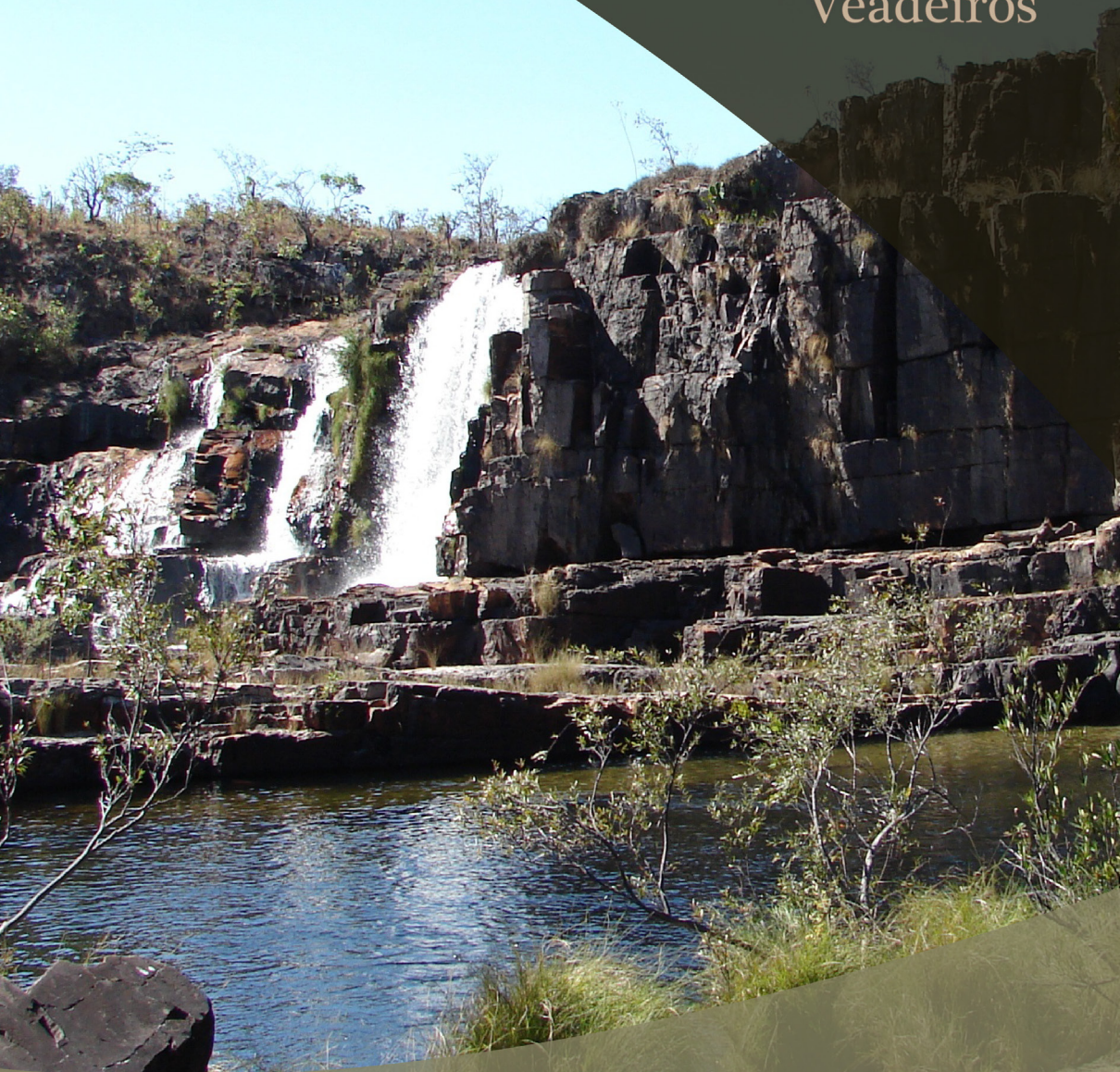


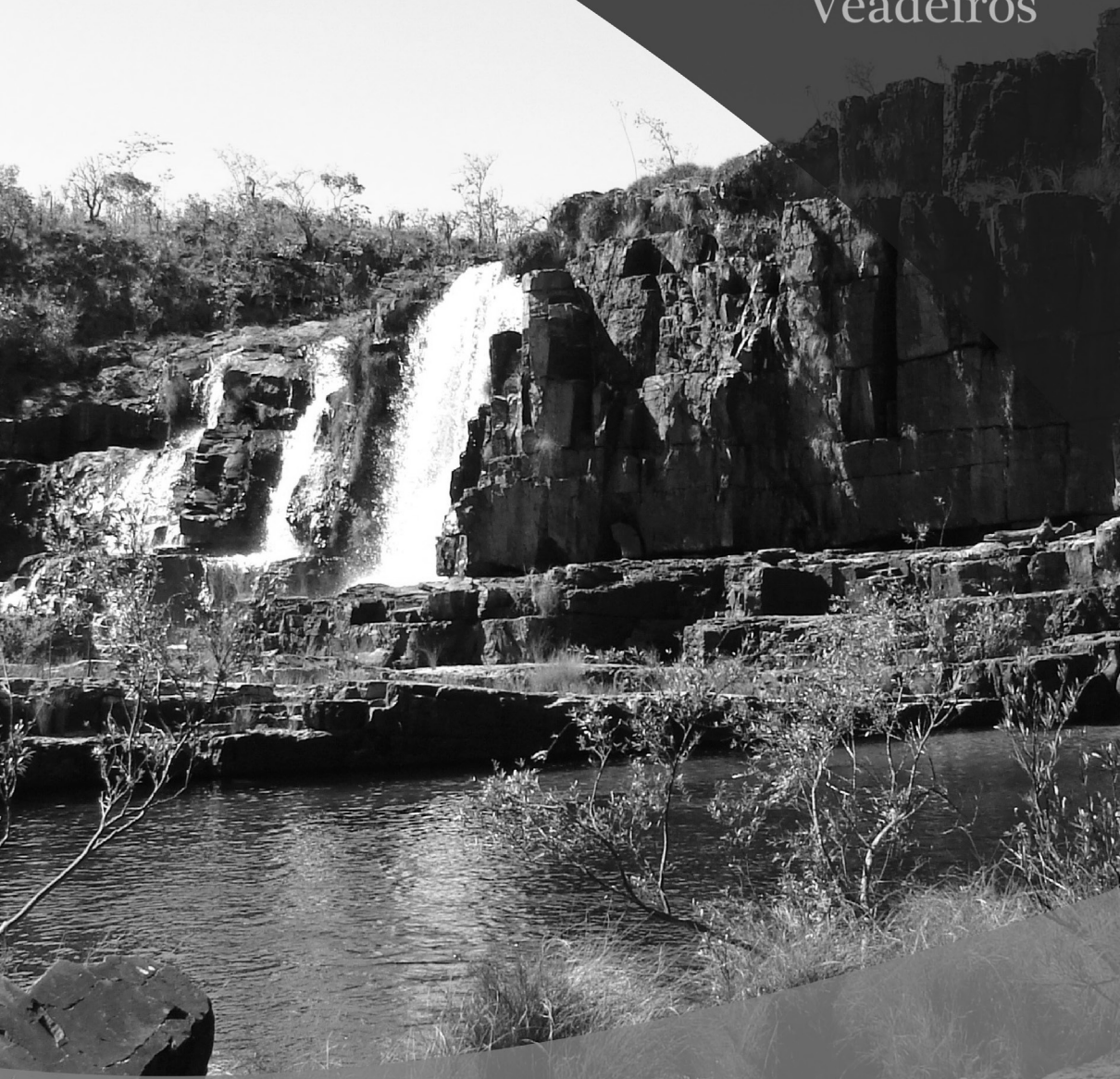
Mapeamento de Indicadores Ambientais e de Diversidade Biológica Aquática da Chapada dos Veadeiros



Claudia Padovesi Fonseca
(organizadora)

 EDITORA
ARTEMIS
2023

Mapeamento de Indicadores Ambientais e de Diversidade Biológica Aquática da Chapada dos Veadeiros



Claudia Padovesi Fonseca
(organizadora)

 EDITORA
ARTEMIS
2023



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizadora	Prof. ^a Dr. ^a Claudia Padovesi Fonseca
Imagem da Capa	Catarata do Rio dos Couros, Chapada dos Veadeiros, GO, Fotografia de: Claudia Padovesi Fonseca (arquivo pessoal)
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointier Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



Prof.^a Dr.^a Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.^a Dr.^a Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.^a Dr.^a Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.^a Dr.^a Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.^a Dr.^a Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.^a Dr.^a Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.^a Dr.^a Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.^a Dr.^a Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia
Prof.^a Dr.^a Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.^a Dr.^a Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M297 Mapeamento de indicadores ambientais e de diversidade biológica aquática da Chapada dos Veadeiros / Organizadora Claudia Padovesi Fonseca. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-87396-86-6

DOI 10.37572/EdArt_030723866

1. Ecossistemas – Veadeiros, Chapada dos (GO). I. Fonseca, Claudia Padovesi.

CDD 580.981

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



DEDICATÓRIA

À Mercedes, minha mãe, pelo amor e
confiança

Aos meus filhos, Ana Luisa e Artur, pela
permissão do recomeço

AGRADECIMENTOS

Este livro é fruto de pesquisas realizadas pelo Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL) da Universidade de Brasília (UnB), cadastrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) desde 1997. As atividades do projeto 'Mapeamento de indicadores ambientais e de diversidade biológica aquática da Chapada dos Veadeiros' foram iniciadas em 2011. A sede do Centro de Estudos Avançados do Cerrado (CER) da Universidade de Brasília em Alto Paraíso de Goiás foi fundamental para o apoio logístico das atividades de campo e de laboratório do projeto em andamento.

Agradecemos à secretaria do CER de Alto Paraíso, pelo auxílio nas comunicações e logística para aulas ministradas aos estudantes de ensino médio da região. Estendemos os agradecimentos à diretoria do CER, Maria Júlia Martins Silva (Diretora) e Renato Caparroz (Vice-Diretor).

Agradecemos ao Instituto de Biologia da UnB pela viabilização de veículo e motorista, e que, frequentemente nos auxiliava nas coletas de campo e análise laboratorial.

Agradecemos ao Centro de Estudos Avançados do Cerrado (CER) da Universidade de Brasília pelo apoio logístico no transporte de Brasília a Alto Paraíso, com a disponibilização de veículo e motorista.

Agradecemos ao CER pelas bolsas de iniciação científica voltadas especificamente para estudos na Chapada dos Veadeiros.

Agradecemos a todos os estudantes que participaram das atividades de campo e laboratório durante o período do projeto. O envolvimento de todos na execução das atividades foi fundamental para a troca de conhecimento e produção de resultados com embasamento técnico-científico.

APRESENTAÇÃO

Um mergulho ao centro do Brasil. A partida foi o encontro de duas pesquisadoras amigas e loucas por águas. Que vislumbraram a oportunidade de trabalhar sua fonte de loucura em águas nunca codificadas sob suas especialidades. O convite se estendeu a outras pesquisadoras que embarcaram firmes nessa corrente de loucura. Formamos o quarteto de mulheres na ciência aquática do centro do Brasil: eu, Maria Júlia, Maria Fernanda e Valéria. Navegantes foram convocados a incorporar a tripulação nessa aventura aquática. Estudantes em formação, graduados e técnicos formaram a nossa estimada equipe nas idas ao campo e análise laboratorial de amostras de água e material biológico. A nossa área de estudo são as águas da Chapada dos Veadeiros, no centro do Brasil. Onde as nuvens e os picos dos morros se encostam entre vales, que conferem espetaculares paisagens. Águas que nascem em um contínuo e percorrem vales rochosos e planaltos de vidas seculares. Do encontro das loucas se passaram 12 anos e, nesse momento, o brindamos com a publicação do presente livro.

O livro aborda o mapeamento de indicadores ambientais e de diversidade biológica aquática. O capítulo inicial apresenta bases na biodiversidade aquática que confere o Cerrado como região relevante para abrigo de espécies endêmicas, bem como as ameaçadas de extinção.

Temos mais quatro capítulos que traduzem a indicação de grupos biológicos na qualidade ambiental das águas do Cerrado do Brasil central. As algas de riachos de cabeceira e de interface do Cerrado com outros biomas do Brasil foram mapeadas, e apontaram maior poder de avaliação ambiental local, em detrimento ao efeito da paisagem da bacia hidrográfica. A microfauna de rios foi analisada em dois cursos d'água da Chapada dos Veadeiros. O tipo de sedimento e a heterogeneidade ambiental dos córregos foram os pilares para a diversificação de espécies. Tendência semelhante foi obtida para os macroinvertebrados bentônicos nesses dois cursos d'água. Houve o registro de maior número de organismos em sedimento rochoso e em período sem chuvas. Estratégia reprodutiva de espécies de peixes foi analisada no alto do rio Tocantins em área de influência de represa artificial. Os aspectos reprodutivos foram influenciados pelo represamento do rio, em especial das espécies de peixes migratórias.

Os dois últimos capítulos se referem à caracterização da bacia hidrográfica e condições ambientais, e físicas e químicas das águas de rios da Chapada dos Veadeiros. As águas de três rios indicaram boa qualidade, e os rios se encontram preservados em termos de qualidade química. A principal contribuição química é de origem natural decorrente do intemperismo e lixiviação do solo. Diagnóstico ambiental dos rios e de

suas bacias hidrográficas identificou elementos essenciais para o poder de preservação da região. O Cerrado está bem preservado e ainda tem reduzida atividade humana na área. Entretanto, os cursos d'água são vulneráveis à entrada de sedimentos devido ao acentuado declive do solo e a sua predominância de ser pedregoso.

A publicação desse livro vem ao encontro de suprir lacunas ainda presentes sobre as águas do Cerrado do centro do país, tanto voltadas para o conhecimento da diversidade biológica, bem como obtenção de diagnósticos de condições ambientais de áreas preservadas e ainda prístinas.

Demonstra também a importância de unidades acadêmicas localizadas em municípios da região de coletas de campo, como o Centro de Estudos Avançados do Cerrado da Universidade de Brasília (CER/UnB). A realização desse projeto não seria possível sem a logística fornecida pelo Centro, bem como de suas bolsas aos estudantes vinculados. Alia a formação de recursos humanos e fornece subsídios aos gestores ambientais.

O livro está dirigido a graduandos e graduados em ecologia, biologia e de outras áreas ambientais; técnicos e profissionais de meio ambiente em instituições de pesquisa, de órgãos ambientais, privados e governamentais.

Esperamos que esse livro seja útil para agregar conhecimento e permitir reflexões dirigidas a decisões que efetivamente contribuam para um futuro melhor. Boa leitura!

Brasília, 12 de maio de 2023.

Claudia Padovesi Fonseca
Organizadora

PREFÁCIO

A Chapada dos Veadeiros é uma região onde a natureza é superlativa em todos os aspectos, quanto à biodiversidade, paisagens e belezas cênicas, destinos turísticos, e diversidade cultural e humana. É reconhecida como um dos centros de riqueza e endemismo da biota do Cerrado, e possui grandes áreas naturais, como o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, diversas Reservas Particulares do Patrimônio Natural, a APA do Pouso Alto, e outras áreas protegidas públicas e particulares. Destaca-se ainda a presença do pato-mergulhão, espécie criticamente ameaçada de extinção, e considerado o “embaixador das águas brasileiras” por depender de águas limpas e transparentes para sobreviver.

Os aspectos notáveis da Chapada dos Veadeiros, assim como o pato-mergulhão, são associados à água, sejam os ecossistemas de veredas de buriti, os campos úmidos e campos de murundus, os córregos e rios cristalinos ou dourados, e as incontáveis cachoeiras. Dito isto, é paradoxal que existam pouquíssimas pesquisas científicas sobre os ambientes hídricos da região.

Este livro vem com sucesso cobrir várias lacunas sobre o conhecimento da biota aquática da Chapada dos Veadeiros, graças ao trabalho da coordenadora Profa. Claudia Padovesi Fonseca, e demais colegas da Universidade de Brasília, Profa. Maria Júlia Martins Silva, Profa. Maria Fernanda Nince Ferreira, Profa Valéria Regina Belotto, Carolina Teixeira Puppim Gonçalves, e João Bosco Rodrigues Peres Júnior.

Parabenizo a coordenadora e os autores dos capítulos, e desejo que o livro encontre o sucesso merecido pela qualidade do trabalho e relevância para o conhecimento e conservação da biodiversidade e qualidade de vida humana na Chapada dos Veadeiros.

Roberto Brandão Cavalcanti
Prof. da Universidade de Brasília
Pesquisas em ecologia e conservação da avifauna do Cerrado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ÁREAS DE CERRADO COMO ANÁLISE DE REFERÊNCIA PARA A CONSERVAÇÃO
AQUÁTICA NO BRASIL

Claudia Padovesi Fonseca

Maria Júlia Martins Silva

Carolina Teixeira Puppim Gonçalves

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0307238661

CAPÍTULO 2..... 21

DIVERSIDADE DE ALGAS EM RIACHOS PRÍSTINOS DO CERRADO

Claudia Padovesi Fonseca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0307238662

CAPÍTULO 3..... 30

MICROFAUNA DE RIOS DA CHAPADA DOS VEADEIROS, BRASIL CENTRAL

Claudia Padovesi Fonseca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0307238663

CAPÍTULO 4..... 40

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS EM RIACHOS DE CABECEIRA DA
CHAPADA DOS VEADEIROS

Maria Júlia Martins Silva

Claudia Padovesi Fonseca



 https://doi.org/10.37572/EdArt_0307238664

CAPÍTULO 5..... 50

ESTRATÉGIA REPRODUTIVA DE PEIXES TELEÓSTEOS EM UM AMBIENTE
IMPACTADO PELA CONSTRUÇÃO DE UMA USINA HIDRELÉTRICA NO ALTO RIO
TOCANTINS

Maria Fernanda Nince Ferreira

 https://doi.org/10.37572/EdArt_0307238665

CAPÍTULO 6.....	59
HIDROGEOQUÍMICA E CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DE RIOS DO CERRADO CENTRAL DO BRASIL	
Valéria Regina Bellotto	
João Bosco Rodrigues Peres Júnior	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_0307238666	
CAPÍTULO 7.....	72
AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE RIACHOS DA CHAPADA DOS VEADEIROS, BRASIL CENTRAL	
Claudia Padovesi Fonseca	
 https://doi.org/10.37572/EdArt_0307238667	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	83
ÍNDICE REMISSIVO	84

CAPÍTULO 3

MICROFAUNA DE RIOS DA CHAPADA DOS VEADEIROS, BRASIL CENTRAL

Data de submissão: 24/05/2023

Data de aceite: 12/06/2023

Claudia Padovesi Fonseca

Professora Associada da
Universidade de Brasília (UnB)
Líder do Núcleo de Estudos
Limnológicos (NEL) – CNPq
Mestre e Doutora em área de Limnologia
pela Universidade de São Paulo (USP)
Realizou pós-doutorado na
Universidade de Paris
Pierre e Marie Curie, na França, e na
Universidade de Granada, na Espanha
Departamento de Ecologia
Instituto de Biologia
Universidade de Brasília – UnB
Campus Universitário Darcy Ribeiro
Brasília, DF CEP 70910-900, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-7915-3496>

RESUMO: O estudo visou mapear e comparar o zooplâncton de dois cursos d'água da Chapada dos Veadeiros, GO, rio dos Couros e rio São Bartolomeu, e mostrar as diferenças entre os córregos e entre os períodos sazonais. As coletas foram realizadas ao longo dos rios nos períodos chuvoso e seco, nos anos de 2011 a 2013, com rede de 68µm de malha e as amostras fixadas com formol-4%. O rio dos Couros obteve maior abundância numérica e riqueza de espécies (41%-Cladocera e 59%-Copepoda). Além

disso, nesse córrego foram registrados táxons de ambientes lênticos, como Copepoda Calanoida e *Daphnia gessneri*. Além de obter densidade menor, o rio São Bartolomeu registrou somente 5% de Cladocera e Copepoda Calanoida. Houve uma tendência similar, para os dois córregos, de diminuição da densidade numérica do zooplâncton na época seca. A heterogeneidade ambiental do rio dos Couros, com áreas de remanso e pequenas piscinas ao longo de seu curso, contribuiu para a diversidade de habitats do zooplâncton, e por conseguinte, de sua maior riqueza de espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Microcrustáceos aquáticos. Indicadores biológicos. Ambientes lóticos. Cerrado de altitude.

STREAMS MICROFAUNA OF CHAPADA DOS VEADEIROS, CENTRAL BRAZIL

ABSTRACT: The study aimed to map and compare the zooplankton of two watercourses in Chapada dos Veadeiros, GO, rio dos Couros and rio São Bartolomeu, and to show the differences between the streams and between the seasonal periods. Rio dos Couros obtained the highest numerical abundance and species richness (41%-Cladocera and 59%-Copepoda). Also, taxa of lentic environments were recorded in this stream, such as Copepoda Calanoida and *Daphnia gessneri*. In addition to having a lower density, rio São Bartolomeu recorded only 5% of Cladocera and Copepoda Calanoida. There was a similar trend, for both streams, of decrease

in zooplankton numerical density in the dry season. The environmental heterogeneity of rio dos Couros, with backwater areas and small pools along its course, contributed to the diversity of zooplankton habitats, and therefore to its greater species richness.

KEYWORDS: Aquatic microcrustaceans. Biological indicators. Lotic environmental. Altitude Brazilian savannah.

1 INTRODUÇÃO

Zooplâncton compõe um conjunto de microrganismos aquáticos que vivem em suspensão na água, sem conseguir transpor a correnteza. Os microinvertebrados planctônicos de água doce são compostos por crustáceos (Cladocera e Copepoda) e rotíferos (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2015). Suas espécies são comumente referenciadas como elementos de qualidade para a conservação ambiental em sistemas aquáticos (CHIBA *et al.*, 2018; PADOVESI-FONSECA, 2021b).

Águas de superfície naturais do Cerrado tendem a exibir uma notável heterogeneidade ambiental (REZENDE *et al.*, 2014) e com uma elevada diversidade zooplânctônica (GOMES *et al.*, 2020). Com base nesta heterogeneidade, e em especial, de locais mais altos e protegidos, sua preservação permanente tem sido um desafio para abrigar espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, revelando um elevado patrimônio de diversidade biológica (REZENDE *et al.*, 2019).

O conhecimento do zooplâncton em riachos de cabeceira vem contribuir para alavancar o registro de novas espécies e endêmicas para o Domínio Cerrado. A amostragem da biota aquática nestas áreas de conexão também confere uma importante estratégia para reduzir lapsos relacionados à distribuição geográfica das espécies, e em especial em áreas protegidas e ainda pristinas. É uma fonte notável de registros novos e de espécies novas pois suas cabeceiras fluem para bacias mais baixas, formando corredores ecológicos naturais para muitas espécies aquáticas.

A Chapada dos Veadeiros, acomodada em uma área de altitude formada por planaltos montanhosos com paredões rochosos e vales com rios encachoeirados do Brasil central, representa uma área relevante para biodiversidade e endemismo no Cerrado.

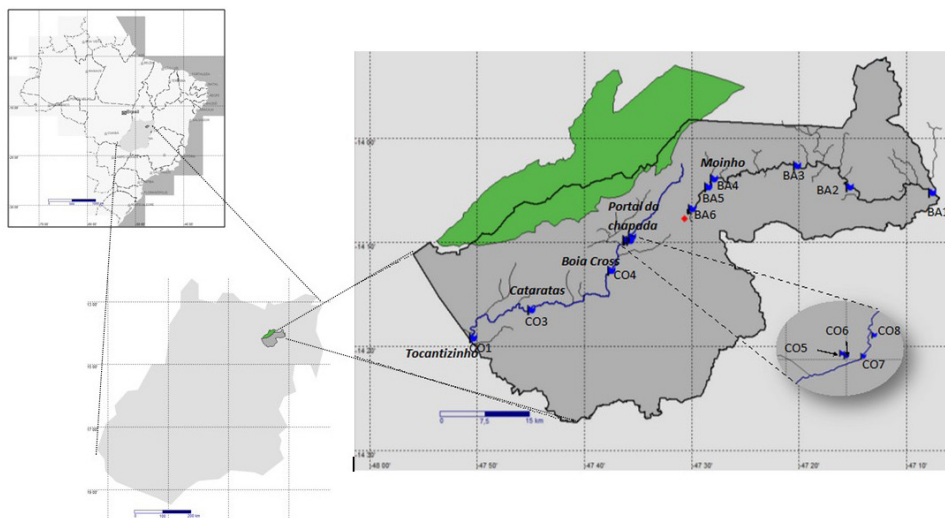
O estudo visa mapear e comparar o zooplâncton de dois cursos d'água da Chapada dos Veadeiros, GO, Rio dos Couros e Rio São Bartolomeu, e evidenciar as diferenças entre os córregos e entre os períodos sazonais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo se desenvolveu em duas bacias hidrográficas situadas ao norte de Goiás no Planalto Central brasileiro: a do Rios dos Couros e a do Rio São Bartolomeu, ambas em uma região de altitude da Chapada dos Veadeiros (Figura 1). As expedições foram

realizadas nos períodos chuvoso (de outubro a dezembro) e seco (maio e julho), de 2011 e de 2012 e seco de 2013, com 18 amostras no Rio Couros (CO) e 18 no Rio São Bartolomeu.

Figura 1. Localização geográfica dos pontos coletados, Rio dos Couros (CO) e Rio São Bartolomeu (BA), Chapada dos Veadeiros-GO.



Amostras em campo foram coletadas com o uso de um balde e 100 litros de água foram filtrados com rede de plâncton de 68 μ m de malha (Figura 2), e armazenadas em frascos de vidro com formol 4%.

Figura 2. Coleta de zooplâncton em córregos de planalto. Rio Tocantinzinho, Chapada dos Veadeiros-GO. Foto: Cláudia Padovesi Fonseca.



Análise qualitativa de zooplâncton foi realizada com o uso de bibliografia especializada e os organismos foram analisados sob microscopia de 200x e 400x de

aumento. Para o presente estudo foram avaliados os microcústáceos (Copepoda e Cladocera). A contagem dos organismos foi realizada até atingir 100 indivíduos para o táxon dominante ou todos os organismos da amostra, para alíquotas ou amostra total. Densidade expressa em organismos/litro ou organismos/m³. Amostras foram depositadas no Laboratório de Limnologia da Universidade de Brasília (UnB-DF), Distrito Federal, Brasil.

3 RESULTADOS

Um total de 1944 indivíduos (org.m³) foram coletados neste estudo, com maior valor para o rio dos Couros, com 57% dos indivíduos coletados. A riqueza de espécies permaneceu em número reduzido, com algumas amostras sem registro de organismos. O rio dos Couros obteve maior abundância numérica e riqueza de espécies (42% de Cladocera e 58% de Copepoda).

Para os Cladocera, houve o registro de três táxons: *Bosmina* sp. Baird, 1845, *Daphnia gessneri* Herbst 1967, *Diaphanosoma* sp. Fisher, 1850; além de espécimes de Chydoridae Stebbing 1902. Todos os táxons foram observados no rio dos Couros, e para o rio São Bartolomeu houve o registro de *D. gessneri* e de quidorídeos.

Os copépodes foram registrados nos dois córregos. Não houve condições de realizar a identificação taxonômica dos indivíduos devido a situações como ausência de fêmeas maduras e indivíduos desidratados e com partes quebradas, além de muitas carapaças vazias. Assim, identificamos esse grupo como Copepoda Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida.

Ao longo do estudo, houve uma tendência similar, para os dois córregos, de diminuição da densidade numérica do zooplâncton na época seca. Na época chuvosa não foi observado um padrão para esse quesito (Figura 3).

Figura 3. Densidade numérica (org.m³) dos rios dos Couros e São Bartolomeu para os anos de 2011 e 2012 (seca e chuva) e 2013 (seca). Chapada dos Veadeiros-GO.



4 DISCUSSÃO

Chapada dos Veadeiros é uma região elevada e de planalto, e com as maiores altitudes do centro-oeste do Brasil, que atingem cotas superiores a 1700m. Os cursos d'água nessa região tem suas nascentes em áreas elevadas, e percorrem um solo de plano a sinuoso e montanhoso ao longo de seu curso (PADOVESI-FONSECA, 2021b).

Cursos d'água situados na Chapada dos Veadeiros são de planalto, e com suas cabeceiras em terras altas e protegidas, representam áreas prioritárias de conservação aquática no Brasil (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2015). Amostragem da microfauna em riachos do Cerrado configura uma importante estratégia para a conservação das cabeceiras, pois podem abrigar espécies endêmicas e indicadoras às condições naturais da região (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2016). Neste sentido, estudos sobre a composição taxonômica do zooplâncton (principalmente em termos locais e regionais) e as condições de qualidade da água são relevantes para a conservação das áreas de cabeceira no Domínio Cerrado.

A tendência de águas naturais do Cerrado exibir uma notável heterogeneidade ambiental (REZENDE *et al.*, 2014), e em especial, de locais mais altos e protegidos, sua preservação permanente tem sido um desafio. O conhecimento da microfauna aquática em riachos de cabeceira vem contribuir para alavancar o registro de novas espécies e endêmicas para o Domínio Cerrado. A amostragem da biota aquática nestas áreas de conexão também confere uma importante estratégia para reduzir lapsos relacionados à distribuição geográfica das espécies, e em especial em áreas protegidas e ainda pristinas. É uma fonte notável de registros novos e de espécies novas pois suas cabeceiras fluem para bacias mais baixas, formando corredores ecológicos naturais para muitas espécies aquáticas.

A potencialidade de obter novos registros de espécies em áreas de nascentes do Domínio Cerrado foi obtida no estudo realizado por PADOVESI-FONSECA *et al.* (2016) na região de transição entre Cerrado e Amazônia. Com este estudo, nove espécies de Cladocera (microcrustáceos aquáticos) foram registradas pela primeira vez.

Estudo realizado em córregos do Cerrado (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2021) apontou que as características locais tendem a ser preponderantes na condução de diversidade zooplancônica. Escalas espaciais menores, como a dispersão passiva dos organismos, aliada à conexão entre os pontos de amostragem representaram um dos condutores da biodiversidade. Outros fatores, como os nichos, a heterogeneidade ambiental e ação protetiva da vegetação ripária, configuraram a outra parcela de condução (PADOVESI-FONSECA *et al.*, *op.cit.* e referências). Dessa forma, ressalta-se

a bioindicação do zooplâncton como ferramenta auxiliar no monitoramento de qualidade das águas. Relevante destacar o papel do zooplâncton como indicador útil e ferramenta auxiliar no monitoramento da qualidade das águas (Figuras 4 e 5).

Figura 4. Espécies adaptadas a águas paradas; são arrastadas de remansos e piscinas dos córregos. Efeito: corpos desidratados e partes quebradas. (a) Cladocera, *Daphnia gessneri*; (b) Copepoda Calanoida, aumento 200x. Rio dos Couros, Chapada dos Veadeiros-GO. Fotos: Claudia Padovesi Fonseca.

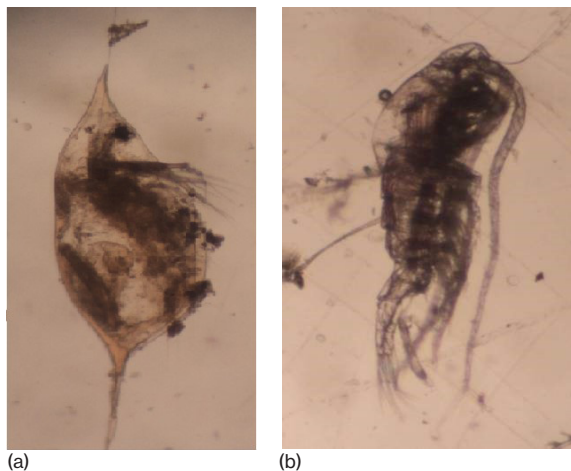
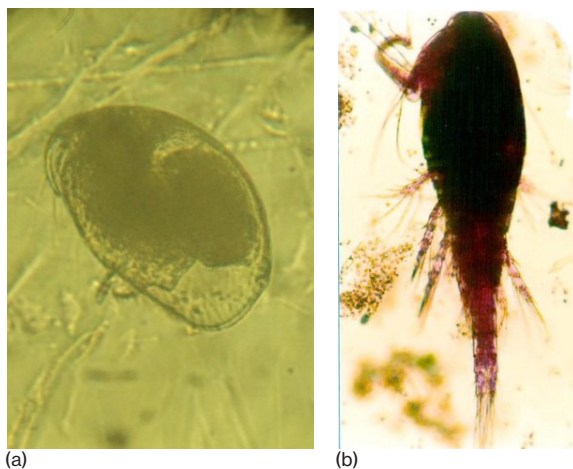


Figura 5. Espécies adaptadas a águas de correnteza; carapaças mais rígidas e corpos compactos. (a) Cladocera, Chydoridae; (b) Copepoda Cyclopoida, aumento 200x. Rio dos Couros, Chapada dos Veadeiros-GO. Fotos: Claudia Padovesi Fonseca.



Os resultados obtidos no presente estudo podem ser explicados pelas condições físicas e químicas da água (em destaque, turbidez e concentração iônica da água), interação biológica (p.ex. com as macrófitas aquáticas) e heterogeneidade ambiental (corredeiras intercaladas com remansos e piscinas), que filtram e selecionam espécies

persistentes em comunidades, como observado em outros sistemas aquáticos (LOPES *et al.*, 2014; REZENDE *et al.*, 2014).

O rio dos Couros percorre uma área preservada com vegetação ripária nativa, e se encaixa entre montanhas e paredões rochosos. Apresenta áreas de corredeiras e cachoeiras intercaladas por piscinas e remansos ao longo de seu curso, que conferem uma heterogeneidade espacial e ambiental (Figura 5). Com isso, são criadas microrregiões ou microbacias, e a diversidade do zooplâncton pode ser direcionada por essas escalas espaciais menores, como foi visto por PADOVESI-FONSECA *et al.* (2021) em córregos do Distrito Federal, Brasil central.

Figura 6. Corredeiras na frente; ao fundo uma piscina. Rio dos Couros, Chapada dos Veadeiros-GO. Foto: Claudia Padovesi Fonseca.



O rio São Bartolomeu percorre áreas rurais com vegetação ripária preservada em relevo mais planificado (Figura 6). Seu leito é arenoso com pedregulhos e fluxo de laminar a corredeiras, e em época chuvosa, é mais facilmente revolvido e eleva a turbidez da água (pico de 12,6 UT em 2012). A concentração iônica de suas águas foi superior a do rio dos Couros, com pico de 70,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de condutividade elétrica da água. Esses dados foram obtidos em campo nas datas de coleta do zooplâncton.

Figura 7. Fluxo laminar. Rio São Bartolomeu, Chapada dos Veadeiros-GO. Foto: Claudia Padovesi Fonseca.



Assim, a turbidez da água e a concentração de íons obtiveram valores bem contrastantes entre os dois cursos d'água. Houve uma tendência de transparência maior para o rio dos Couros, apesar da influência de carreamento de sedimentos para o leito de ambos os rios durante picos de chuva. Além do rio São Bartolomeu ser mais vulnerável à entrada de sedimentos durante o período chuvoso, este rio obteve valores maiores de concentração de íons. Tal resultado corrobora com a influência das chuvas tanto para o aumento da turbidez da água como a entrada de nutrientes da bacia circundante.

Essas condições ambientais dos rios exerceram influência sobre o zooplâncton. Águas mais transparentes, bem como heterogeneidade ambiental mais consistente no rio dos Couros, permitiram uma persistência de espécies em número de indivíduos mais elevados, bem como o registro de espécies típicas de ambientes lóticos como lênticos. Essas tendências foram também observadas por outros estudos realizados no Cerrado, como (PADOVESI-FONSECA & REZENDE, 2017; PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2021).

Entretanto, a baixa riqueza de zooplâncton obtida nesse estudo pode ser explicada pela associação desses organismos com áreas de remanso e sua preferência para ambientes lênticos (PEARSON & DUGGAN, 2018). O elevado número de carapaças vazias de copépodes e de indivíduos desidratados e carapaças quebradas detectados nas amostras coletadas corroboram com a associação desses com ambientes lênticos. Essas espécies foram arrastadas para o curso do rio de áreas de remanso ou piscinas ao longo do rio.

Conclui-se, então, que a riqueza do zooplâncton em córregos de cabeceira normalmente é baixa e, por conseguinte, resulta em diferenças sutis entre os pontos de amostragem, e em escalas maiores as dissimilaridades não são detectadas (vide resultados de PADOVESI- FONSECA *et al.*, 2021). Além do ambiente de correnteza não favorecer o desenvolvimento do zooplâncton, como dito anteriormente, a não variação da diversidade do zooplâncton nestas áreas podem também ser explicada por outros fatores. A similaridade entre os pontos de amostragem pelo estado de conservação dos córregos, que preserve um número similar de habitats, como discutido por VAN ONSEM *et al.* (2010). E ainda se tem o baixo teor de nutrientes (FONSECA *et al.*, 2014; REZENDE, *et al.*, 2019) que pode limitar o número de espécies zooplancônicas (MUYLEAERT *et al.*, 2010).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Padrões de diversidade de espécies são essenciais para o entendimento da ecologia de comunidades, bem como para prover informações em estratégias de conservação em córregos do Cerrado. Baseado nas características peculiares desses cursos d'água localizados em áreas protegidas e de planalto, sua preservação permanente deve ser considerada essencial para espécies endêmicas, revelando um vasto patrimônio para as águas do Cerrado.

6 AGRADECIMENTOS

Este capítulo é produto de pesquisas desenvolvidas pelo Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL), da Universidade de Brasília. O Grupo de Pesquisa é cadastrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ao João Paulo Alves Motta e à Graziela O. Mendes pelo auxílio em campo e laboratório.

REFERÊNCIAS

BRITO, M.T.S.; HEINO, J.; POZZOBOM, U.M.; LANDEIRO, V.L. **Ecological uniqueness and species richness of zooplankton in subtropical foodplain lakes.** *Aquatic Sciences*, 82(2), 1-13, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00027-020-0715-3>

CHIBA, S.; BATTEN, S.; MARTIN, C.S.; *et al.* **Zooplankton monitoring to contribute towards addressing global biodiversity conservation challenges.** *Journal of Plankton Research*, 40, 509-518, 2018. <https://doi.org/10.1093/plankt/fby030>

FONSECA, B.M.; MENDONÇA-GALVÃO, L.; PADOVESI-FONSECA, C.; *et al.* **Nutrient baselines of Cerrado low-order streams: comparing natural and impacted sites in Central Brazil.** *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 19–33, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3351-8>

GOMES, L.F.; BARBOSA, J.C.; de OLIVEIRA, B.H.; *et al.* **Environmental and spatial influences on stream zooplankton communities of the Brazilian Cerrado.** *Community Ecology*, 21, 25-31, 2020. <https://doi.org/10.1007/s42974-020-00008-5>

MUYLAERT, K.; PÉREZ-MARTINEZ, C.; SÁNCHEZ-CASTILLO, P.; *et al.* **Influence of nutrients, submerged macrophytes and zooplankton grazing on phytoplankton biomass and diversity along a latitudinal gradient in Europe.** *Hydrobiologia*, 653, 79-90, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0345-1>

PADOVESI-FONSECA, C. **First occurrence of *Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834) from low-orders streams in a protected area at Cerrado-Amazon boundary, central Brazil.** *Brazilian Journal of Biology (online)*, 81, 1118-1119, 2021a.

PADOVESI-FONSECA, C. Microfauna em córregos de cabeceiras do Cerrado central do Brasil. In: SIMÕES, M. (org.). **Estudos em biociências e biotecnologia: desafios, avanços e possibilidades.** Curitiba: Artemis. p. 74-84, 2021b https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215077

PADOVESI-FONSECA, C.; REZENDE, R.S. **Factors that drive zooplankton diversity in Neo-Tropical Savannah shallow lakes.** *Acta Limnologica Brasiliensia (online)*, 29: e15, 2017.

PADOVESI-FONSECA, C.; MARTINS-SILVA, M.J.; PUPPIN-GONÇALVES, C.T. **Cerrado's areas as a reference analysis for aquatic conservation in Brazil.** *Biodiversity Journal*, 6, 805-816, 2015.

PADOVESI-FONSECA, C.; SARAIVA, M.F.; FERNANDES, C.L.S. **First record of cladocerans from the headwaters of the Cerrado-Amazon boundary, central Brazil.** *Biodiversity (Nepean)*, 17(3), 90-92, 2016. <https://doi.org/10.1080/14888386.2016.1235510>

PADOVESI-FONSECA, C.; REZENDE, R.S.; FERREIRA, D.C.; MARTINS-SILVA, M.J. **Spatial scales drive zooplankton diversity in savanna Cerrado streams.** *Community Ecology*, 22: 249-259, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42974-021-00052-9>

REZENDE, R.S.; PETRUCIO, M.M.; GONÇALVES, J.F. **The effects of spatial scale on breakdown of leaves in a tropical watershed.** *PLoS ONE*, 9, e97072, 2014.

REZENDE, R.S.; BIASI, C.; PRETUCIO, M.M.; GONÇALVES, J.F. **Effects of leaf litter traits on alpha and beta diversities of invertebrate assemblages in a tropical watershed.** *Ecología Austral*, 29, 365–379, 2019. <https://doi.org/10.25260/EA.19.29.3.0.750>

SOBRE A ORGANIZADORA

Dra. Claudia Padovesi Fonseca - Bióloga formada pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, Brasil), Mestre em Engenharia Civil: Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP, Brasil) e Doutora em Engenharia Ambiental (USP, Brasil). Realizou dois Estágios Pós-Doutoral no exterior: em Limnologia na Universidade de Granada, Granada, Espanha; e em Ecologia Aplicada na Universidade de Paris Pierre e Marie Curie, Paris, França. Atualmente é Professora Associada 4 da Universidade de Brasília (UnB, Brasil). Até o presente foi responsável pela orientação e formação de mestres e doutores na área de Limnologia (PPG Ecologia, UnB), mestres professores de biologia (ProfBio) e gestores de água (ProfÁgua), além de estagiários de graduação, inclusive de alunos estrangeiros. É líder do grupo de pesquisa Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL) da UnB, cadastrado no CNPq desde 1997. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Limnologia, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade de água, biota aquática (zooplâncton, fitoplâncton, bentos e peixes), ambientes lóticos (riachos) e lênticos (lagoas e reservatórios), Brasil central e Amazônia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Águas naturais 25, 34, 59, 60, 64, 66, 70, 79

Águas pristinas 41

Ambientes lóticos 30, 37, 45, 47

Áreas preservadas 2, 6, 45, 77

B

Bacia hidrográfica 5, 70, 72, 73, 78, 79

Bentos 1, 41, 43, 45, 46, 47

Biodiversidade aquática 1, 2, 4, 8, 9, 13, 14, 16, 27

Biologia reprodutiva 50, 52, 53, 56, 57, 58

C

Cerrado 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 47, 48, 49, 50, 59, 60, 61, 68, 70, 72, 73, 74, 76, 79, 80, 81

Cerrado de altitude 30, 41, 42, 74

Composição química 59, 61, 65, 66, 69

Conservação biológica 21

D

Diagrama de Piper 59, 66, 67

E

Espécies endêmicas 2, 6, 7, 12, 21, 22, 31, 34, 38

F

Fitoplâncton 8, 11, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28

I

Ictiofauna 10, 50, 51, 52, 58

Indicadores biológicos 14, 24, 30, 41

M

Mapeamento ambiental 72

Microcrustáceos aquáticos 30, 34

N

Nascentes 1, 3, 13, 15, 21, 23, 25, 27, 34, 42, 46, 79, 80

P

Preservação ambiental 27, 72

Q

Qualidade de água 41, 42, 59, 61, 68, 72, 78, 79

R

Razão gonadossomática 50, 53

S

Savana brasileira 2, 21