuindo um papel fundamental na transformação da matéria, fluxo de energia e ciclagem de nutrientes,

uma vez que essa comunidade é representada por organismos que apresentam diversos hábitos alimentares, desde fragmentadores de matéria orgânica a predadores, servindo também de alimento a vertebrados e invertebrados aquáticos (COLLAZZO *et al.*, 2015).

A colonização de micro-habitat por insetos aquáticos depende em geral de sua morfologia, fisiologia e comportamento, podendo ser especialistas ou generalistas quanto a sua distribuição (NESSIMIAN; CARVALHO, 1998). Considerando que a grande maioria é bentônica (THORP; COVICH, 2009), o substrato constitui um importante recurso para essas comunidades, servindo como matéria prima para construção de casas portáteis, utilizando areia e cascalho fino, enquanto outras famílias utilizam folhiço (PES *et al.*, 2005), e até a disponibilidade de alimento em substratos orgânicos e inorgânicos (KIKUCHI; UIEDA, 2005).

Estudos dedicados a avaliar a distribuição de insetos aquáticos em substratos têm mostrado que os orgânicos como o folhiço, apresentam maior diversidade e maior abundância, devido a uma maior disponibilidade de nichos, enquanto que os inorgânicos, como a areia, apresentam menor riqueza e abundância quando comparado ao folhiço (DIAS-SILVA, 2013; FRANCISCHETTI *et al.*, 2004; FIDELIS *et al.*, 2008), dessa forma, a natureza do substrato é considerada um dos principais fatores que afetam a distribuição e abundância dessa comunidade (WISE; MOLLES, 1979). Diante do exposto, nosso objetivo foi avaliar a composição, riqueza e abundância de insetos aquáticos e a relação com os substratos de natureza orgânica ou inorgânica, em um igarapé de segunda ordem, afluente do rio Xingu, município de Altamira.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área

O igarapé do RAPELD módulo 2 (Figura 1), está situado na localidade conhecida como Ilha Grande, na margem esquerda do médio rio Xingu, no município de Altamira, Oeste do Pará. Tem a possibilidade de acesso a área por meio terrestre com 15 km de distância da área urbana e 13 km de distância por meio fluvial. O módulo 2 possui uma área de 76 hectares (ha) de uso antrópico como o pasto, 365 (ha) de floresta ombrófila e 25 (ha) de corpos d'água que sofrem influência fluvial e/ou lacustre.

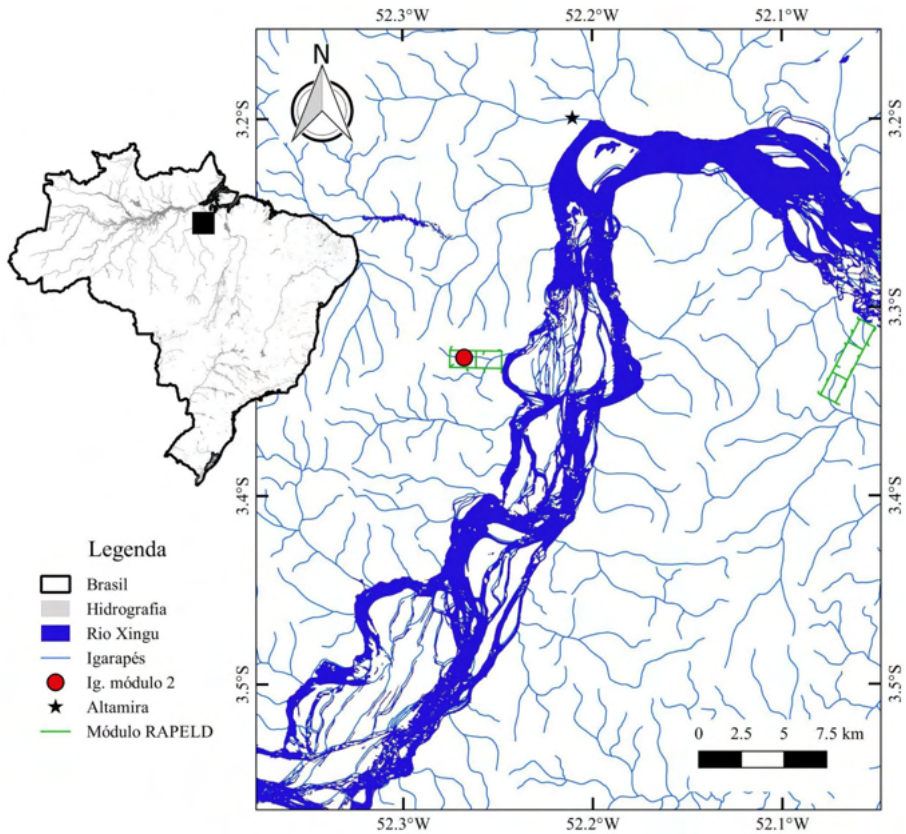


Figura 1. Localização do Igarapé do RAPELD 2 na ilha grande, nas proximidades da cidade de Altamira.

Igarapé de 2^a ordem apresenta cobertura predominante de mata contínua, constituído principalmente de pedras e areia com bolsões de folhas e material lenhoso provenientes da floresta. Alguns troncos caídos interceptam o igarapé, atuando como mecanismos de retenção, aumentando a variabilidade da correnteza no hábitat e favorecendo a ocorrência de pequenas áreas de depósito. O igarapé apresentou largura entre 0,93 e 5 m e a profundidade média variou 1,30 cm e 23 cm, nos trechos analisados.

2.2 Coleta de dados

As coletas foram realizadas em novembro de 2016. Neste igarapé foram previamente selecionados três transectos amostrais de 50 m cada, respeitando uma distância mínima de 100 m entre eles (Figura 2).

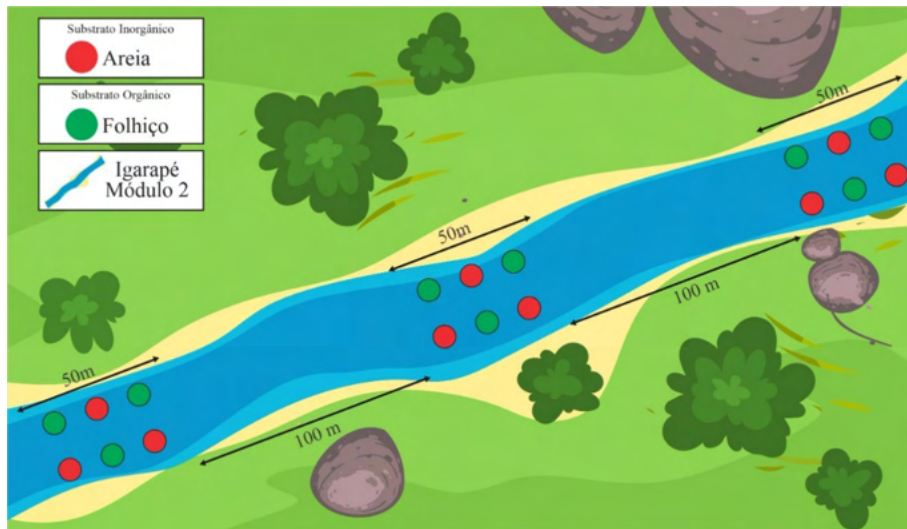


Figura 2. Transectos e substratos amostrados no igarapé RAPELD 2.

Em cada transecto foram coletadas três subamostras em cada um dos seguintes substratos: Areia (Substratos Inorgânicos) e Folhiço (Substrato Orgânico). A amostragem foi realizada com coador manual (Figura 3), realizando uma varredura no substrato contra a correnteza, totalizando 18 subamostras em um transecto de 150 m.



Figura 3. Coleta de areia e folhiço, com um rapiché (rede entomológica aquática) manual.

O material coletado foi depositado em sacos plásticos e encaminhado ao Campus da UFPA, Altamira, onde o material entomológico foi triado em bandejas (Figura 4), e os insetos foram fixados em álcool etílico a 85%.



Figura 4. Triagem de material entomológico do substrato folhoso e areia.

No laboratório, as amostras foram analisadas em estereomicroscópio lupa binocular e o material foi identificado quando possível até o menor nível taxonômico, a partir da chave de identificação de Hamada *et al.* (2014). O material foi depositado no Laboratório de Ecologia – LABECO do Campus Universitário de Altamira, da Universidade Federal do Pará- UFPA.



Figura 5. Identificação das ordens e famílias de insetos aquáticos.

2.3 Análise de dados

Para testar a diferença da média da riqueza e da abundância de insetos aquáticos entre os substratos: folhço e areia, utilizamos um Test T para amostras independentes, onde a variável dependente é quantitativa (riqueza e abundância) e variável independente é categórica com dois níveis (Substrato: Orgânico e Inorgânico). Os pressupostos de distribuição normal e homogeneidade de variância foram avaliados.

Para visualizar a composição de insetos aquáticos nos substratos, realizamos uma Análise de Componentes Principais (PCA) (LEGENDRE; LEGENDRE, 2012), com a transformação de Hellinger. Essa transformação é utilizada para retirar o efeito do arco em dados biológicos (LEGENDRE; LEGENDRE, 2001). E para testar a diferença na composição entre os substratos realizamos uma análise multivariada PERMANOVA (*Permutational Multivariate Analysis of Variance*) (ANDERSON, 2001), utilizando o método de permutações (999), no programa R, pacote *Vegan*, função *Adonis*, baseada na matriz de similaridade de *Bray-Curtis*.

3 | RESULTADOS

Foram coletados 456 indivíduos, distribuídos em 9 ordens, 9 famílias e 4 gêneros, com 95% dos organismos sendo encontrados no folhço (substrato orgânico) e 5% na areia (substrato inorgânico) (Tabela 1).

Ordem	Família	Gênero	Folhço	Areia
Blattodea	-	-	4	0
Coleoptera	-	-	29	2
Coleoptera	-	-	10	0
Coleoptera	Districidae	-	1	0
Coleoptera	Elmidae	-	79	2
Coleoptera	Noteridae	-	3	0
Diptera	-	-	21	6
Diptera	Chironomidae	-	55	0
Diptera	Simuliidae	-	103	4
Ephemeroptera	-	-	16	2
Hemiptera: Heteroptera	Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	1	2
Megaloptera	-	-	2	0
Odonata	-	-	2	0
Odonata: Anisoptera	-	-	1	2
Odonata: Zygoptera	Polythoridae	<i>Chalcopteryx</i>	5	0
Plecoptera	-	-	5	2
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	57	0

Trichoptera	-	-	27	0
Trichoptera	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	11	2
Total			432	24

Tabela 1: Ordens, famílias e gêneros de insetos aquáticos amostrados nos substratos de folhço e areia no igarapé RAPELD 2 no ano de 2016.

A ordem mais abundante foi Diptera, com 189 indivíduos, representando 41% da abundância total, seguido de Coleoptera com 126 indivíduos, caracterizando 28% dos indivíduos amostrados. Das famílias a mais abundante foi Simuliidae com 107 indivíduos, seguida de Elmidae com 81 indivíduos e Chironomidae com 55 indivíduos. O gênero mais abundante foi *Anacroneuria* com 57 indivíduos, encontrado somente em folhço.

Tanto a riqueza quanto a abundância apresentaram diferença entre o substrato orgânico (folhço) e substrato inorgânico (areia) ($t=4,88$; $gl= 16$; $p<0,05$); ($t=10,455$, $gl=14$, $p<0,05$), respectivamente. Sendo encontrados em média, 45 indivíduos a mais no folhço e seis táxons a mais no folhço. Quando testada a diferença de composição entre os substratos através da PERMANOVA, essa também foi significativa ($r= 0,206$; $p= 0,001$) de acordo com os dados obtidos através de uma PCA de composição (Figura 6).

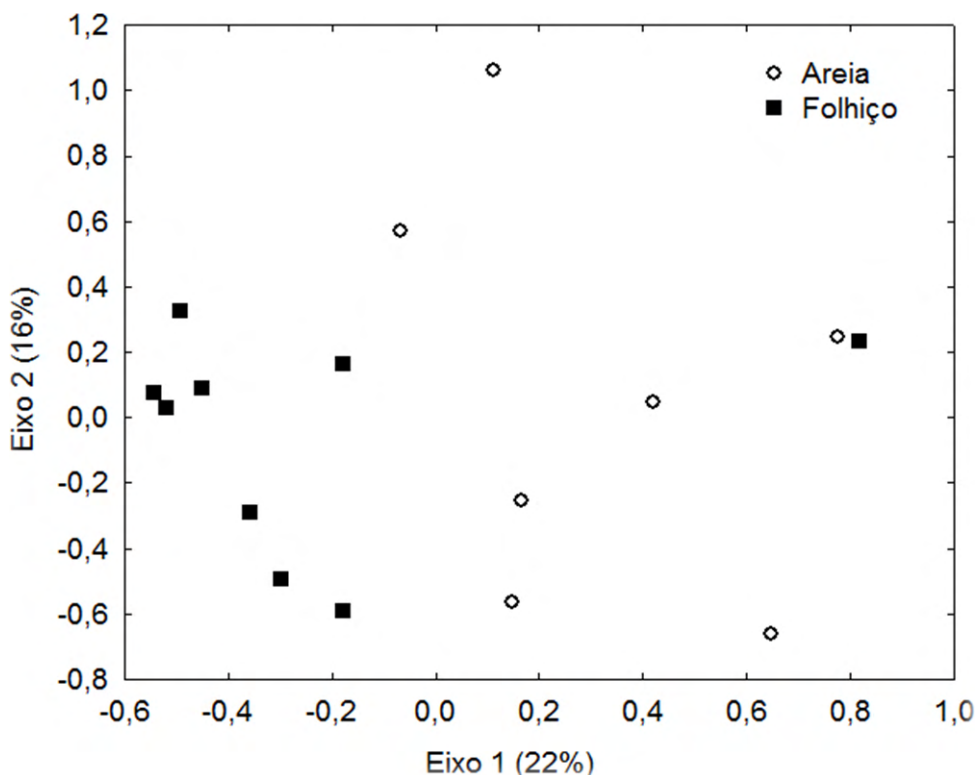


Figura 6. PCA de composição da comunidade de insetos aquáticos coletados no igarapé RAPELD 2 no ano de 2016.

4 | DISCUSSÃO

A dominância de táxons das ordens Diptera, Coleoptera e Plecoptera em substratos orgânicos, pode ser explicada pelo hábito de vida e comportamental desses organismos. Imaturos da família Simuliidae (Diptera), vivem geralmente associados ao substrato orgânico suspenso na água, oriundo de folhas e raízes da vegetação ripária, para se alimentarem e criarem casulos para sua próxima fase de vida (pupa) (MOREIRA; SATO, 1996; CURRIE; ADLER, 2007; HAMADA *et al.*, 2014). Elmidae (Coleoptera), apresentam características morfológicas que os permitem viverem aderidos ao substrato em ambientes lóticos (HAMADA *et al.*, 2014). Plecoptera é uma ordem abundante em locais com presença de vegetação e corredeiras (FROEHLICH, 2012).

O uso dos habitats pelos táxons depende do grau de compatibilidade de suas características com as características do ambiente (ALLAN; CASTILLO, 2007). Neste trabalho, os maiores valores de riqueza taxonômica foram observados em substratos orgânicos em contraposição com o substrato de areia. Resultados semelhantes foram encontrados em outros trabalhos avaliando o uso de substrato por insetos aquáticos (BAPTISTA *et al.*, 2001; FIDELIS *et al.*, 2008, DIAS-SILVA *et al.*, 2013; KIKUCHI; UIEDA, 2005). De acordo com esses autores a maior riqueza em substratos orgânicos pode ser explicada pela elevada gama de recursos que estes oferecem, fornecendo desde abrigo, maior disponibilidade de alimento e até local de oviposição para muitas espécies, propiciando assim uma maior disponibilidade de nichos e conseqüentemente maior coexistência de espécies. A areia por ser um substrato simples, possui uma alta instabilidade e baixa oferta de alimento, geralmente apresenta riqueza e abundância, inferior quando comparado ao folhíço (BAPTISTA *et al.*, 2001).

Dentro de um sistema aquático cada tipo de substrato é considerado como manchas de habitat que se diferem quanto a sua natureza e aparência (WINEMILLER *et al.*, 2010). De acordo com o modelo *Path Dynamics* de Wu e Loucks (1995), a variabilidade das manchas promovem uma heterogeneidade de habitat responsável por manter uma elevada diversidade de organismos. Dessa forma, alterações na natureza ou a homogeneização dos substratos podem modificar frequentemente a composição da comunidade de insetos promovendo a perda de habitats para espécies mais seletivas que possuem características compatíveis apenas a substratos específicos.

No presente estudo os dados de riqueza e abundância foram maiores substratos orgânicos, o que reforça a importância da heterogeneidade espacial na integridade das comunidades aquáticas e traz um alerta para possíveis processos de homogeneização como, por exemplo, o assoreamento do igarapé.

Chironomidae (Diptera), encontrado neste trabalho exclusivamente em substrato orgânico (Folhíço), contraria os autores Salles e Ferreira-Junior (2014), que os considera insetos fossadores, que habitam substratos arenosos ou argilosos, pois possuem

adaptações para cavar o substrato, como pernas fossoriais para manter túneis no substrato. Enquanto na Amazônia central um trabalho o descreve como pouco seletivo em relação ao substrato (FIDELIS *et al.*, 2008). Estas incongruências de variações de hábitos, mostram a necessidade de análises a nível de espécies.

O gênero *Anacroneuria* (Plecoptera), mais abundante, é classificado como reptante, característico de substratos orgânicos, como o folhiço de fundo em áreas de deposição ou moderada correnteza (SALLES; FERREIRA-JUNIOR, 2014), características frequentes no igarapé analisado.

5 | CONCLUSÃO

Substratos orgânicos são capazes de suportar maior abundância, riqueza e composição diferenciada de insetos aquáticos, quando comparados aos substratos inorgânicos (areia), evidenciando a importância da mata ciliar, responsável pela matéria orgânica disponível no igarapé e que constitui o principal recurso alimentar para as comunidades aquáticas. Além, da perda de recursos, a retirada da vegetação também pode implicar no assoreamento do igarapé, uma vez que a vegetação funciona como uma barreira de proteção na entrada de sedimentos e ocorrência de enxurradas nos igarapés. Dessa forma o assoreamento implicaria na perda de habitats e conseqüentemente na perda de espécies adaptadas exclusivamente aos substratos orgânicos, o que poderia causar perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos providos pelos insetos aquáticos.

AGRADECIMENTOS

Todos os autores agradecem ao PROAP-Capes (processo 001) destinado ao PPGBC-UFPA em 2016 pelo financiamento das coletas de campo.

REFERÊNCIAS

Allan, J.D.; Castillo, M.M. *Stream ecology: structure and function of running waters*, 2nd ed., XIV, 436p, 2007.

Anderson, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral ecology**, v. 26, n. 1, p. 32-46, 2001.

Baptista, D. F.; Buss, D.F.; Dorville, L.F.M.; Nessimian, J.L. Diversity and Habitat Preference of Aquatic Insects Along the Longitudinal Gradient of the Macaé river Basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 61, n. 2, p. 249-258, 2001.

Collazzo, M.; Anjos, T.P.; Bertaso, T.; Spies, M.R. Composição e diversidade de insetos aquáticos da bacia do Rio Camaquã, Bioma Pampa. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2, 2015.

Currie, D.C.; Adler, P.H. Global diversity of black flies (Diptera:Simuliidae) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, n. 1, p. 469-475, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-007-9114-1>.

- Dias-Silva, K.; Cabette, H.S.R.; Giehl, N.F.S.; Juen, L. Distribuição de Heteroptera Aquáticos (Insecta) em Diferentes Tipos de Substratos de Córregos do Cerrado Matogrossense. **Entomo Brasilis**, v.6, n. 2, p.132-140, 2013.
- Fidelis, L.; Nessimian, J. L.; Hamada, N. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.38, n. 1, p. 127-134, 2008.
- Francischetti, C. N.; Silva, E. R.; Salles, F.F.; Nessimian J. L. Efemeropterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itaitiaia, RJ: composição e mesodistribuição. **Lundiana: International Journal of Biodiversity**, v. 5, n. 1, p. 33-39, 2004.
- Froehlich, C. G. 2012. Plecoptera. In: Rafael, J. A.; Melo, G. A .R.; Carvalho, C. J. B.; Casari, S. A. & Constantino, R. eds. Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto, Holos, p. 257-261.
- Hamada, N.; Nessimian, J.L.; Querino, R.B. **Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Editora: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 2014.
- Hynes, H. B. N. **The ecology of running waters**. vol. 555. Liverpool: Liverpool University Press, 1970.
- Kikuchi, R.M.; Uieda, V.S. Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no Município de Itatinga, São Paulo, Brasil, **Entomologia y Vectores**, v. 12, n.1, 2005.
- Legendre, P.; Gallagher, E.D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**, v. 129, p. 271–280, 2001. <https://doi.org/10.1007/s004420100716>
- Legendre, P.; Legendre, L. F. **Numerical ecology**. Elsevier, 2012.
- Moreira, G.R.P.; Sato, G. Blackfly oviposition on riparian vegetation of waterfalls in an Atlantic rain forest stream. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 25, p. 557-562, 1996.
- Nessimian J.L.; Carvalho A.L. **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Ed: Oecologia Brasiliensis, PPGEUFRJ, Rio de Janeiro, 1998.
- Pes, A.M.O., Hamada, N., Nessimian, J.L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 2, p. 181-204, 2005.
- Raio, C.B.; Espinoza, A.A.; Bennemann, S.T. Diversidade e similaridade entre populações de insetos aquáticos em riachos de primeira e segunda ordem, sul do Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 32, n. 1, p. 69-76, 2011.
- Salles, F.F.; Ferreira-Junior, N. Hábitats e hábitos. In: Hamada, N.; Nessimian, J.L.; Querino, R.B. **Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Editora: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.40-49, 2014.
- Silveira, M. P.; Queiroz, J. F.; Boeira, R. C. Protocolo de coleta e preparação de amostras de macroinvertebrados bentônicos em riachos. Embrapa Meio Ambiente. Comunicado Técnico, 2004.
- Thorp, J.H.; Covich, A.P. **Ecology and classification of North American freshwater invertebrates**. Academic press, 2009.
- Valle, I. C.; Buss, D. F.; Baptista, D. F. The influence of connectivity in forest patches, and riparian vegetation width on stream macroinvertebrate fauna. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, p. 231-238, 2013.

Winemiller, K.O.; Flecker, A.S.; Hoeninghaus, D.J. Patch dynamics and environmental heterogeneity in lotic ecosystems. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 29, n. 1, p. 84-99, 2010.

Wise, D.H.; Molles, M.C. Colonization of artificial substrates by stream insects: influence of substrate size and diversity. **Hydrobiologia**, v. 65, p. 69-74, 1979.

Wu, J.; Loucks, O.L. From balance of nature to hierarchical patch dynamics: a paradigm shift in ecology. **The Quarterly review of Biology**, v. 70, n. 4, p. 439-466, 1995.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JOSÉ MAX BARBOSA OLIVEIRA-JUNIOR - Possui pós-doutorado pela Universidade do Algarve (UAlg). Doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental, Direito Ambiental, Licenciamento Ambiental e Engenharia Ambiental e Indicadores de Qualidade. Licenciado em Ciências Biológicas pela UniAraguaia. É professor Adjunto III da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), lotado no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA). Orientador nos programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ-UFOPA); Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND-UFOPA); Biodiversidade (PPGBEES-UFOPA) e Ecologia (PPGECO-UFPA). Membro do corpo editorial dos periódicos *Entomology (MDPI)*, *Journal of Biology and Life Science (Macrothink Institute)*, Enciclopédia Biosfera e Oecologia Austrais (Brasil). Revisor de diversos periódicos nacionais e internacionais. Tem experiência em entomologia, insetos aquáticos, Odonata (libélulas), bioindicadores, ecologia e conservação de água doce, biomonitoramento, integridade ambiental, avaliação de impacto ambiental, efeitos antropogênicos, padrões de distribuição de espécies, ciência cidadã.

KARINA DIAS SILVA - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestrado em Ciências Ambientais ênfase em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e Doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás (UFG). É professora da Universidade Federal do Pará (UFPA), *campus* de Altamira. Tem experiência na área de Zoologia e Ecologia de riachos, com ênfase em ecologia de Heteroptera aquáticos e semiaquáticos. Tem interesse em assuntos relacionados ao efeito dos diferentes tipos de uso de solo sobre a integridade de ecossistemas aquáticos, utilização de diferentes índices de integridade e índices de vegetação para avaliação da integridade ambiental de riachos e sua relação com a fauna aquática e aspectos sociais e econômicos do modelo de desenvolvimento agrícola nas diferentes regiões do Brasil.

LENIZE BATISTA CALVÃO - Possui Pós-doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) e atualmente é pós-doutoranda na Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutora em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Possui experiência com avaliação de impactos antropogênicos em sistemas hídricos, utilizando a ordem Odonata (Insecta) como grupo biológico resposta. Atualmente desenvolve estudos avaliando a integridade de sistemas hídricos de pequeno porte na região amazônica, também utilizando a ordem Odonata como grupo resposta, com o intuito de buscar diretrizes eficazes para a conservação dos ambientes aquáticos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abundância 2, 3, 4, 5, 24, 25, 28, 31, 33, 53, 73, 74, 75, 79, 80, 81, 82

Amazônia 4, 1, 5, 9, 34, 82, 83

Anfíbios 22, 23, 24, 28, 31, 34, 36

Áreas rurais 10

Áreas urbanas 1, 7, 10, 19

B

Biodiversidade 3, 7, 15, 17, 22, 24, 33, 34, 36, 51, 55, 68, 73, 82, 85

Bioindicadores 85

Biomarcadores 51, 59, 61

Borboletas 51, 52, 56, 62, 63, 66, 67

C

Carollia perspicillata 1, 2, 10, 11

Ciclagem de nutrientes 74

Clupeidae 37, 38, 39, 40, 41, 43, 49

Composição 2, 3, 4, 5, 24, 37, 39, 41, 48, 55, 73, 75, 79, 80, 81, 82, 83

Comunidades 4, 22, 23, 24, 33, 74, 75, 81, 82, 85

Conservação 2, 3, 7, 13, 15, 17, 20, 22, 24, 36, 74, 85

D

Dispersão de sementes 2, 3, 9, 17

Distribuição 4, 22, 24, 28, 33, 50, 59, 63, 73, 75, 79, 83, 85

Diversidade 2, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 27, 33, 35, 74, 75, 81, 82, 83

E

Ecologia 20, 22, 24, 37, 39, 51, 68, 78, 83, 85

Ectotérmicos 23, 54

Educação ambiental 16, 20

Engraulidae 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 49, 50

Ensino de biologia 4, 15

Espécies 2, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 52, 53, 55, 62, 63, 81, 82, 85

Estresse oxidativo 51, 52, 54, 66

F

Fatores bióticos 2, 24

Fluxo de energia 74

Funcionamento dos ecossistemas 4, 5

H

Habitat 3, 4, 10, 11, 12, 13, 23, 34, 35, 63, 66, 73, 74, 75, 81, 82

Heliconius ethilla narcaea 2, 5, 51, 52, 56

Herpetofauna 2, 4, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36

I

Igarapé 3, 5, 73, 74, 75, 76, 77, 80, 81, 82

Insetos 2, 3, 5, 1, 2, 4, 17, 19, 53, 54, 63, 65, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85

Insetos aquáticos 3, 5, 73, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85

L

Lagartas 2, 5, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68

M

Macroinvertebrados aquáticos 73

Mamíferos 2, 3, 15, 16, 17, 19, 20, 67

Massa corporal 51, 59, 61, 63, 65

Mata atlântica 24, 55

Matéria orgânica 74, 75, 82

Metabolismo intermediário 2, 5, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 59, 62, 63

Morcegos 2, 4, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

N

Nordeste 37, 48

P

Pesca artesanal 4, 37

Phyllostomidae 1, 2, 4, 7, 11, 13

Polinização 2, 17, 19

Q

Quiropteroecoria 2

Quirópteros 1, 7, 9, 10, 13, 16, 20, 21

R

Raiva animal 16

Remanescentes florestais 4, 1

Répteis 22, 23, 24, 28, 31, 34, 35, 36

Rio xingu 3, 75

S

Sardinha 2, 4, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 46, 48, 50

Substratos 3, 5, 73, 74, 75, 77, 79, 80, 81, 82, 83

T

Tamanho populacional 52

V

Variação de temperatura 51, 52, 63, 64

Variação espacial 2, 25

Vegetação 2, 3, 10, 22, 25, 26, 28, 31, 81, 82, 85

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



ZOOLOGIA:

Organismos e suas contribuições
ao ecossistema

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



ZOOLOGIA:

Organismos e suas contribuições
ao ecossistema