

**Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)**

Desafios Teóricos e Aplicados da Ecologia Contemporânea 2

Atena
Editora
Ano 2020



**Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)**

Desafios Teóricos e Aplicados da Ecologia Contemporânea 2

Atena
Editora
Ano 2020



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr^ª Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D441 Desafios teóricos e aplicados da ecologia contemporânea 2
/ Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-549-5
DOI 10.22533/at.ed.495201311

1. Ecologia contemporânea. 2. Desafios. I. Silva, Maria
Elanny Damasceno (Organizadora). II. Título.

CDD 577

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.

APRESENTAÇÃO

O livro “*Desafios Teóricos e Aplicados da Ecologia Contemporânea 2*” contendo 9 capítulos, tece os estudos mais recentes envolvendo os desafios abordados na teoria e prática da Ecologia.

A seguir, tem-se a percepção de indivíduos acerca dos impactos causados pela alimentação humana e a possível reparação ao plantar árvores. A produção de mudas nativas é acompanhada para facilitar o monitoramento dos impactos e recomposição da área. A exposição de eventos científicos do Instituto de Botânica de São Paulo é catalogada e tem como base o resgate da biodiversidade.

O bioma Cerrado é destaque em pesquisas científicas diversas, como averiguação da eficiência e aplicação dos métodos de coleta de insetos, e a avaliação do *habitat* de cupinzeiros em cerrados preservados e em regeneração. As árvores também são analisadas no aspecto plasticidade fenotípica em uma fazenda. A fauna de *Bethylidae* presente em cafezais é tema de estudos em diferentes sistemas de cultivo.

A observação dos hábitos de morcegos neotropicais investiga o estado antioxidante dos seus órgãos. Por fim, a pesca do tucunaré-azul é evidenciada por sua capacidade econômica e portanto, são necessárias políticas públicas que reduzam os impactos negativos da exploração.

Aprecie os resultados!

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COMER, CAUSAR DANO AMBIENTAL E PLANTAR ÁRVORES. UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA

Paulo Sergio de Sena
Rafael Luiz Ozório Barbosa
Wandeson dos Passos da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4952013111

CAPÍTULO 2..... 11

A PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS NO ESTADO DE SÃO PAULO E A CRISE AMBIENTAL

Luiz Mauro Barbosa
Cilmara Augusto
Caroline Vivian Gruber
Elenice Eliana Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.4952013112

CAPÍTULO 3..... 13

EVENTOS CIENTÍFICOS DO INSTITUTO DE BOTÂNICA, NORTEANDO A RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DE SÃO PAULO

Luiz Mauro Barbosa
Lilian Maria Asperti
Cilmara Augusto
Elenice Eliana Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.4952013113

CAPÍTULO 4..... 24

MÉTODOS DE COLETA PARA INSETOS NO BIOMA CERRADO

Igor Araújo
Nayara Cardoso Barros
Carla Heloísa Luz de Oliveira
Suyane Vitoria Marques dos Santos
Ludimila Almeida

DOI 10.22533/at.ed.4952013114

CAPÍTULO 5..... 32

FREQUÊNCIA DE CUPINZEIROS EM ÁREAS DE CERRADO COM DIFERENTES NÍVEIS DE CONSERVAÇÃO

Igor Araújo
Josiene Naves Carrijo
Sueide Vilela Ferreira
Bruno Araújo de Souza
Nayara Cardoso Barros
Carla Heloísa Luz de Oliveira
Suyane Vitoria Marques dos Santos
Ludimila Almeida

DOI 10.22533/at.ed.4952013115

CAPÍTULO 6.....	40
PLASTICIDADE FENOTÍPICA DE ÁRVORES EM ÁREAS DE CERRADO COM DIFERENTES HISTÓRICOS DE CONSERVAÇÃO	
Igor Araújo	
Izabel Amorim	
Camila Silva Borges	
Ana Lyz Machado Parreira	
Bruno Araújo de Souza	
Nayara Cardoso Barros	
Carla Heloísa Luz de Oliveira	
Suyane Vitoria Marques dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4952013116	
CAPÍTULO 7.....	46
FAUNA DE BETHYLIDAE (CHRYSIDOIDEA) EM CAFEZAIS COM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EM BARRA DO CHOÇA, BA	
Jennifer Guimarães-Silva	
Ana Luiza de Jesus Gusmão	
Rita de Cássia Antunes Lima de Paula	
Raquel Pérez-Maluf	
DOI 10.22533/at.ed.4952013117	
CAPÍTULO 8.....	57
HÁBITO ALIMENTAR E ESTADO ANTIOXIDANTE: DESAFIOS ENFRENTADOS POR TRÊS ESPÉCIES DE MORCEGOS NEOTROPICAIS	
Renata Maria Pereira de Freitas	
Jerusa Maria de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.4952013118	
CAPÍTULO 9.....	74
A OCORRÊNCIA E PESCA DO TUCUNARÉ AZUL NO PANTANAL SUL- MATO-GOSSENSE	
Renner Fernando da Silva Córdova Junior	
DOI 10.22533/at.ed.4952013119	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	85
ÍNDICE REMISSIVO.....	86

HÁBITO ALIMENTAR E ESTADO ANTIOXIDANTE: DESAFIOS ENFRENTADOS POR TRÊS ESPÉCIES DE MORCEGOS NEOTROPICAIS

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 19/08/2020

Renata Maria Pereira de Freitas

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Biologia Animal
Viçosa – MG

<http://lattes.cnpq.br/0459845816621177>

<https://orcid.org/0000-0001-8503-5111>

Jerusa Maria de Oliveira

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de
Ciências Biológicas e da Saúde, Diversidade
Biológica e Conservação dos Trópicos.

Maceió – AL

<http://lattes.cnpq.br/4598394373764781>

<https://orcid.org/0000-0002-5337-0641>

RESUMO: Os morcegos representam a ordem mais diversa de hábitos alimentares entre os mamíferos e essa variedade de dieta pode influenciar a capacidade antioxidante de diferentes órgãos. Enquanto a frugivoria fornece a ingestão de antioxidantes naturais, como carotenoides e vitaminas, que suportam a defesa antioxidante não enzimática em vários órgãos, uma refeição de sangue, enfrentada por morcegos hematófagos, é rica em proteínas e ferro, que pode induzir a geração de espécies reativas de oxigênio (EROs). O néctar é outro item alimentar compartilhado por algumas espécies de morcegos neotropicais, excepcionalmente rico em carboidratos, que também representa um potencial para gerar EROs por meio da auto-

oxidação da glicose. Objetivou-se investigar diferenças na capacidade antioxidante de órgãos (fígado, músculos, coração e rim) do morcego frugívoro *Sturnira liliium* (N=8), do morcego vampiro *Desmodus rotundus* (N=11) e do morcego nectarívoro *Anoura caudifer* (N=6). A atividade enzimática das enzimas superóxido dismutase (SOD) e da catalase (CAT) foram maiores no fígado do morcego vampiro e nos músculos do morcego que se alimenta de néctar. SOD também foi maior no fígado de morcegos vampiros em comparação com as outras espécies. A atividade da glutathione S-transferase (GST) foi maior no fígado e músculo do morcego nectarívoro e nos rins do vampiro em relação ao frugívoro. O coração e o fígado do morcego vampiro mostrou maior peroxidação lipídica, em relação ao morcego frugívoro. De maneira geral, mesmo enfrentando alto consumo de oxigênio e desafios dietéticos, os morcegos estão fisiologicamente adaptados e possuem mecanismos antioxidantes, que pode ser uma das razões para alta longevidade comparada a mamíferos de mesmo porte. Portanto, nossos resultados demonstram que a capacidade antioxidante de diferentes órgãos difere de acordo com o hábito alimentar da espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse oxidativo, frugívoros, hábito alimentar, hematófagos, nectarívoros.

FOOD HABIT AND ANTIOXIDANT STATUS: CHALLENGES FACED BY THREE SPECIES OF NEOTROPICAL BATS

ABSTRACT: Bats represent the most diverse order of eating habits among mammals, and this variety of diets can influence the antioxidant capacity of different organs. While frugivory supplies the intake of natural antioxidants, such as carotenoids and vitamins, which support non-enzymatic antioxidant defense in several organs, a blood meal, faced by vampire bats, is rich in proteins and iron, which can induce the generation of species reactive oxygen (ROS). Nectar is another food item shared by a few Neotropical bat. Exceptionally rich in carbohydrates, it also represents a potential to generate ROS through glucose auto-oxidation. Our aim was to investigate differences in the antioxidant capacity of organs (liver, muscles, heart and kidney) of the fruit-eating bat *Sturnira liliium* (N = 8), the vampire bat *Desmodus rotundus* (N = 11) and the nectar-feeding bat *Anoura caudifer* (N = 6). The enzymatic activity of the superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) enzymes were higher in the liver of vampire bats and in the muscles of nectar-feeding bats. SOD was also higher in the liver of vampire bats compared to other species. The activity of glutathione S-transferase (GST) was high in the liver and muscle of nectar-feeding bat and in the vampire kidneys in relation to fruit-eating bats. The heart and liver of the vampire bat showed higher lipid peroxidation, compared to the fruit-eating bat. In general, even facing high oxygen consumption and dietary challenges, bats are physiologically adapted and have mechanisms antioxidant, which may be one of the reasons for high longevity compared to mammals of the same size. Therefore, our results demonstrate that the antioxidant capacity of different organs differs according to the species' eating habits.

KEYWORDS: Oxidative stress, frugivorous, eating habits, hematophagous, nectarivorous.

1 | INTRODUÇÃO

O metabolismo do oxigênio é responsável pela geração de espécies reativas de oxigênio (EROs). Estas, quando não controladas, induzem oxidação de lipídeos, DNA e proteínas, podendo levar ao estresse oxidativo e, conseqüentemente, à morte celular (GALARIS; BARBOUTI; PANTOPOULOS, 2019). O estresse oxidativo é caracterizado pelo desbalanço entre espécies reativas e as defesas antioxidantes, na qual há uma geração excessiva ou uma lenta remoção das espécies reativas (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007). Tal processo pode resultar na oxidação de biomoléculas e conseqüente perda de suas funções biológicas, além de desequilíbrio homeostático, comprometendo a saúde do organismo (BEAULIEU; COSTANTINI, 2014). Organismos saudáveis contam com sistemas eficazes para proteger as células de ambientes oxidantes e evitar o estresse oxidativo (DROGE, 2002; HALLIWELL, WHITEMAN, 2004).

O equilíbrio redox das células atua em duas linhas: a primeira consiste na desintoxicação do pró-oxidante antes que ele cause uma lesão, constituída pelas enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reduzida (GSH) e pela vitamina E. A segunda linha de defesa é constituída pela vitamina C (ácido ascórbico), pela glutathione

redutase (GR), glutationa S-transferase (GST), glutationa peroxidase (GPx), entre outros (BARBOSA et al., 2010).

Dentre outros fatores, a dieta é um importante modulador da capacidade antioxidante e essa influência pode trazer consequências positivas ou negativas em termos de geração de EROs e defesa antioxidante (MAYNE, 2003). Estudos demonstram que dietas com altos teores de proteína e glicose, por exemplo, são potenciais causadoras de estresse oxidativo (FERNANDEZ et al., 2007; PEDRUZZI et al., 2015; ROCHA et al., 2006). Por outro lado, dietas ricas em flavonoides, vitaminas e minerais possuem grande aporte antioxidante, o que poderia ajudar o sistema de defesa não-enzimático na atenuação de danos oxidativos (BARBOSA et al., 2010; PERANDIN et al., 2015). Por isso, é interessante comparar o estado antioxidante de animais com dietas variadas, em condições naturais, sendo os morcegos importantes para este estudo devido à grande diversidade alimentar e ao alto consumo de oxigênio.

Os morcegos, pertencentes a ordem Chiroptera, são os únicos mamíferos com voo verdadeiro e são de grande importância na regulação de ecossistemas (LAURINDO et al., 2020; REIS et al., 2007). No Brasil, são encontradas 9 famílias, 65 gêneros e 174 espécies de morcegos, representando 28% das espécies de mamíferos do país (PAGLIA et al., 2012).

Os quirópteros, em geral, exibem uma alta taxa metabólica basal, extraordinária longevidade e, apesar disso, uma baixa taxa de produção mitocondrial de espécies reativas, comparados com outros mamíferos de tamanho semelhante (BROWN et al., 2009; MUNSHI-SOUTH; WILKINSON, 2010; LAGUNAS-RANGEL, 2020). Estes animais apresentam alta taxa metabólica, o que leva a um alto consumo de oxigênio e, conseqüentemente, geração de espécies reativas de oxigênio (EROs). Entretanto, eles sustentam esse alto consumo de oxigênio e possuem adaptações mitocondriais que auxiliam na eliminação das EROs como, por exemplo, a redução na produção de peróxido de hidrogênio por unidade de oxigênio (O_2) consumido (LAGUNAS-RANGEL, 2020; SCHNEEBERGER; CZIRJÁK; VOIGT, 2014). Além disso, esses animais possuem uma gama diversa de hábitos alimentares que podem fornecer substâncias pró-oxidantes ou pré-oxidantes, que alteram a capacidade antioxidante (MAYNE, 2003). Portanto, são considerados organismos fisiologicamente diversificados e de grande interesse para o estudo relacionados ao estado oxidativo.

A espécie *Desmodus rotundus* (GEOFFROY, 1810), é especializada em se alimentar de sangue de mamíferos e é conhecido como “morcego vampiro comum” (CHILDS, 1995). *Desmodus rotundus* possui uma ampla distribuição geográfica na região Neotropical podendo ser encontrado em áreas florestadas, assim como em regiões desérticas, abrigando-se em ocos de árvore, cavernas, bueiros, minas abandonadas e até mesmo em construções civis (REIS et al., 2007). A dieta de sangue é rica em ferro e proteínas e, por isso, é bioquimicamente desafiadora. Apesar do íon ferro ser um componente essencial do citocromo e molécula de ligação ao oxigênio, ele é capaz de formar radicais livres, através

da reação de fenton. O principal produto desta reação é o radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$), que é extremamente reativo, por ser precursor de diversas outras EROs como o peróxido de hidrogênio (BARREIROS; DAVID, 2006; BARBOSA *et al.*, 2010; GALARIS; BARBOUTI; PANTOPOULOS, 2019) (Figura 1).

Os morcegos da espécie *Anoura caudifer* (GEOFFROY, 1818) se alimentam essencialmente de néctar (TSCHAPKA; DRESSLER, 2002) e desempenham uma importante função como polinizador de espécies de plantas endêmicas (MUCHHALA, 2006; SAZIMA *et al.*, 2003; WENDT *et al.*, 2001). Estão amplamente distribuídos pelo Brasil e podem ser encontrados principalmente em florestas primárias e secundárias (REIS; PERACCHI, 1987; BROSSET *et al.*, 1996), bananais associados às florestas (ESBÉRARD *et al.*, 1996) e também é comum em áreas rurais e urbanas (BREDT; UIEDA, 1996). A principal constituição do néctar é glicose, frutose e sacarose e, em consequência disso, morcegos nectarívoros, exibem picos de hiperglicemia durante a alimentação (KELM *et al.*, 2011; PENG *et al.*, 2017). Esses níveis elevados de glicose no sangue, pode levar a formação de produtos finais da glicação avançada e/ou auto-oxidação da glicose, processos estes que participam da formação de espécies reativas, causando também dano oxidativo (ROCHA *et al.*, 2006) (Figura 1).

A espécie *Sturnira lilium* (GEOFFROY, 1810) é muito abundante e pode ser encontrada em diferentes ambientes, como fragmentos de florestas, campos e áreas desmatadas em estágio sucessional, grutas, edificações humanas e ocos de árvores (EVELYN; STILES, 2003). Sua dieta é predominantemente frugívora, exercendo um importante papel na dispersão de sementes e, conseqüentemente, na recuperação de áreas degradadas (REIS *et al.*, 2007). Frutas são fonte de vitaminas, carotenoides e flavonoides, e diversos estudos apontam esses componentes como fontes de antioxidantes não enzimáticos (KUSKOSKI *et al.*, 2006; MORAIS *et al.*, 2020; SHAN *et al.*, 2019; TAPIERO; TOWNSEND; TEW, 2004). Esse aporte antioxidante provavelmente auxilia na proteção contra danos oxidativos causados pelo alto consumo de oxigênio dos quirópteros (SCHNEEBERGER; CZIRJÁK; VOIGT, 2014; WILHELM FILHO *et al.*, 2007;) (Figura 1).

Sendo assim, objetivou-se relacionar as particularidades de cada dieta com o estado antioxidante de morcegos neotropicais, a fim de demonstrar que apesar das possíveis dificuldades a serem enfrentadas, os morcegos estão fisiologicamente adaptados às suas condições alimentares.

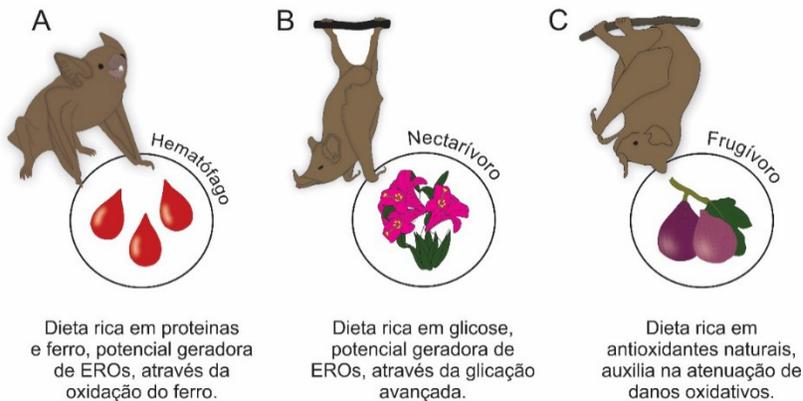


FIGURA 1: Os desafios que a dieta representa para três espécies de morcegos Neotropicais (A - Hematófago: *Desmodus rotundus*; B - Nectarívoro: *Anoura caudifer*; e C - Frugívoro: *Sturnira lilium*). EROs: Espécies reativas de oxigênio.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais

Morcegos macho adultos das espécies *Desmodus rotundus* (n=11), *Anoura caudifer* (n=6), *Sturnira lilium* (n=7) foram coletados com rede de neblina, próximo ao Campus da Universidade Federal de Viçosa (20° 45' S e 42° 52' W) (Viçosa, MG, Brasil). Todos os animais foram identificados com a chave de identificação dos morcegos brasileiros (VIZZOTTO; TADDEI, 1973) e em seguida foram pesados e eutanasiados por deslocamento cervical seguido de decapitação. O fígado, músculo peitoral, coração e rim foram coletados, congelados em nitrogênio líquido e armazenados à -80°C para as análises posteriores. Todos os procedimentos realizados neste estudo estão de acordo com a declaração ética do Comitê de Ética Animal da Universidade Federal de Viçosa (CEUA) (registro nº 433/2016) e do Governo brasileiro (SISBIO, registro nº 52300-1).

2.2 Massa corporal e índice dos órgãos

Os animais foram pesados, em seguida os órgãos fígado, coração e rim de cada morcego foram dissecados e pesados em balança de precisão. Os índices dos órgãos foram calculados por meio da porcentagem de peso do órgão em relação ao peso corporal total de cada indivíduo (peso do órgão/peso corporal total x 100).

2.3 Enzimas antioxidantes

Foram homogeneizadas amostras dos órgãos congelados de fígado (100 mg), músculos peitorais (100 mg), coração (100 mg) e rim (100mg) de *D. rotundus*, *A. caudifer* e *S. lilium* em tampão fosfato 0,2 M, ácido etilenodiaminotetracético 1 mM (EDTA) pH 7,4 usando um homogeneizador (OMNI). Os homogeneizados foram centrifugados a 15000 g

durante 10 minutos a 4°C e os sobrenadantes foram utilizados para análise de superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutationa S-transferase (GST), malondialdeído (MDA) e proteínas totais.

A atividade da enzima SOD foi determinada em leitor de microplaca a 570nm (DIETERICH et al., 2000), baseando-se na capacidade desta enzima em catalisar a reação do superóxido à peróxido de hidrogênio, diminuindo assim a razão de auto-oxidação do pirogalol. Os resultados foram expressos em U/mg proteína. A atividade de catalase foi determinada através da taxa de degradação de peróxido de hidrogênio (H₂O₂ a 10 mM), em 1 minuto e lido em espectrofotômetro a 240nm (AEBI, 1984). Os resultados foram expressos em U/mg proteína. A atividade da enzima GST foi mensurada através da conjugação da glutationa (GSH) com o substrato 1-cloro-2,4-dinitrobenzeno (CDNB) catalisada pela GST e detectado a 340nm ($\epsilon = 9,6 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$) em espectrofotômetro. A atividade enzimática é proporcional à velocidade de produção do composto conjugado (HABIG; PABST; JAKOBY, 1974). O ensaio enzimático de 1 minuto foi realizado em tampão fosfato 100 mM, pH 7,0, CDNB 100 mM e GSH 100 mM. Como substrato iniciador foi utilizado 100 mM de CDNB. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mole}/\text{min}/\text{g}$.

2.4 Peroxidação lipídica

As substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico são, em sua maioria, produtos da peroxidação lipídica, como o malondialdeído (MDA) que se tornou um importante marcador para monitorar a taxa da peroxidação lipídica. O MDA foi mensurado de acordo com o método descrito por Buege e Aust (1978). Assim, foi adicionado ao sobrenadante ácido tricloroacético (TCA) 15%, ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,375% e ácido clorídrico (HCl) 0,6%, mantidos em banho-maria por 40 minutos a 90°C, resfriados por 5 minutos no gelo, centrifugado (3000 rpm, 10 min, 15°C) e mensurados em leitor de microplacas a 540nm. A concentração de MDA foi determinada usando a curva padrão com concentrações conhecidas de 1, 1, 3, 3-tetrametoxipropano (TMPO). Os resultados foram expressos em $\mu\text{mole}/\text{mg}$ proteína.

2.5 Análises Estatísticas

A distribuição dos dados foi determinada pelo teste de Shapiro-Wilk, usando o programa GraphPad Prism (versão 6.0, Graph Pad Software Inc., San Diego, CA, EUA). Os dados foram submetidos à análise de variância unifatorial (ANOVA), seguida do teste de Tukey para comparações múltiplas. Significância estatística foi estabelecida em $P < 0,05$. Os resultados foram expressos como média e erro padrão da média (média \pm EPM).

3 | RESULTADOS

Os animais das três espécies estudadas apresentaram massa corporal normal com respectivos pesos e índice dos órgãos normais e saudáveis. (Tabela 1)

	Massa corporal (g)	Índice dos órgãos		
		Fígado/MC (%)	Coração/MC (%)	Rim/MC (%)
<i>D. rotundus</i>	31,10±0,81	4,06±0,14	1,31±0,05	0,98±0,12
<i>A. caudifer</i>	11,10±0,43	1,38±0,20	1,70±0,07	0,56±0,02
<i>S. liliium</i>	18,80±0,51	3,86±0,27	1,40±0,09	0,70±0,05

Tabela 1: Massa corporal (MC) e índice de órgãos do morcego hematófago (*D. rotundus*), nectarívoro (*A. caudifer*) e frugívoro (*S. liliium*).

Resultados representam média ± EPM.

Em relação às enzimas antioxidantes, a atividade da enzima SOD e CAT foi superior no fígado de *D. rotundus* comparado à *A. caudifer* (SOD: $P < 0.001$; CAT: $P < 0.001$) e *S. liliium* (SOD: $P < 0.001$; CAT: $P < 0.001$). Essa atividade também foi maior no músculo peitoral de *A. caudifer* em relação às outras espécies (SOD: $P < 0.001$; CAT: $P < 0.001$). No coração, a atividade de SOD não diferiu entre as espécies, mas a atividade da CAT foi menor em *S. liliium* comparada às outras espécies ($P < 0.001$). Nos rins, a maior atividade da SOD foi registrada para *D. rotundus* comparada à *A. caudifer* ($P < 0.05$). Neste mesmo órgão, a atividade da enzima CAT não diferiu entre as espécies (Tabela 2).

A GST mostrou uma maior atividade no fígado de *A. caudifer* comparado a *D. rotundus* ($P = 0.001$) e *S. liliium* ($P < 0.001$). Entretanto, no músculo peitoral a maior atividade da GST foi em *D. rotundus* comparado a *A. caudifer* ($P < 0.001$) e *S. liliium* ($P < 0.001$). No coração, a atividade de GST foi maior em *D. rotundus* comparado a *A. caudifer* ($P < 0.01$). Nos rins, a atividade da GST também foi maior em *D. rotundus* em relação a *S. liliium* ($P < 0.001$). (Tabela 2)

		Fígado	Músculo Peitoral	Coração	Rim
SOD (U/mg proteína)	<i>D. rotundus</i>	11,30±0,76 ^a	2,11±0,15 ^a	2,55±0,20 ^a	2,27±0,26 ^a
	<i>A. caudifer</i>	7,39±0,52 ^b	9,05±0,53 ^b	1,91±0,12 ^a	1,42±0,22 ^b
	<i>S. liliium</i>	2,07±0,14 ^c	2,29±0,14 ^a	2,44±0,15 ^a	1,85±0,08 ^{ab}
CAT (U/mg proteína)	<i>D. rotundus</i>	26,30±2,35 ^a	2,07±0,33 ^a	2,30±0,29 ^a	3,50±0,62 ^a
	<i>A. caudifer</i>	15,60±0,78 ^b	8,52±0,84 ^b	2,63±0,37 ^a	3,25±0,34 ^a
	<i>S. liliium</i>	6,64±0,45 ^c	0,41±0,07 ^a	0,28±0,031 ^b	5,25±0,68 ^a

GST (U/mg proteína)	<i>D. rotundus</i>	3,94±0,33 ^a	2,43±0,19 ^a	1,43±0,08 ^a	4,10±0,26 ^a
	<i>A. caudifer</i>	7,60±1,20 ^b	0,73±0,09 ^b	0,95±0,12 ^b	3,54±0,14 ^a
	<i>S. liliium</i>	2,81±0,33 ^a	0,76±0,05 ^b	1,12±0,035 ^{ab}	1,62±0,10 ^b

Tabela 2: Atividade das enzimas antioxidantes em diferentes órgãos de morcegos hematófagos (*D. rotundus*), nectarívoros (*A. caudifer*) e frugívoros (*S. liliium*).

Resultados representam média ± EPM. SOD – superóxido Dismutase; CAT – catalase; GST – glutatona S-transferase. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre as espécies.

A peroxidação lipídica, avaliada pelos níveis de MDA, foi menor no fígado de *S. liliium* comparado a *D. rotundus* ($P < 0.05$) e *A. caudifer* ($P < 0.001$). Nos rins, *A. caudifer* apresentou menores níveis de MDA comparado com as outras espécies ($P < 0.001$). Os níveis de MDA no músculo peitoral não se alteraram entre as espécies. No coração, *D. rotundus* apresentou maiores níveis de MDA comparado a *A. caudifer* ($P < 0.01$) e *S. liliium* ($P < 0.001$) (Tabela 3).

		Fígado	Músculo Peitoral	Coração	Rim
MDA (μ mole/mg proteína)	<i>D. rotundus</i>	1,16±0,19 ^a	0,40±0,05 ^a	0,76±0,16 ^a	0,43±0,06 ^a
	<i>A. caudifer</i>	1,65±0,17 ^a	0,79±0,22 ^a	0,15±0,02 ^b	0,10±0,01 ^b
	<i>S. liliium</i>	0,51±0,04 ^b	0,73±0,06 ^a	0,08±0,01 ^b	0,45±0,05 ^a

Tabela 3: Níveis de malondialdeído (MDA) em diferentes órgãos de morcegos hematófagos (*D. rotundus*), nectarívoros (*A. caudifer*) e frugívoro (*S. liliium*)

Resultados representam média ± EPM. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre as espécies.

4 | DISCUSSÃO

Grande parte das pesquisas que comparam diferentes dietas e estresse oxidativo investigam os efeitos dos antioxidantes exógenos, através da suplementação dietética, deficiência ou sobrecarga na produção de EROs. Este estudo traz uma nova perspectiva, pois abordamos o estado antioxidante natural dos principais órgãos relacionados ao metabolismo energético em morcegos Neotropicais com diferentes dietas, a fim de avaliar, pela primeira vez, seus níveis de enzimas e produtos antioxidantes e, assim, entender como diferentes espécies de morcegos lidam com desafios de dieta em termos de produção de EROs e a capacidade antioxidante.

Diferentes tipos de dietas associados a fatores do meio ambiente podem influenciar o padrão metabólico de reservas energéticas e sua mobilização, bem como a capacidade

antioxidante (FREITAS; WELKER; PINHEIRO, 2006; HERNÁNDEZ-ARCIGA, 2018; SCHNEEBERGER; CZIRJÁK; VOIGT, 2014; WILHELM FILHO et al., 2007;). Neste estudo, os resultados encontrados sugerem que a capacidade antioxidante pode se diferenciar de acordo com cada órgão e de acordo com o tipo de hábito alimentar de cada espécie (Figura 2).

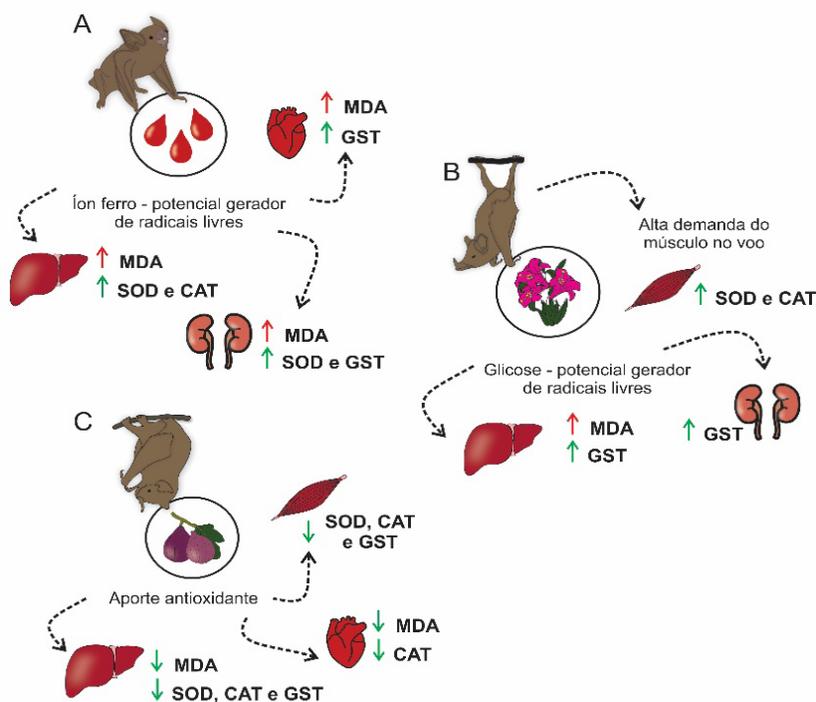


FIGURA 2: Estado oxidativo de três espécies de morcegos Neotropicais (A - Hematófago: *D. rotundus*; B - Nectarívoro: *A. caudifer*; e C - Frugívoro: *S. lillium*). SOD: Superóxido dismutase; CAT: Catalase; GST: Glutaciona S- transferase e MDA: Malondialdeído. Setas vermelhas indicam aumento de danos oxidativos (peroxidação lipídica), setas verdes indicam atividade das enzimas antioxidantes e/ou baixo dano oxidativo.

Neste estudo, as enzimas de primeira linha de defesa, SOD e CAT tiveram maior atividade no fígado do morcego vampiro provavelmente devido a sua dieta hiperproteica, já que o fígado é um órgão que armazena ferro (GROTTO, 2010) e este íon tem a capacidade de catalisar reações que levam a formação de radicais livres (BARBOSA et al., 2010). No citoplasma dos hepatócitos, o ferro livre (não ligado à ferritina) é facilmente dissociado na forma de íon, o que o torna cataliticamente ativo e apto para participar de reações de oxido-redução da geração de radicais livres (WELCH et al., 2002). O aumento de SOD também foi observado nos rins dessa espécie, indicando maior formação do radical superóxido

no órgão, possivelmente induzida pela ingestão do ferro (AUST et al., 1985), através da reação de Fenton (BARBOSA et al., 2010). Já foi observado que existe uma redução dos níveis do radical superóxido renal e de ferro ferroso nos rins de rato, após aplicação de uma dieta restrita em ferro (IKEDA et al., 2017). O aumento da atividade da SOD é fundamental para diminuir o estresse oxidativo causado pela sobrecarga de ferro e formação de novas espécies reativas.

O morcego nectarívoro apresentou aumento da atividade das enzimas SOD e CAT no músculo peitoral sugerindo que esse resultado esteja relacionado com uma alta taxa metabólica, resultante da demanda do músculo peitoral no momento do voo (BARTHOLOMEW; CASEY, 1978). Morcegos nectarívoros durante o forrageio precisam realizar o voo pairado, assim como os beija-flores, o que demanda mais esforço do músculo peitoral. Essa alta atividade de voo funciona como estratégia para impedir o aumento rápido dos níveis glicêmicos após a alimentação (KELM et al., 2011). Estudos prévios realizados em nosso laboratório mostraram que o voo teve um efeito significativo nos níveis de glicose no plasma de morcegos que receberam glicose e fizeram exercício durante os 90 minutos seguintes, pois estes não apresentaram aumento na glicemia (CASTRO, 2018). Além disso, outros estudos demonstraram que morcegos em atividade de voo possuem o estado oxidativo diferente de morcegos em repouso (COSTANTINI, 2019). O mesmo foi observado no coração, no qual a atividade da CAT foi alta na espécie nectarívora, assim como na hematófaga, em comparação com *S. liliium*, um frugívoro. Esse resultado indica que estas enzimas são importantes para os mecanismos de proteção dos músculos contra a geração de espécies reativas.

Os morcegos da espécie *S. liliium* contam com um aporte exógeno de antioxidantes naturais, como vitaminas e carotenoides, que desempenham papel na atenuação dos efeitos do estresse oxidativo (BIANCHI; ANTUNES, 1999; ROESLER et al., 2007). Neste estudo, essa espécie mostrou menor atividade das enzimas SOD e CAT no fígado, músculo e coração. Isso possivelmente ocorre por causa do incremento de antioxidantes não enzimáticos advindos do hábito alimentar. O aporte antioxidante das frutas, para os morcegos frugívoros, garante menores níveis de EROs em comparação com espécies com outros tipos de hábitos alimentares (SCHNEEBERGER; CZIRJÁK; VOIGT, 2014; WILHELM FILHO et al., 2007;).

Neste estudo, a espécie nectarívora *A. caudifer* apresentou alta atividade da enzima GST no fígado em comparação com as outras espécies estudadas. Esse resultado sugere que os morcegos nectarívoros estão bem adaptados à dieta, já que, mesmo com altos níveis de glicose no sangue, suas enzimas antioxidantes são capazes de combater a formação de EROs em excesso. Ao contrário do encontrado para essa espécie, o aumento da atividade de GST no fígado de ratos diabéticos só foi possível com o tratamento de Aloe Vera, planta medicinal com efeito antidiabético (DORNAS et al., 2009), que diminuiu a glicemia e aumentou a atividade das enzimas antioxidantes (RAJASEKARAN et al.,

2005). Nos rins, foram observados o aumento da atividade dessa enzima nas espécies hematófaga e nectarívora em comparação à espécie frugívora. Em ratos submetidos a sobrecarga de ferro, também foi observado o aumento de GST (DESMOTS et al., 2002). Em ratos hiperglicêmicos, contrariamente ao morcego nectarívoro, a atividade da enzima GST reduziu em relação aos ratos normais (SANKARANARAYANAN; PARI, 2011; SUNDARAM et al., 2012;).

O morcego vampiro comum mostrou alta atividade da enzima GST nos músculos, sugerindo a necessidade de uma via de defesa contra possíveis consequências do estresse oxidativo que podem estar relacionadas com os hábitos alimentares da espécie. Em condições de sobrecarga de ferro ferroso (Fe^{2+}), o radical é armazenado no coração e pode promover a geração de EROs e provocar danos, como a hipertrofia cardíaca (DATE; MORITA; KREMASTINOS; FARMAKIS, 2011; YAMASHITA, 2002; YAMAMOTO et al., 2003).

Os morcegos da espécie frugívora apresentaram uma atividade reduzida da GST nos órgãos estudados, pois possuem uma maior concentração de antioxidantes não enzimáticos e um menor nível de metabólitos reativos do oxigênio (ROM) do que os morcegos onívoros, insetívoros e hematófagos (SCHNEEBERGER; CZIRJÁK; VOIGT, 2014). Essa dieta rica em antioxidantes naturais provavelmente permite que os morcegos frugívoros diminuam as EROs com maior eficiência e menor gasto energético do que os demais morcegos (SCHNEEBERGER et al., 2014), fazendo com que a atividade das enzimas antioxidantes seja menor em relação aos morcegos com outros hábitos alimentares (BASSOLI et al., 2008).

O malondialdeído (MDA) é um marcador do estresse oxidativo por ser um dos metabólitos da peroxidação lipídica (LPO) (LIMA; ABDALLA, 2001). Neste estudo seus níveis foram maiores no fígado das espécies hematófaga e nectarívora. O aumento do MDA no fígado e rim da espécie hematófaga provavelmente está relacionado com sua dieta rica em ferro. O ferro, quando ligado aos fosfolipídios de membrana, catalisa a iniciação de reações em cadeia de peroxidação lipídica, podendo provocar morte celular (GALARIS; BARBOUTI; PANTOPOULOS, 2019). Entretanto, estudos prévios em nosso laboratório demonstraram que no morcego vampiro foram encontradas alterações morfológicas na medula renal e cápsula glomerular que confere aos indivíduos adultos da espécie hematófaga uma adaptação à dieta de sangue em comparação aos indivíduos lactentes da mesma espécie e com adultos de outra espécie (RIBEIRO, 2018; LINHARES, 2019). Já em outros mamíferos, como ratos e humanos, a dieta hiperproteica pode causar doença renal crônica (BARBOSA; SALOMON, 2013). Porém, morcegos hematófagos não apresentam nenhuma histopatologia, nem indícios de doença renal crônica (GOPAL et al., 2013). Possivelmente, a dieta também influencia os níveis de MDA hepático do morcego nectarívoro. O aumento de glicose pode aumentar danos oxidativos (KING; LOEKEN, 2004), como observado em ratos diabéticos (JOVANOVIC et al., 2017; TRAVERSO et al., 2002;). No morcego vampiro,

o aumento dos níveis de MDA no coração pode indicar um possível desequilíbrio redox. No entanto, as enzimas antioxidantes atuam evitando o estresse oxidativo.

Além das enzimas antioxidantes, os baixos níveis de MDA na maioria dos órgãos da espécie frugívora se deve, provavelmente, a alta concentração de antioxidantes dietéticos como α -tocoferol e o β -caroteno, auxiliando na proteção antioxidante e facilitando a remoção de pró-oxidantes (SCHNEEBERGER; CZIRJÁK; VOIGT, 2014; WILHELM FILHO et al., 2007). Ratos que receberam suplementação de ferro (pró-oxidante) na dieta e posterior ingestão de extrato de *Plectranthus barbatus* (popularmente conhecido como boldo), planta com potencial antioxidante devido à presença de flavonoides, tiveram seus níveis de MDA reduzidos no fígado (PERANDIN et al., 2015).

5 | CONCLUSÃO

Em conjunto, nossos resultados indicam que os hábitos alimentares influenciam a capacidade antioxidante dos órgãos estudados. Além disso, o morcego vampiro (*D. rotundus*) e nectarívoro (*A. caudifer*), que enfrentam as dietas mais desafiadoras, em termos de produção excessiva de EROs, para controlar este equilíbrio, regulam a atividade das enzimas antioxidantes em comparação com o morcego frugívoro (*S. liliium*), que conta com o aporte exógeno de antioxidantes para auxiliar no equilíbrio redox.

REFERÊNCIAS

AEBI, Hugo. Catalase in vitro. *In: Methods in enzymology*. p. 121-126, **Academic Press**, 1984.

AUST, Steven D.; MOREHOUSE, Lee A.; THOMAS, Craig E. Role of metals in oxygen radical reactions. **Journal of Free Radicals in Biology & Medicine**, v. 1, n. 1, p. 3-25, 1985.

BARBOSA, Ana Carolina S.; SALOMON, Ana Lúcia Ribeiro. Resposta inflamatória de pacientes com doença renal crônica em fase pré-dialítica e sua relação com a ingestão proteica. **Ciências Saúde**, Brasília-DF, v. 22, n. 4, p. 111-125, 2013.

BARBOSA, Kiriague Barra Ferreira *et al.* Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BARREIROS, André L.B.S.; DAVID, Jorge M.; DAVID, Juceni P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BARTHOLOMEW, George A.; CASEY, Timothy M. Oxygen consumption of moths during rest, pre-flight warm-up, and flight in relation to body size and wing morphology. **Journal of Experimental Biology**, v. 76, n. 1, p. 11-25, 1978.

BASSOLI, Bruna Kempfer *et al.* Chlorogenic acid reduces the plasma glucose peak in the oral glucose tolerance test: effects on hepatic glucose release and glycaemia. **Cell Biochemistry and Function: Cellular Biochemistry and its Modulation by Active Agents or Disease**, v. 26, n. 3, p. 320-328, 2008.

BEAULIEU, Michaël; COSTANTINI, David. Biomarkers of oxidative status: missing tools in conservation physiology. **Conservation Physiology**, v. 2, n. 1, 2014.

BIANCHI, Maria de Lourdes Pires; ANTUNES, Lusânia Maria Gregg. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. *Rev Nutr*, v. 12, n. 2, p. 123-30, 1999.

BRETT, A.; UIEDA, W. Bats from urban and rural environments of the Distrito Federal, mid-western Brazil. **Chiroptera Neotropical**, v. 2, n. 2, p. 54-57, 1996.

BROSSET, André *et al.* Bat communities and deforestation in French Guiana. **Canadian Journal of Zoology**, v. 74, n. 11, p. 1974-1982, 1996.

BROWN, Jason C. L. *et al.* Examining the mechanisms responsible for lower ROS release rates in liver mitochondria from the long-lived house sparrow (*Passer domesticus*) and big brown bat (*Eptesicus fuscus*) compared to the short-lived mouse (*Mus musculus*). **Mechanisms of Ageing and Development**, v. 130, n. 8, p. 467-476, 2009.

BUEGE, John A.; AUST, Steven D. Microsomal lipid peroxidation. *In: Methods in enzymology*. **Academic Press**, 1978. p. 302-310.

CASTRO, David Leonardo Justinico. **Adaptações morfofisiológicas envolvidas na regulação da glicose plasmática no morcego nectarívoro *Anoura caudifer* (Geoffroy, 1818)**. 2018 Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2018.

CHILDS, James E. Rabies in Bats: Natural History and Public Health Implications. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 53, n. 3, p. 312-312, 1995.

COSTANTINI, David *et al.* Migratory flight imposes oxidative stress in bats. **Current Zoology**, v. 65, n. 2, p. 147-153, 2019.

DATE, Moto-o *et al.* The antioxidant N-2-mercaptopyrionyl glycine attenuates left ventricular hypertrophy in in vivo murine pressure-overload model. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 39, n. 5, p. 907-912, 2002.

DESMOTS, Fabienne *et al.* Differential effects of iron overload on GST isoform expression in mouse liver and kidney and correlation between GSTA4 induction and overproduction of free radicals. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 32, n. 1, p. 93-101, 2002.

DIETERICH, Sabine *et al.* Gene expression of antioxidative enzymes in the human heart: increased expression of catalase in the end-stage failing heart. **Circulation**, v. 101, n. 1, p. 33-39, 2000.

DORNAS, Waleska C. *et al.* Efeitos antidiabéticos de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2, p. 488-500, 2009.

DROGE, Wulf. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiological Reviews**, v. 82, n. 1, p. 47-95, 2002.

ESBÉRARD, Carlos. E. L. *et al.* Levantamento de Chiroptera na Reserva Biológica de Araras, Petrópolis, Rio de Janeiro-I-riqueza de espécies. **Revista Científica do Centro de Pesquisas Gonzaga da Gama Filho**, v. 2, p. 65-87, 1996.

EVELYN, Michelle J.; STILES, David A. Roosting Requirements of Two Frugivorous Bats (*Sturnira lilium* and *Artibeus intermedius*) in: Fragmented Neotropical Forest. **Biotropica**, v. 35, n. 3, p. 405-418, 2003.

FERNANDEZ, Liana Lisboa *et al.* Ferro e neurodegeneração. **Scientia Medica**, v. 17, n. 4, p. 218-224, 2007.

FREITAS, M. B.; WELKER, Alexis Fonseca; PINHEIRO, Eliana de Cássia. Seasonal variation and food deprivation in common vampire bats (Chiroptera: Phyllostomidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 4, p. 1051-1055, 2006.

GALARIS, Dimitrios; BARBOUTI, Alexandra; PANTOPOULOS, Kostas. Iron homeostasis and oxidative stress: An intimate relationship. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research**, v. 1866, n. 12, p. 118535, 2019.

GOPAL, Patil Kishor. Morphological Adaptations in the Kidney and Urine Concentrating Ability in Relation to Dietary Habit in the Three Species of Bats. **World Journal of Zoology**, v. 8, n. 2, p. 198-205, 2013.

GROTTO, Helena Z. W. Fisiologia e metabolismo do ferro. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 32, p. 08-17, 2010.

HABIG, William H.; JAKOBY, William B. Assays for differentiation of glutathione S-Transferases. *In: Methods in enzymology*. **Academic Press**, 1981. p. 398-405.

HALLIWELL, Barry; WHITEMAN, Matthew. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean?. **British Journal of Pharmacology**, v. 142, n. 2, p. 231-255, 2004.

HALLIWELL, Barry; GUTTERIDGE, John M. C. Free radicals in biology and medicine. **Oxford University Press**, USA, 2015.

HERNÁNDEZ-ARCIGA, Ulalume *et al.* Baseline and post-stress seasonal changes in immunocompetence and redox state maintenance in the fishing bat *Myotis vivesi*. **PloS One**, v. 13, n. 1, p. e0190047, 2018.

IKEDA, Yasumasa *et al.* Dietary iron restriction alleviates renal tubulointerstitial injury induced by protein overload in mice. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2017.

JOVANOVIĆ, Jelena Arambašić *et al.* Evaluation of the antioxidant and antiglycation effects of *Lactarius deterrimus* and *Castanea sativa* extracts on hepatorenal injury in streptozotocin-induced diabetic rats. **Frontiers in Pharmacology**, v. 8, p. 793, 2017.

KELM, Detlev H. *et al.* High activity enables life on a high-sugar diet: blood glucose regulation in nectar-feeding bats. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 278, n. 1724, p. 3490-3496, 2011.

KING, George L.; LOEKEN, Mary R. Hyperglycemia-induced oxidative stress in diabetic complications. **Histochemistry and Cell Biology**, v. 122, n. 4, p. 333-338, 2004.

KREMASTINOS, Dimitrios T.; FARMAKIS, Dimitrios. Iron overload cardiomyopathy in clinical practice. **Circulation**, v. 124, n. 20, p. 2253-2263, 2011.

KUSKOSKI, Eugenia Marta *et al.* Wild fruits and pulps of frozen fruits: antioxidant activity, polyphenols and anthocyanins. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LAGUNAS-RANGEL, Francisco Alejandro. Why do bats live so long? - Possible molecular mechanisms. **Biogerontology**, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2020.

LAURINDO, Rafael de Souza *et al.* Drivers of bat roles in Neotropical seed dispersal networks: abundance is more important than functional traits. **Oecologia**, p. 1-10, 2020.

LIMA, E. S.; ABDALLA, Dulcineia Saes Parra. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 37, n. 3, p. 293-303, 2001.

LINHARES, Bárbara Silva. **Diferenças na morfologia e fisiologia renal de morcegos frugívoros e hematófagos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2019.

LOWRY, Oliver H. *et al.* Protein measurement with the Folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v. 193, p. 265-275, 1951.

MAYNE, Susan T. Antioxidant nutrients and chronic disease: use of biomarkers of exposure and oxidative stress status in epidemiologic research. **The Journal of Nutrition**, v. 133, n. 3, p. 933S-940S, 2003.

MORAIS, Melissa Grazielle *et al.* Chemical composition, antioxidant, anti-inflammatory and antinociceptive activities of the ethanol extract of ripe fruits of *Solanum lycocarpum* St. Hil. (Solanaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, p. 113125, 2020.

MUCHHALA, Nathan. Nectar bat stows huge tongue in its rib cage. **Nature**, v. 444, n. 7120, p. 701-702, 2006.

MUNSHI-SOUTH, Jason; WILKINSON, Gerald S. Bats and birds: exceptional longevity despite high metabolic rates. **Ageing Research Reviews**, v. 9, n. 1, p. 12-19, 2010.

PAGLIA, Adriano P. *et al.* Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil 2ª Edição/Annotated Checklist of Brazilian Mammals. **Occasional Papers in Conservation Biology**, v. 6, p. 1-82, 2012.

PEDRUZZI, Liliana M. *et al.* Association between serum ferritin and lipid peroxidation in hemodialysis patients. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 37, n. 2, p. 171-176, 2015.

PENG, Xingwen *et al.* Flight is the key to postprandial blood glucose balance in the fruit bats *Eonycteris spelaea* and *Cynopterus sphinx*. **Ecology and Evolution**, v. 7, n. 21, p. 8804-8811, 2017.

PERANDIN, D. *et al.* Proteção do dano oxidativo hepático induzido por ferro pelo extrato aquoso da planta *Plectranthus barbatus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 1, p. 9-17, 2015.

RAJASEKARAN, Subbiah; SIVAGNANAM, Karuran; SUBRAMANIAN, Sorimuthu. Antioxidant effect of *Aloe vera* gel extract in streptozotocin-induced diabetes in rats. **Pharmacological Reports**, v. 57, n. 1, p. 90-6, 2005.

REIS, Nélio R. dos *et al.* Quirópteros da região de Manaus, Amazonas, Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Zoologia, v. 39, n. 20, p. 161-182, 1987.

REIS, Nélio R. *et al.* Morcegos do Brasil. **Londrina: NR**. Reis, 2007.

RIBEIRO, Susana Puga. **Ontogênese de ilhotas pancreáticas e rins em *Desmodus rotundus*: adaptações morfológicas em respostas as diferentes dietas durante diferentes estados de vida.** 2018. **Tese (Doutorado em Biologia Animal)** - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2018.

ROCHA, Fabíola D. *et al.* Diabetes mellitus e estresse oxidativo: produtos naturais como alvo de novos modelos terapêuticos. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 87, n. 2, p. 49-54, 2006.

ROESLER, Roberta *et al.* Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

SANKARANARAYANAN, Chandrasekaran; PARI, Leelavinothan. Thymoquinone ameliorates chemical induced oxidative stress and β -cell damage in experimental hyperglycemic rats. **Chemico-Biological Interactions**, v. 190, n. 2-3, p. 148-154, 2011.

SAZIMA, Marlies; BUZATO, Silvana; SAZIMA, Ivan. *Dyssochroma viridiflorum* (Solanaceae): a reproductively bat-dependent epiphyte from the Atlantic Rainforest in Brazil. **Annals of Botany**, v. 92, n. 5, p. 725-730, 2003.

SCHNEEBERGER, Karin; CZIRJÁK, Gábor Á.; VOIGT, Christian C. Frugivory is associated with low measures of plasma oxidative stress and high antioxidant concentration in free-ranging bats. **Naturwissenschaften**, v. 101, n. 4, p. 285-290, 2014.

SHAN, Sharui *et al.* Evaluation of polyphenolics content and antioxidant activity in edible wild fruits. **BioMed Research International**, v. 2019, 2019.

SUNDARAM, Ramalingam *et al.* Ameliorative effect of 20-OH ecdysone on streptozotocin induced oxidative stress and β -cell damage in experimental hyperglycemic rats. **Process Biochemistry**, v. 47, n. 12, p. 2072-2080, 2012.

TAPIERO, H.; TOWNSEND, D. M.; TEW, K. D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 58, n. 2, p. 100-110, 2004.

TRAVERSO, Nicola *et al.* Diabetes impairs the enzymatic disposal of 4-hydroxynonenal in rat liver. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 32, n. 4, p. 350-359, 2002.

TSCHAPKA, Marco; DRESSLER, Stefan. Chiropterophily: On bat-flowers and flower-bats. **Curtis's Botanical Magazine**, v. 19, n. 2, p. 114-125, 2002.

VIZOTTO, L. D.; TADDEI, Valdir A. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. 1973. **Edusp**, São José do Rio Preto, 1: 1-72

WELCH, Kevin D. *et al.* Deleterious iron-mediated oxidation of biomolecules. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 32, n. 7, p. 577-583, 2002.

WENDT, Tânia *et al.* Reproductive biology and natural hybridization between two endemic species of Pitcairnia (Bromeliaceae). **American Journal of Botany**, v. 88, n. 10, p. 1760-1767, 2001.

WILHELM FILHO, Danilo *et al.* Antioxidant defenses, longevity and ecophysiology of South American bats. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 146, n. 1-2, p. 214-220, 2007.

YAMAMOTO, Mitsutaka *et al.* Inhibition of endogenous thioredoxin in the heart increases oxidative stress and cardiac hypertrophy. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 112, n. 9, p. 1395-1406, 2003

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Adaptadas ao Fogo 40, 43, 44
- Agrossistema 46, 48, 49, 52, 54
- Alimentação Humana Diária 1
- Antioxidantes Naturais 57, 66, 67
- Atividades Agrícolas e Pecuárias 41

B

- Bacia Amazônica 76

C

- Cadastro Ambiental Rural 11
- Carboidratos 57
- Código Florestal 11
- Comunidade de Térmitas 33, 37
- Controle Biológico 46, 47
- Crescimento das Plantas 40, 44

D

- Dano Ecosistêmico 1
- Danos Ambientais 1
- Desequilíbrio Trófico 74
- Dificuldades Socioambientais 15
- Diversificação Econômica 74, 76

E

- Elaboração de Ferramentas 13, 14
- Engenheiros de Ecossistemas 32, 33
- Espécies Arbóreas Nativas 11
- Espécies Exóticas 54, 74, 75, 83
- Estado da Arte 13, 14
- Estudos Entomológicos 24
- Evolução do Mercado 11

F

- Fauna de Invertebrados 24, 25, 38

Formações Campestres 25, 41

Frugivoria 57

G

Grupo Experimental 1

H

Habitat 32, 33, 34, 37, 38, 54, 77

Hábitos Alimentares 57, 59, 66, 67, 68

Himenópteros Parasitoides 46, 49, 56

Históricos de Conservação 40, 41, 43

Hotspots 5, 10, 40, 41, 45

I

Ilhas de Biodiversidade 32, 33

Indústria Pesqueira 74

Insetos Aquáticos e Terrestres 24

Intercâmbio de Informações 13, 14

Inverno Seco 25, 34

L

Laboratório de Biodiversidade do Semiárido 46, 49

M

Morcegos Hematófagos 57, 64, 67

N

Néctar 57, 60

P

Palestras e Simpósios 13, 14

Pantanal 30, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84

Paulo Freire 1, 2

Pesquisas Científicas 13, 14, 15

Plasticidade Fenotípica 40, 44, 74, 78, 79, 82

Políticas Públicas 11, 13, 14, 15, 16, 18, 85

Potencial Pedagógico 1

Pragas Agrícolas 46

Pressões Ambientais 40, 41

R

Resgate da Biodiversidade 13, 14

Respostas Fisiológicas 41

S

Savana Tropical 24

Serviços Ambientais 2, 13, 14, 33

Sistema Arborizado Convencional 46, 53

T

Tropical Chuvoso 25

V

Vegetação Nativa 25

Viveiros de Mudas Florestais 11

Desafios Teóricos e Aplicados da Ecologia Contemporânea 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



 **Atena**
Editora
Ano 2020

Desafios Teóricos e Aplicados da Ecologia Contemporânea 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



 **Atena**
Editora
Ano 2020