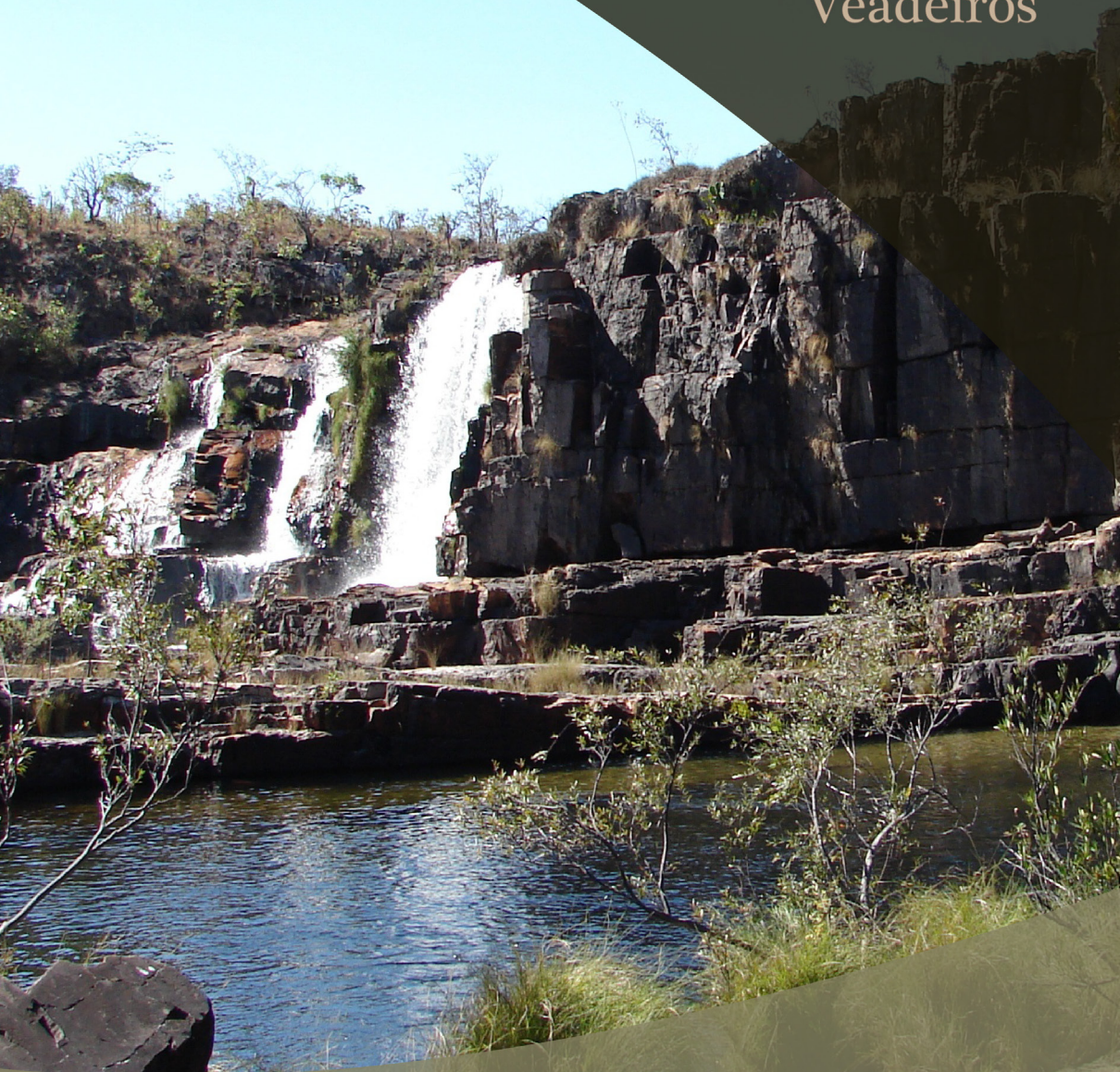


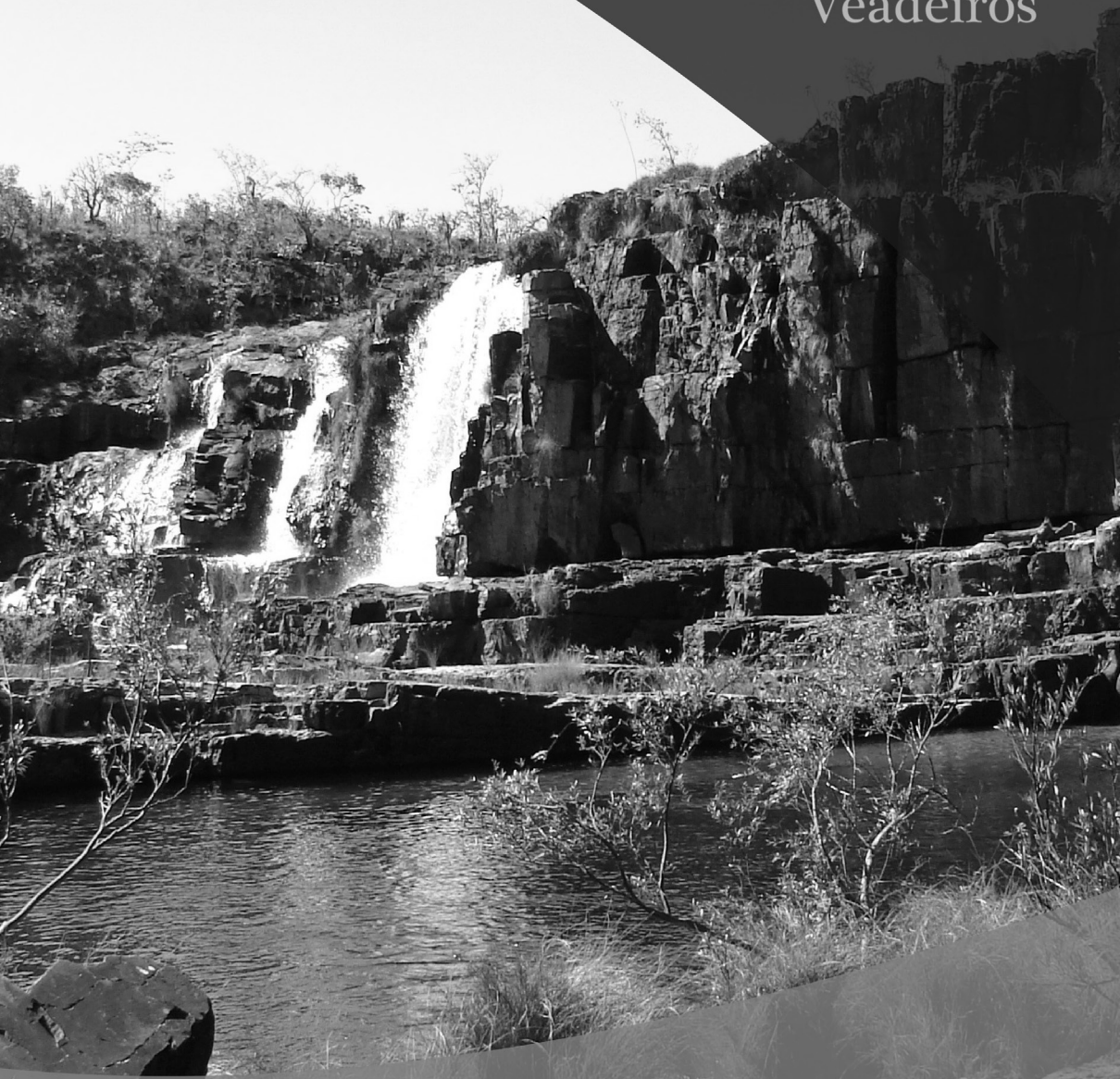
# Mapeamento de Indicadores Ambientais e de Diversidade Biológica Aquática da Chapada dos Veadeiros



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.

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

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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](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](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](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](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](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](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](https://doi.org/10.37572/EdArt_0307238667)

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 83**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 84**

# CAPÍTULO 1

## ÁREAS DE CERRADO COMO ANÁLISE DE REFERÊNCIA PARA A CONSERVAÇÃO AQUÁTICA NO BRASIL<sup>1</sup>

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  
Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL)  
Departamento de Ecologia  
Laboratório de Limnologia  
Universidade de Brasília (UnB)  
Brasília, DF, 70910-900, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-7915-3496>

### **Maria Júlia Martins Silva**

Professora Associada da  
Universidade de Brasília, Diretora do  
Centro de Estudos do Cerrado da  
Chapada dos Veadeiros (UnB Cerrado)  
Mestre e Doutora em Zoologia no  
Museu Nacional do Rio de Janeiro e na  
Universidade de São Paulo  
Centro UnB Cerrado  
Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL)  
Departamento de Zoologia  
Laboratório de Bentos  
Universidade de Brasília (UnB)  
Brasília, DF, 70910-900, Brasil

### **Carolina Teixeira Puppim Gonçalves**

Graduada em Licenciatura e  
Bacharelado no curso de  
Ciências Biológicas na  
Universidade de Brasília (UnB)  
Mestre em Zoologia Aplicada (UnB)  
Doutora em Ecologia Aquática  
Universidade Federal do  
Rio Grande do Norte (UFRN)  
Foi Analista Ambiental na  
Indústria Salineira  
Salinas do Nordeste SA - Salinor  
Pós-doutoranda na UFRN  
Pós-doutoranda  
Centro de Biociências  
Campus Universitário  
Universidade Federal do  
Rio Grande do Norte (UFRN)  
Av. Sen. Salgado Filho, 3000  
Lagoa Nova, Natal - RN  
59064-741, Brasil

**RESUMO:** O Cerrado é reconhecido como um ambiente (hotspot) relevante, sendo biologicamente o mais rico do mundo, com significativo grau de endemismo. A região central do Domínio Cerrado é considerada o “berço das águas” do Brasil, com importantes nascentes de bacias hidrográficas sul-americanas. As atividades antrópicas causaram diversos impactos nas bacias de drenagem, como poluição hídrica e assoreamento de cursos d’água, afetando a biota ribeirinha e aquática. A biodiversidade

<sup>1</sup> Versão em inglês desse artigo foi publicada na revista científica Biodiversity Journal, ano 2015, volume 6, número 4, pp. 805–816.



aquática dessa região ainda é pouco conhecida, apesar de estudos sobre a fauna e a flora terrestre mostrarem uma estimativa de 160 mil espécies. Nesta revisão, a biodiversidade aquática do Domínio Cerrado foi avaliada em levantamento bibliográfico de 2004 a 2012. Os dados obtidos até o momento são esparsos e focados em poucos grupos de organismos, e a riqueza de espécies aquáticas é estimada em 9.580 espécies. Espera-se que pelo menos 22,8% das espécies de peixes do Brasil ocorram no Cerrado, assim como 25,2% dos moluscos bivalves e 41,9% das algas diatomáceas. O endemismo é relevante para alguns grupos, chegando a 25% para peixes e mais de 10% para bivalves e diatomáceas. Com base no potencial de heterogeneidade ambiental dos sistemas aquáticos localizados em áreas altas e protegidas, sua preservação permanente tem sido um desafio para o abrigo de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, revelando um enorme patrimônio genético, como fundamenta este estudo para o Domínio Cerrado na região central Brasileira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Savana brasileira. Áreas preservadas. Biodiversidade aquática. Espécies endêmicas.

## CERRADO'S AREAS AS A REFERENCE ANALYSIS FOR AQUATIC CONSERVATION IN BRAZIL

**ABSTRACT:** The Cerrado is recognized as a relevant hotspot, being biologically the richest one in the world, with a significant degree of endemism. The central region of Cerrado Domain is considered the “water cradle” of Brazil, with important springs from South American watersheds. Human activities caused several impacts on drainage-basins, as water pollution and silting of running waters, affecting riparian and aquatic biota. The aquatic biodiversity of this region is yet poorly known, despite studies on the fauna and flora terrestrial showed an estimate of 160 thousand species. In this review, the aquatic biodiversity of the Cerrado Domain was evaluated on literature survey from 2004 to 2012. Data obtained until now are sparse and focused in some few organism groups, and the aquatic species richness is estimated to 9,580 species. At least 22.8% of fish species in Brazil are expected to occur in Cerrado, as well as 25.2% of bivalve mollusks, and 41.9% of the diatom algae. The endemism is relevant for some groups, reaching 25% for fishes and more than 10% for bivalves and diatoms. Based on the potential of environmental heterogeneity of the aquatic systems located in high and protected areas, their permanent preservation have been a challenge for shelter of endemic and endangered species, revealing a huge genetic patrimony, as grounded by this study for the Cerrado Domain in central Brazil.

**KEYWORDS:** Brazilian Savanna. Preserved areas. Aquatic biodiversity. Endemic species.

## 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é a mais extensa savana florestal da América do Sul e compreende 21% do território brasileiro. O Planalto Central brasileiro é coberto pelo Cerrado e se estende por uma área de 2.031.990 km<sup>2</sup>. É biologicamente a mais rica do mundo, com significativo grau de endemismo (MYERS *et al.*, 2000). A UNESCO classificou

o Cerrado como Reserva da Biosfera e é referido como um dos mais importantes ambientes (hotspots) de biodiversidade do mundo, com alta prioridade na conservação da biodiversidade. Este bioma possui 30% da biodiversidade brasileira e pelo menos 5% da riqueza de flora e fauna do mundo (OLIVEIRA & MARQUIS, 2002). A região do Cerrado é considerada o “berço das águas” do Brasil, com importantes nascentes das bacias da América do Sul, como as bacias do Prata, do Amazonas e do São Francisco. A predominância de terras altas no Brasil central proporciona condições para a drenagem das águas superficiais para as regiões mais baixas.

As fontes e nascentes de água de boa qualidade possibilitam a obtenção da água para uso da população, sendo imprescindível a adequação da gestão hídrica. O Brasil detém uma parcela significativa do escoamento superficial mundial (12,7%) e o Brasil central possui recursos hídricos potenciais devido a nascentes preservadas, apesar da crescente ocupação irregular pela população humana (MMA, 1998). A água subterrânea é um recurso renovável, mas é necessário tempo suficiente para permitir a reposição dos aquíferos. Tais áreas devem ser adequadamente manejadas a fim de evitar a contaminação por resíduos que possam se infiltrar e poluir o abastecimento subterrâneo.

Assim, o Cerrado do Brasil central compreende uma região com nascentes e bacias hidrográficas de alto valor, mas seu manejo deve ser direcionado para o acúmulo de água em reservatórios para uso humano regional. O volume de água do continente é finito e as nascentes são distribuídas irregularmente. Atualmente, a disponibilidade hídrica diminui gradativamente devido à degradação ambiental, ao crescimento populacional desordenado e à expansão agrícola (KLINK & MACHADO, 2005).

Nos últimos 35 anos, mais de 50% da área foi transformada em pastagens e terras agrícolas. As taxas de desmatamento têm sido intensas, mas os esforços de conservação têm sido modestos: apenas 2,2% estão sob proteção legal. As práticas de queima para limpar a terra para cultivo e crescimento de pastagens também causaram danos, mesmo em um ecossistema adaptado ao fogo como o cerrado brasileiro. A agricultura do Cerrado é lucrativa e espera-se que sua expansão continue, com melhoras na infraestrutura de transporte. A modificação da paisagem e as ameaças a inúmeras espécies aumentaram as preocupações com a conservação do Cerrado, e avanços como a expansão de áreas protegidas e o desenvolvimento de práticas agrícolas estão sendo aplicadas, beneficiando a subsistência das comunidades locais (KLINK & MACHADO, 2005).

Essas atividades antrópicas causaram diversos impactos nas bacias hidrográficas, como poluição hídrica, assoreamento de cursos d'água e perdas de

mata ciliar e biota aquática. Apesar de estudos sobre a fauna e a flora do Cerrado mostrarem uma estimativa de 160 mil espécies, a biodiversidade dessa região ainda é pouco conhecida. Essa situação é marcada pela diversidade de grupos aquáticos como invertebrados, algas, macrófitas e peixes (MMA, 2007).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho pretende examinar a afirmação da alta biodiversidade brasileira estimada em cerca de 13% das espécies do mundo (LEWINSOHN & PRADO, 2005). Esta pesquisa foi baseada em um levantamento bibliográfico com foco nos ecossistemas aquáticos do Cerrado brasileiro. O Scielo (Scientific Eletronic Library Online) e o site do Institute for Scientific Information (Thomson Corporation, 2012) foram explorados usando as palavras-chave “Cerrado” e “biodiversidade” (artigos publicados entre 12 de dezembro de 2004 e 31 de outubro de 2012). A biodiversidade aquática no Cerrado também foi investigada em teses acadêmicas referenciadas pelo IBICT (Biblioteca Digital Brasileira de Teses) de 2005 a 2012.

Foi feita uma comparação entre os dados apresentados neste trabalho e os obtidos por Agostinho et al. (2005), seguida de uma breve caracterização ecológica dos sistemas aquáticos interiores tendo em conta os parâmetros hidrológicos, tais como águas paradas ou correntes, e as principais categorias de zonas húmidas.

## 3 DISCUSSÃO

### 3.1 UMA BREVE CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS INTERIORES DO CERRADO

A região central do Domínio Cerrado apresenta uma variedade de ecossistemas aquáticos naturais. Além dos corpos hídricos lóticos (águas correntes) e lênticos (águas estagnadas), existe nesta região outro sistema aquático específico, que está associado a áreas inundáveis inseridas na categoria de zonas úmidas. De acordo com a convenção de Ramsar (1971), considera-se zona úmida toda a extensão de pântanos, poças e turfas, ou quaisquer superfícies aquosas, artificiais ou naturais, permanentes ou temporárias, doces ou salgadas. A ocorrência e extensão de zonas úmidas no Cerrado produz uma ampliação entre os sistemas terrestre e aquático, dando chance à pesquisa científica ainda pouco explorada nessas áreas.

Muitos riachos de baixa ordem fazem parte dos sistemas de drenagem da região central do Cerrado. Trata-se de uma rede hidrográfica dendrítica com pequenos cursos de água cujas cabeceiras emergem nas saias do planalto e cuja extensão se encontra

originalmente protegida por uma densa vegetação ribeirinha. Em condições naturais, suas águas são pobres em nutrientes, levemente ácidas e de baixa condutividade elétrica (até 10 $\mu$ S/cm). Devido às ribeiras rasas, de pequena dimensão e normalmente sombreadas, a temperatura da água mantém-se entre os 17 e os 20°C (PADOVESI-FONSECA, 2005). Em riachos mais quentes, a temperatura pode chegar a 25°C durante o verão. A densa cobertura vegetal ciliar impede a incidência direta dos raios solares, reduzindo a produtividade primária realizada pela vegetação aquática. A escassez de luz associada à baixa corrente e poucos nutrientes limitam o desenvolvimento dos organismos aquáticos, principalmente dos flutuantes, influenciando toda a cadeia alimentar. Por outro lado, a presença de mata ciliar regula o aquecimento excessivo da água, fornece a energia alóctone por meio de folhas, frutos e sementes para o sistema hídrico e fornece as condições ambientais para reprodução de diversas espécies. Itens alóctones, como restos vegetais e outros organismos, são fontes adicionais de alimentação para o sistema lótico, ligando e ampliando a teia alimentar. As espécies presentes nessas regiões desempenham um papel importante no estudo da biodiversidade, uma vez que muitas delas ocorrem em condições ambientais distintas, podendo se tornar endêmicas na região do Cerrado (SCHNEIDER *et al.*, 2011).

Atualmente, em muitas áreas, a mata ciliar encontra-se bastante alterada ou é mesmo inexistente; devido à frequência com que tem sido substituído por gramíneas. A erosão das margens, o assoreamento dos cursos d'água, a poluição e a contaminação das águas são as principais consequências do uso antrópico indiscriminado das bacias.

O núcleo do Domínio Cerrado possui inúmeros lagos e lagoas naturais formadas pela ressurgência das águas subterrâneas. Essas águas paradas tendem a ter formas e profundidades bem definidas. Suas características físicas e químicas refletem as condições da bacia hidrográfica, como tipo de solo, relevo e geologia (FONSECA *et al.*, 2014).

As lagoas são elementos transitórios na paisagem, uma vez que aparecem e desaparecem ao longo do tempo geológico. Seu curto prazo de vida está associado a diversos fenômenos, como sedimentos e aportes afluentes na bacia de drenagem, e o acúmulo de materiais em seu fundo. (BEUCHLE *et al.*, 2015).

As lagoas são lagos rasos geralmente com águas transparentes. Como a luz do sol pode atingir seu fundo, eles são bem iluminados e com abundância de plantas aquáticas em suas margens e fundo. A colonização por essas plantas representa uma espécie de heterogeneidade ambiental, afetando o metabolismo da lagoa (POMPÊO & MOSCHINI-CARLOS, 2003) e ampliando os grupos ecológicos e a biodiversidade local residente nessa área.

Esta quantidade vegetal tem uma relação ecológica com a flora e fauna aquática da lagoa. Áreas com espécies de macrófitas representam importantes refúgios, berçários e habitats de alimentação para organismos aquáticos, com a disponibilidade de alimentos e complexidade estrutural proporcionando proteção e diversidade de microhabitats (SÁNCHEZ-BOTERO *et al.*, 2007). Eles também reduzem a ação dos ventos e mantêm a condição da água. Os nutrientes presentes no sedimento das lagoas podem ser absorvidos pelas raízes, ficando disponíveis para a planta. A decomposição vegetal fornece nutrientes que podem ser reaproveitados, e as macrófitas aquáticas podem se tornar as principais produtoras de matéria orgânica da lagoa. A complexidade estrutural do habitat e suas implicações para a estrutura da comunidade e dinâmica da cadeia alimentar foram discutidas por WARFE & BARMUTA (2006).

As lagoas tendem a ficar mais rasas durante a estação seca e, na estação chuvosa, seu nível de água oscila de acordo com o regime de precipitação. Durante a estação chuvosa, muitos deles podem apresentar águas turvas devido ao aporte de sedimentos do solo circundante ou de veios d'água originados nas cabeceiras. (BLEICH *et al.*, 2009). Vários estudos mostraram a influência do regime de precipitação, especialmente durante o longo período seco, sobre os nutrientes e a biota, com a geração de variabilidade espacial que afeta as propriedades da qualidade da água e os produtores primários (*e.g.*, ODEBRECHT *et al.*, 2005).

Muitas dessas lagoas estão situadas em áreas elevadas e protegidas, sendo que parte delas ainda é desconhecida pela população ou mesmo pelos cientistas. Quando localizados em locais altos e dentro de bacias hidrográficas, podem atuar como corredores ecológicos interligando a flora e a fauna de bacias contíguas. Estas áreas são, em geral, o abrigo tanto de espécies endêmicas como também as ameaçadas de extinção, revelando um enorme patrimônio genético (PADOVESI-FONSECA, 2008). Mesmo situadas em áreas preservadas, algumas lagoas já se encontram alteradas devido à ocupação humana e à expansão agrícola.

O desenvolvimento da vegetação é condicionado por vários fatores, como tipo e fertilidade do solo, nível de saturação do solo durante a estação seca, profundidade e flutuação do volume das águas subterrâneas. Em áreas altas e bem drenadas, a cobertura vegetal é típica do Cerrado, composta por uma mistura de gramíneas, arbustos e pequenas árvores. Nas áreas mais baixas, onde o solo está saturado, a cobertura vegetal é geralmente de espécies gramíneas, diferente das do Cerrado. E, nas terras altas úmidas, a vegetação é formada por buritis (*Mauritia vinifera* Mart.), árvores típicas da região (PADOVESI-FONSECA, 2005).



As veredas são formações vegetais muito comuns no Planalto Central Brasileiro que ocorrem em solos permanentemente saturados de água. Possuem uma densa camada vegetal rasteira formada por espécies herbáceas pantanosas que vivem em poças, como gramíneas, Cyperaceae e Pteridophyta. Nos demais estratos da vereda, há uma faixa de buritis, palmeiras proeminentes que ocasionalmente podem atingir mais de 20 m de altura. Esta formação é ecologicamente importante, uma vez que funciona como local de pouso, descanso, abrigo, nidificação e alimentação de aves, servindo também como fonte de alimento para a fauna terrestre e aquática. Para as aves, as veredas têm sido pouco utilizadas pelas espécies endêmicas do Cerrado, mas são o principal requisito de habitat para várias espécies, conforme revisado por TUBELIS (2004). Assim, esta vegetação é um ecossistema importante para a biodiversidade regional, exigindo esforços para sua conservação.

Campos pantanosos são amplamente distribuídos no Brasil central. Ocorrem em terrenos inclinados de vale ao longo das margens da vegetação de galeria. A água subterrânea permanece na superfície do solo durante todo o ano, principalmente na estação chuvosa, e, na estação seca, mantém as camadas subterrâneas encharcadas. Esta vegetação é composta principalmente por gramíneas de estratos herbáceos, e apresenta um solo altamente orgânico e esponjoso (não turfoso). As águas subterrâneas superficiais e profundas tendem a ser ligeiramente ácidas (pH cerca de cinco), pobres em íons (condutividade elétrica abaixo de 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), têm temperaturas mais baixas (até 22°C) e oxigênio suficiente. Tais pastagens contêm solos hidro mórficos mal drenados, conforme discutido por HARIDASAN (2008).

Os campos pantanosos situam-se entre a mata ciliar e os campos cerrados ou veredas. A composição de espécies de gramíneas e caniços em pastagens úmidas é diversificada e apresenta um zoneamento espacial (GOLDSMITH, 1974), onde em áreas menos encharcadas é possível encontrar *Drosera* (planta carnívora), *Sphagnum* (turfa) e *Utricularia* (planta, carnívora). e em locais saturados de água, filamentos complexos de algas se desenvolvem na superfície do solo. (AMARAL *et al.*, 2013).

Dentro dos campos pantanosos, as áreas com solos elevados e expostos são chamadas de murundus. Os murundus são redondos e ligeiramente altos, variando de 1 a 10 m de diâmetro e até dois metros de altura (OLIVEIRA -FILHO, 1992). São formados por erosão diferenciada do solo e, mais frequentemente, são colonizados por cupins (GOLDSMITH, *op. cit.*).

FURLEY (1986) apresenta duas situações que contribuem para a formação dos murundus: uma é pela ressurgência das águas subterrâneas que permanecem próximas

à superfície, mantendo o solo geralmente orgânico encharcado nas terras baixas do vale. A outra possibilidade é pela ciclagem sazonal das chuvas e escoamento superficial da água, que é mais incomum, mas ocorre em áreas mais planas.

Os murundus presentes em áreas limpas apresentam um arranjo espacial descontínuo ao longo de um eixo longitudinal que de alguma forma afeta a abundância e distribuição do organismo aquático. Em um pântano de encosta perto de Brasília, capital do Brasil, foi registrada uma espécie endêmica de Copepoda em uma área de Cerrado, registrada como *Murunducaris juneae* (REID, 1994). (REID, 1993; 1994; CORGOSINHO *et al.*, 2008 e referências). Os murundus são comuns no planalto central do Brasil (REID, 1993) assim como em outras áreas do Domínio Cerrado, mas estudos nessas áreas ainda são necessários para melhorar o conhecimento dos sistemas abióticos e bióticos do cerrado brasileiro.

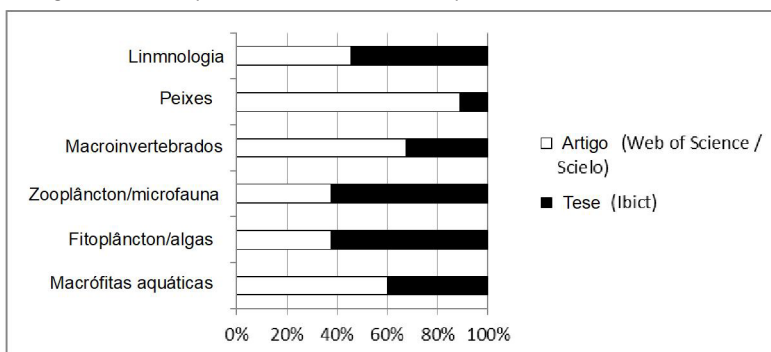
### 3.2 BIODIVERSIDADE AQUÁTICA

Já é reconhecido o alto grau de endemismo da biota do Cerrado, com excepcional riqueza biológica, detendo 5% da biodiversidade conhecida do planeta (OLIVEIRA & MARQUIS, 2002). Por esse motivo, é considerado um local importante no mundo e um dos biomas mais ricos e ameaçados da Terra. As áreas mais importantes para a preservação biológica estão situadas ao longo do eixo central do Cerrado brasileiro (MMA, 2007).

Uma revisão feita por AGOSTINHO *et al.* (2005) em relação à diversidade de espécies e espécies ameaçadas revelou a dificuldade de se ter um número mais preciso das espécies aquáticas interiores do Brasil. Este levantamento de literatura produziu 217 resultados de 1990 a 2004, enquanto o presente estudo obteve 308, a partir de 2004 a 2012. Esses dois levantamentos mostraram duas tendências principais: a falta de dados da biodiversidade brasileira e a tendência de produzir resultados semelhantes, sejam levantamentos do Brasil ou do Cerrado, embora em diferentes períodos de análise. Entre as 308 pesquisas para o Cerrado, apenas 4% se referiam a organismos de água doce; enquanto AGOSTINHO *et al.* (2005) encontraram 11%.

Como as teses acadêmicas não publicadas foram investigadas, elas revelaram uma predominância de estudos relacionados a macroinvertebrados aquáticos (cerca de 40%), seguidos de fitoplâncton e zooplâncton (15%). As pesquisas envolvendo espécies de peixes e macrófitas aquáticas atingiram apenas seis por cento das teses exploradas (Figura 1).

Figura 1. Aumento potencial da biodiversidade aquática no Domínio Cerrado, Brasil.



A riqueza do cerrado brasileiro é estimada em 9.580 espécies (MMA, 2002; 2004) e, conforme argumentado por AGOSTINHO et al. (2005), o número de espécies aquáticas em suas águas interiores é irregular devido à falta de requisitos básicos para a produção de inventários realistas. O número estimado de espécies nas águas interiores do Brasil e do Cerrado foi representado pela Tabela 1.

Tabela 1. Número estimado de espécies aquáticas no Cerrado e Brasil.

TÁXONS	CERRADO <sup>a</sup>	CERRADO (endêmicas spp) (10 – 25%) <sup>b</sup>	BRASIL	Referências
Macrófitas	100-300**	10 – 75	500–600	Pott et al 2011**; Agostinho et al. 2005
Algas total	2,500	250 – 625	10,000	MMA 2003
Bacillariophyta (diatomáceas)	503**	51 - 126	1,000 – 1,200	Silva et al. 2011**; Lewinsohn & Prado 2005
Chlorophyta	563**	53 – 141	2,500 – 3,500	Freitas & Loverde-Oliveira 2013**; Lewinsohn & Prado 2005
Cyanobacteria	115	12 - 29	460	Sant’Anna et al 2011
Protozoa (Sarcodina)	400	40 - 100	550	MMA 1999
Protozoa (Ciliate)	1,500	150 – 375	≤ 1,500	MMA 1999
Platyhelminthes (Cestoda)	30	3 – 8	120	Rego 2004
Mollusca (Bivalvia)	29	3 - 8	115	MMA 2003; Agostinho et al 2005
Mollusca (Gastropoda)	48	5 – 12	193	MMA 2003; Agostinho et al 2005
Rotifera	137	19	457	MMA 2003
Arthropoda (Acari)	83	8 - 21	332	MMA 2003; Agostinho et al 2005
Crustacea (Copepoda)	31	3 – 8	273 + 36** Total: 309	MMA 2003; Previatelli et al 2013**

TÁXONS	CERRADO <sup>a</sup>	CERRADO (endêmicas spp) (10 – 25%) <sup>b</sup>	BRASIL	Referências
Crustacea (Cladocera)	56**	6 – 14	153	Sousa & Elmoor-Loureiro 2012; MMA 2003
Insecta (Ephemeroptera)	52	-	166	Salles et al 2004
Insecta (Chironomidae)	47	5 - 12	379	Mendes 2014
Insecta (Odonata)	67**	7 -17	800	Galvão et al 2014**; Paulson 2014
Insecta (Plecoptera)	28	-	110	MMA 2003; Agostinho et al 2005
Insecta (Trichoptera)	219 – 230**1	22 – 55	625 +29**2 Total: 406	Paprocki & França 2014; Santos et al 2014 **1; Dumas et al 2010**2
Peixes	800	200 (25%)	3,500	MMA 2003; Agostinho et al 2005
Amphibia	113	32	687	MMA 2002; Lewinsohn & Prado 2005

a: O número estimado correspondeu a 25% do registrado para Brasil.

b: O número estimado correspondeu a 10-25% do registrado para o Cerrado.

\*\* número registrado por referência acoplada para o táxon.

Espera-se que pelo menos 22,8% das espécies de peixes do Brasil ocorram no Cerrado brasileiro, assim como 25,2% dos moluscos bivalves e 41,9% das algas diatomáceas. O endemismo é consideravelmente elevado para alguns grupos no Cerrado, chegando a 25% para peixes e mais de 10% para bivalves e diatomáceas (Tabela 1).

Considerando a alta biodiversidade que o bioma Cerrado apresenta, principalmente para a biota aquática, a diversidade de peixes é bastante expressiva. Estimativas indicam a ocorrência de quase 3.500 espécies de peixes na América do Sul, sendo mais de 800 encontradas no Domínio Cerrado. Essa estimativa pode atingir valores ainda maiores uma vez que cerca de 30 a 40% das espécies de água doce brasileiras são ainda desconhecidas (AGOSTINHO *et al.*, 2005). Tais informações destacam a composição de espécies nativas, incluindo os peixes migratórios-da ictiofauna presente nas regiões hidrográficas do Brasil central (LANGEANI *et al.*, 2007).

Considerando o potencial de endemismo e o número de espécies de peixes ameaçadas de extinção nesta região, é necessário ampliar o conhecimento sobre esta fauna, principalmente nas cabeceiras. Em estudo realizado na região da cabeceira da bacia do Paraná, no Parque Nacional de Brasília, região central do Brasil, foram detectadas 14 novas espécies de peixes, todas endêmicas da região (AQUINO *et al.*, 2009).

Os protozoários são o grupo menos conhecido dos invertebrados aquáticos do Cerrado e estudos envolvendo sua importância no funcionamento dos ecossistemas

aquáticos, principalmente como elo adicional na cadeia alimentar, junto ao uso de técnicas especiais (na maioria das vezes caras) para amostragem e identificação são necessários, embora esse alto custo possa de alguma forma limitar o estudo (MMA, 2003; AGOSTINHO *et al.*, 2005),

Os flagelados são os organismos com maior carência de dados dos protozoários, e sua diversidade nem pode ser estimada. Dentre os sarcodinos, a tecamoeba é bem estudada e sua riqueza é estimada em cerca de 400 espécies para o Cerrado brasileiro. No entanto, em estudos recentes, foram identificados cerca de 20 gêneros e 150 espécies de tecamoeba (MMA, 2003). Os ciliados, entretanto, são os membros mais expressivos dos protozoários em termos de riqueza de espécies, além de serem úteis como bioindicadores para avaliação da qualidade da água. Das 8.000 espécies descritas ao redor do mundo, estima-se que 1.500 ocorram no bioma Cerrado.

Em relação aos microinvertebrados aquáticos, além dos protozoários, devem ser citados representantes de Rotifera e microcrustáceos (Cladocera e Copepoda). Uma grande quantidade de espécies de rotíferos é amplamente distribuída e estão presentes em quase todos os tipos de habitats de água doce. Das 457 espécies brasileiras conhecidas, pelo menos 30% são encontradas em ambientes de água doce do Cerrado, onde quase 4% são provavelmente endêmicas. Copepoda e Cladocera são os principais grupos de microcrustáceos de água doce, com uma estimativa de quase 100 espécies, mas espera-se que esse número aumente com o registro de novas espécies (ELMOOR-LOUREIRO, 2007; SOUSA & ELMOOR-LOUREIRO, 2008; ELMOOR-LOUREIRO *et al.*, 2004). O grau de endemismo desses grupos é alto, e quando associado aos escassos dados para o Domínio Cerrado, é evidente a possibilidade de aumento da biodiversidade para a área e para o país.

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é composta por diversos grupos que vivem nos substratos e sedimentos dos corpos d'água, como anelídeos, moluscos e insetos aquáticos, sendo a maioria dos estudos na região focados em insetos aquáticos. Algumas pesquisas realizadas em vários riachos do Brasil central revelaram uma fauna ampla, com diferentes níveis taxonômicos, mas com poucos organismos identificados como espécies, provavelmente devido à dificuldade de identificação taxonômica em alguns grupos (BILSPO *et al.*, 2006; MARTINS-SILVA *et al.*, 2007; MARTINS-SILVA *et al.*, 2008). Portanto, a composição da fauna bentônica do Cerrado tem uma configuração generalizada, e mostra uma perspectiva crescente dos registros da biodiversidade na área.

A flora aquática do Cerrado, que abrange macrófitas, fitoplâncton e perifíton, tem sido avaliada em ambientes naturais, mas as assembleias aquáticas ainda são



pouco documentadas pelos artigos publicados. Uma rica microflora composta por algas Desmidiaceae foi registrada na Lagoa Bonita, uma lagoa situada em uma área de preservação permanente do Distrito Federal, Brasil central (SOUZA *et al.*, 2008 e referências). Um aumento da diversidade de algas em uma comunidade de perifiton associada a macrófitas aquáticas também foi observado em um ambiente lótico no córrego Roncador, situado na Reserva Ecológica do IBGE (Distrito Federal), onde foram registrados 171 táxons (MENDONÇA-GALVÃO, 2002). Ao longo do rio Descoberto foram registrados 16 táxons, sendo a maioria classificada como primeira ocorrência no Distrito Federal e no estado de Goiás (DELGADO & SOUZA, 2007).

Apesar dos poucos estudos, percebe-se a alta biodiversidade dos ecossistemas aquáticos naturais do Cerrado, exigindo mais esforços e contribuições para pesquisas na região (SILVA *et al.*, 2011). Dos 38 estudos encontrados ao longo de quase 30 anos, apenas 19 foram publicados em periódicos. No entanto, 64 gêneros e 503 espécies de diatomáceas foram catalogados com base nessas pesquisas.

A existência de áreas úmidas no Cerrado aumenta o inventário de espécies aquáticas no país. A comunidade aquática que se desenvolve nas áreas úmidas do Brasil central é bastante desconhecida; no entanto, estudos realizados nessa região detectaram uma diversidade biológica bastante expressiva, com algumas espécies endêmicas. Os invertebrados bentônicos são numerosos e os peixes são de pequeno porte. O peixe *Cynolebias boitonei*, Carvalho, 1959, denominado pirá-brasília, é endêmico e ameaçado de extinção nas veredas do Distrito Federal (AQUINO *et al.*, 2009). Por sua beleza, a espécie é utilizada como peixe ornamental, aumentando sua procura por aquaristas e agravando a situação da espécie em relação à sua conservação.

Espécies de macrófitas também têm sido relacionadas a altos níveis de biodiversidade e endemismo. Conforme observado por POTT *et al.* (2011), o número de espécies coletadas na porção superior da bacia do Paraná é duas vezes maior que o encontrado no Pantanal, chegando a pelo menos 574 espécies.

Em relação às espécies de algas, sua alta variedade com novas espécies nas águas interiores do Cerrado foi citada por SENNA & FERREIRA (1986, 1987), SOUZA *et al.* (2008) e PADOVESI-FONSECA & ADAMO (2007). Em um habitat de campo úmido, REID (1982; 1984; 1987; 1993) descreveu uma comunidade composta por nematóides, rotíferos, copépodos Harpacticoida, protozoários, Turbellaria, copépodos Cyclopoida, Cladocera, Ostracoda, Oligochaeta, Hydrocarina e muitas famílias de larvas de insetos. Pelo menos dez espécies de Copepoda foram registradas pela primeira vez e identificadas como espécies endêmicas da região.

Portanto, devido ao escasso número de estudos sobre diversos grupos aquáticos no Brasil central, é fundamental o apoio a novas pesquisas, bem como o reconhecimento das águas interiores do Cerrado como prioritárias na conservação da biodiversidade aquática.

### 3.3 O AUMENTO POTENCIAL DA BIODIVERSIDADE AQUÁTICA

O Domínio Cerrado possui uma grande heterogeneidade de ambientes aquáticos em uma paisagem de grande altitude. Sua região nuclear representa um divisor de bacia, com profusão de nascentes, rede infinita de pequenos ecossistemas lóticos, lagos e áreas úmidas formadas pela ressurgência de águas subterrâneas. Ali, os cursos d'água transitam entre montanhas e escarpas rochosas exibindo corpos rasos e estreitos, com áreas de remansos e formações de pequenas poças alternadas por rios de correnteza rápida e cachoeiras ao longo de seu percurso.

A região central do Cerrado envolve uma área de nascentes e cursos d'água das principais bacias hidrográficas do país, desempenhando importante papel na diversidade biológica. O Brasil detém uma parcela significativa da vazão dos rios do mundo e o elevado nível de endemismo das espécies aquáticas do Cerrado reafirma a importância da conservação das águas interiores do Cerrado brasileiro.

As áreas de conexão entre as bacias, compreendendo suas cabeceiras de drenagem, são núcleos de endemismo para espécies de água doce, representando uma das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade aquática (MMA, 2007). Córregos originados nesta região fluem naturalmente em direção às bacias, na maioria das vezes formando corredores ecológicos para muitas espécies aquáticas. Dependendo da capacidade de adaptação das espécies e de se estabelecerem em outras regiões, as águas do Cerrado podem representar caminhos de dispersão para as espécies aquáticas. Assim, a área nuclear do Cerrado é indispensável para a preservação da diversidade aquática e seu patrimônio genético. Além disso, essa necessidade é iminente uma vez que menos de 0,5% do Cerrado é coberto por áreas de conservação verdadeiramente aquáticas (MMA, 2007).

Variações hidro geológicas ao longo desses cursos formam ambientes distintos e criam graus de isolamento, que afetam a distribuição da biota aquática. Os eventos geológicos tiveram influência histórica na formação das águas interiores no Brasil central, ocasionando a predominância de pequenos ambientes aquáticos, como córregos, poças e lagos, e afetando a distribuição das espécies. A maior proporção de biodiversidade de peixes na região Neotropical foi registrada nas cabeceiras dos córregos e lagoas do Cerrado (LANGEANI *et al.*, 2007).

O aumento potencial da biodiversidade aquática no Cerrado também tem sido relatado para as áreas úmidas como resultado da heterogeneidade ambiental, o que permite uma maior biodiversidade (LEIBOWITZ, 2003), especialmente em áreas protegidas em estado primitivo. Esse potencial abrange espécies de diversos grupos taxonômicos, como algas, protozoários, invertebrados, vertebrados e diversas espécies vegetais. No entanto, por exemplo, esta tendência foi obtida apenas para a fauna de microcrustáceos conforme sugerido por REID (1982; 1984; 1987; 1993). Cladóceros fitófilos, por exemplo, foram avaliados em diversas áreas úmidas distribuídas no Brasil central, e mais da metade deles foram classificados como espécies novas ou endêmicas (ELMOOR-LOUREIRO, 2007; SOUSA & ELMOOR-LOUREIRO, 2008; SOUSA *et al.*, 2013).

### 3.4 ÁREAS PRÍSTINAS COMO REFERÊNCIA PARA ANÁLISES BIOLÓGICAS

Espécies aquáticas têm sido utilizadas como indicadores biológicos devido à sua sensibilidade e resposta rápida a mudanças sutis causadas por impactos antrópicos ou naturais. Macroinvertebrados bentônicos e peixes têm sido amplamente utilizados em análises biológicas devido às características particulares dessas comunidades aquáticas.

Os macroinvertebrados bentônicos apresentam ampla distribuição espacial e, em geral, limites restritos de tolerância a alterações das variáveis ambientais (LAMPERT & SOMMER, 2007), sendo que cada espécie ou grupo funcional possui tolerâncias específicas, de acordo com sua sensibilidade à poluição (METCALF, 1989). Além disso, sua vida sedentária e alta longevidade facilitam a análise de mudanças temporais em resposta a perturbações ambientais.

Como indicador biológico, os invertebrados bentônicos reforçam a relevância das áreas virgens do Cerrado como referência de condição ambiental. Nestas áreas, os cursos de água encontram-se protegidos por vegetação de galeria e a grande massa alóctone é proveniente da floresta, permitindo a predominância de grupos específicos (COUCEIRO *et al.*, 2009).

A preservação da vegetação de galeria proporciona heterogeneidade ambiental nos sistemas lóticos, e quando associada a perturbações naturais, como secas e inundações, são fatores importantes para o potencial aumento da diversidade de macroinvertebrados bentônicos (BUNN & DAVIES, 1992).

Os peixes dos riachos brasileiros são altamente endêmicos (LANGEANI *et al.*, 2007) e pouco resistentes à degradação do habitat e outras modificações antrópicas (ARAÚJO *et al.*, 2003), o que possibilita seu uso como bioindicadores da qualidade ambiental (KARR, 1981).

A paisagem natural do Cerrado, como um todo, foi muito impactada pelas atividades antrópicas, mas muitos esforços ainda são possíveis em prol da preservação dos habitats remanescentes. Nesse contexto, os levantamentos da fauna e da flora do Cerrado são fundamentais para futuras pesquisas regionais e imprescindíveis para a criação e gestão de áreas protegidas.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo quando o Cerrado tem sido considerado um dos biomas mais biodiversos e ameaçados do mundo, pouca atenção tem sido dada à conservação de seus ecossistemas aquáticos naturais e biota. O alto endemismo detectado no Cerrado e o desconhecimento sobre seus ambientes aquáticos, revelam importantes lacunas que dificultam a avaliação dos ecossistemas aquáticos, uma vez que, atualmente, as áreas definidas para conservação raramente os incluem. Essa situação pode ser associada à ideia amplamente aceita de que, uma vez protegidos os ambientes terrestres, também os aquáticos o são, conforme discutido por PADOVESI-FONSECA (2005).

Quando considerada a amplitude do bioma Cerrado e seu elevado potencial de biodiversidade, a flora e a fauna aquáticas devem ser avaliadas e visualizadas como ferramentas essenciais para a conservação ambiental da região. Um dos aspectos relevantes na conservação dos ambientes aquáticos é a falta de dados sobre os sistemas intocados do Cerrado. Essas áreas, além de serem uma importante fonte de biodiversidade, como aponta esta revisão, também podem se tornar uma referência para a recuperação e restauração de habitats degradados.

A profusão de nascentes e mangues atesta que a água é uma fonte abundante na região do Cerrado. No entanto, os assentamentos humanos na área da nascente podem resultar em sérios problemas devido à baixa taxa de reposição e ao uso de águas subterrâneas como fonte de água. A captação de água de boa qualidade para diversos usos pelas indústrias e população é um dos principais desafios da atualidade. A água é um recurso de alto valor, com usos potenciais como geração de energia, abastecimento doméstico e industrial, navegação, irrigação, recreação, agricultura e pesca, entre outros. Como resultado, muitas nascentes e lagos naturais estão sendo drenados (HUNKE *et al.*, 2014).

Nesse contexto, fica evidente a necessidade de intensificar os esforços dedicados ao estudo desses peculiares ecossistemas regionais principalmente a biodiversidade, biologia e ecologia das espécies aquáticas. Tais propósitos garantiriam o embasamento teórico para a preservação e uso sustentável dos mananciais pelas atuais e futuras gerações.

## 5 AGRADECIMENTOS

Esta revisão é resultado de pesquisas sobre biodiversidade aquática realizadas pelo Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL). Este artigo reflete as discussões sobre a biodiversidade aquática no Brasil e no Cerrado, e os desafios e conflitos de sua conservação, e expressa as opiniões dos autores. Agradecemos o professor Roller Ibañez R. pela tradução para o português, com sugestões de revisão do texto.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. **Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters**. *Conservation Biology*, 19, 646–652, 2005.
- AMARAL, A.G.; MUNHOZ, C.B.R.; EUGENIO, U.O.; FELFILI, J.M. **Vascular flora in dry-shrub and wet grassland Cerrado seven years after a fire, Federal District, Brazil**. *Check List*, 9, 487–503, 2013.
- AQUINO, P.P.U.; SCHNEIDER, M.; MARTINS-SILVA, M.J.; PADOVESI-FONSECA, C.; *et al.* **The fish fauna of Parque Nacional de Brasília, upper Paraná River basin, Federal District, Central Brazil**. *Biota Neotropica*, 9, 217–230, 2009.
- ARAÚJO, F.G.; FICHBERG, I.; PINTO, B.C.T.; PEIXOTO, M.G. **A preliminary index of Biotic Integrity for monitoring the condition of the rio Paraíba do Sul, southeast Brazil**. *Environmental Management*, 32, 516–526, 2003.
- BISPO, P.C.; OLIVEIRA, L.G.; BINI, L.M.; SOUSA, K.G. **Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures**. *Brazilian Journal of Biology*, 66, 611–622, 2006.
- BLEICH, M.E.; SILVEIRA, R.M.L.; NOGUEIRA, F.M.B. **Limnological patterns in northern Pantanal lagoons**. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52, 755–764, 2009.
- BEUCHLE, R.; GRECCHI, R.C.; SHIMABUKURO, Y.E.; *et al.* **Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach**. *Applied Geography*, 58, 116–127, 2015.
- BUNN, S.E.; Davies, P.M. **Community structure of the macroinvertebrate fauna and water quality of a saline river system in southwestern Australia**. *Hydrobiologia*, 248, 143–160, 1992.
- CONGOSINHO, P.H.C.; ARBIZU, P.M.; REID, J.W. **Revision of the genus *Murunducaris* (Copepoda: Harpacticoida: Parastenocarididae), with descriptions of two new species from South America**. *Journal of Crustacean Biology*, 28, 700–720, 2008.
- COSTA, M.H.; BOTTA, A.; CARDILLE, J. **Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, southeastern Amazonia**. *Journal of Hydrology*, 283, 206–217, 2003.
- COUCEIRO, S.R.M.; HAMADA, N.; FORSBERG, B.R.; PADOVESI-FONSECA, C. **Effects of anthropogenic silt on aquatic macroinvertebrates and abiotic variables in streams in the Brazilian Amazon**. *Journal of Soils and Sediments*, 209, 1–15, 2009.
- DE MARCO, P.-Jr.; NOGUEIRA, D.S.; CORREA, C., *et al.* **Patterns in the organization of Cerrado pond biodiversity in Brazilian pasture landscapes**. *Hydrobiologia*, 723, 87–101, 2014.

DELGADO, S.M.; SOUZA, M.G.M. **Diatomoflórula Perifítica do rio Descoberto-DF e GO, Brasil, Naviculales (Bacillariophyceae): Diploneidínea e Sellaphorínea.** Acta botanica brasílica, 21, 767-776, 2007.

DUMAS, L.L.; SANTOS, A.P.M.; JARDIM, G.A.; *et al.* **Insecta, Trichoptera: New records from Brazil and other distributional notes.** Check List, 6, 7–9, 2010.

EITEN, G. Ecology of Tropical Savannas Ecological Studies 42. In: HUNTLEY, B.J.; WALKER, B.H. (Eds.) **Brazilian 'Savannas'**. Berlin: Springer. p. 25-47, 1982.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. **Phytophilous cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Paran River Valley, Goiás, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, 2, 344-352, 2007.

ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A.; MENDONÇA-GALVÃO, L.; PADOVESI-FONSECA, C. **New cladoceran records from Lake Parano, Central Brazil.** Brazilian Journal of Biology, 64, 415-422, 2004.

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.

FREITAS, L.C.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.M. **Checklist of green algae (Chlorophyta) for the state of Mato- Grosso, Central Brazil.** Check List, 9, 1471-1483, 2013.

FURLEY, P.A. **Classification and distribution of murundus in the Cerrado of Central Brazil.** Journal of Biogeography, 13, 265–268, 1986.

GALVÃO, L.B.; DE MARCO, P.; BATISTA, J.D. **Odonata (Insecta) from Nova Xavantina, Mato Grosso, Central Brazil: Information on species distribution and new records.** Check List, 10, 299–307, 2014.

GOLDSMITH, F.B. **Multivariate analyses of tropical grassland communities in Mato Grosso, Brazil.** Journal of Biogeography, 1, 111-122, 1974.

HARIDASAN, M. **Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 20, 183-195, 2008.

HUNKE, P.; MUELLER, E.N.; SCHRODER, B.; ZEILHOFER, P. **The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use.** Ecohydrology, 1, 1-27, 2014.

KARR, J.R. **Assessment of biotic integrity using fish communities.** Fisheries, 6, 21-27, 1981.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. **Conservation of the Brazilian Cerrado.** Conservation Biology, 19, 707-713, 2005.

LAMPERT, W.; SOMMER, U. **Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams.** (2 ed.). New York: Oxford University Press Inc., 324 pp, 2007.

LANGEANI, F.; CASTRO, R.M.C.; OYAKAWA, O.T.; *et al.* **Ichthyofauna diversity of the upper rio Paran: present composition and future perspectives.** Biota Neotropica, 7, 1-17, 2007.

LEIBOWITZ, S.G. **Isolated wetlands and their functions: an ecological perspective.** Wetlands, 23, 517-531, 2003.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. **How Many Species Are There in Brazil?** Conservation Biology, 19, 619-624, 2005.

MARTINS-SILVA, M.J. Inventory of Aquatic Biota as view for the conservation and sustainable use of the Cerrado (Serra e Vale do Paran ). In: MARTINS-SILVA, M.J. (org.) **Projeto Probio**, Brasília: MMA/GEF/BID, 2007. [http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/arquivos/\\_6/LIVROPROBIO.pdf](http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/arquivos/_6/LIVROPROBIO.pdf)

MARTINS-SILVA, M.J.; ENGEL, D.W.; ROCHA, F.M.; ARAÚJO, J. **Trichoptera immatures in Paran  river basin, Goiás State, with new records for genera**. Neotropical Entomology, 37, 735-738, 2008.

MENDES, H.F. **Chironomidae from Brazil**. Depart of Biology, FFCL-RP, University of São Paulo, 2014. <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/Laboratorio/chironomidae/index.htm>. Acessado 22 November 2014.

MENDONÇA-GALVÃO, L. **Periphyton community in leaves of *Echinodorus tunicatus* Small**. Boletim Herb rio Ezechias Paulo Heringer, 10, 5-15, 2002.

METCALF, J.L. **Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe**. Environmental Pollution, 60, 101-139, 1989.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **First National Report to the Convention on Biological Diversity**. Ministério do Meio Ambiente, dos recursos hídricos e da Amazônia legal. Brasília, Brazil: Brazilian Program of Biological Diversity, 284 pp, 1998.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Evaluation and identification of priority areas and actions for the conservation, sustainable use and benefit sharing of biodiversity in Brazilian biomes**. Brasília: MMA/SBF, 404 pp, 2002.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Evaluation of the state of knowledge on biological diversity in Brazil. In: ROCHA, O (org.). **Freshwaters. Brazilian Program of Biological Diversity**, Brasília: MMA, p. 1-40, 2003.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Second National Report to the convention on biological diversity - Brazil**. Brasília: Brazilian Program of Biological Diversity. 349 pp, 2004.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. **Priority actions for the conservation of biodiversity in the Cerrado and Pantanal - Brazil**. Brasília: Brazilian Program of Biological Diversity, 540 pp, 2007.

MUELLER, C. **Expansion and modernization of agriculture in the Cerrado - the case of soybeans in Brazil's center-West**. Department of Economics working paper 306. University of Brasília, Brasília, Brazil, 2003.

MYERS, N.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, 403, 853-858, 2000.

ODEBRECHT, C., ABREU, P.; MOLLER, O.O.-Jr.; *et al.* 2005. **Drought effects on pelagic properties in the shallow and turbid Patos Lagoon, Brazil**. Estuaries, 2, 675-685, 2005.

OLIVEIRA, P.S.; MARQUIS, R.J. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savana. New York: Columbia University Press, 424 pp, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. **Floodplain" Murundus" of Central Brazil: evidence for the termite origin hypothesis**. Journal of Tropical Ecology, 8, 1-19, 1992.

PADOVESI-FONSECA, C. Características dos ecossistemas aquáticos do Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (org.) **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conserva o**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 422-423, 2005.



- PADOVESI-FONSECA, C. Macrófitas aquáticas da Lagoa Bonita, uma lagoa natural. In: FONSECA, F.O. (org.) **Águas Emendadas**. Brasília: SEDUMA, 185-186, 2008.
- PADOVESI-FONSECA, C.; ADAMO, L.A. Fauna associada à macrófitas aquáticas. In: MARTINS-SILVA, M.J. (org.) **Inventory of Aquatic Biota as view for the conservation and sustainable use of the Cerrado (Serra e Vale do Paranã)**. Brasília: MMA/GEF/BID, 2007. [http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/arquivos/\\_6/LIVROPROBIO.pdf](http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/arquivos/_6/LIVROPROBIO.pdf)
- PAPROCKI, H.; FRANÇA, D. **Brazilian Trichoptera Checklist II**. Biodiversity Data Journal 2, e1557, 2014.
- PAULSON, D.R. **List of Odonata of South America by country**. James R. Slater, Museum of Natural History, University of Puget Sound, Tacoma, Washington. <http://www.ups.edu/biology/museum/ODofSA.html>. Accessed 26 November 2014
- POMPÊO, M.L.M.; MOSCHINI-CARLOS, V. Macrófitas aquáticas e perifiton: aspectos ecológicos e metodológicos. São Paulo: RiMa, 124 pp, 2003.
- POTT, V.J.; POTT, A.; LIMA, L.C.P.; *et al.* **Aquatic macrophyte diversity of the Pantanal wetland and upper basin**. Brazilian Journal of Biology, 71 (suppl.), 255-263, 2011.
- PREVIATELLI, D.; PERBICHE-NEVES, G.; SANTOS-SILVA, E.N. **New Diaptomidae records (Crustacea: Copepoda: Calanoida: Diaptomidae) in the Neotropical region**. Check List, 9, 700-713, 2013.
- RAMSAR CONVENTION. **Convention of Wetlands**. 1971. <http://www.ramsar.org/>. Accessed 12 December 2012.
- REGO, A.A. **Current state of knowledge of Cestodes from Neotropical freshwater fishes and rays**. Revista Brasileira de Zociências, 6, 45-60, 2004.
- REID, J.W. ***Forficatocaris schadeni*, a new copepod (Harpacticoida) from central Brazil, with keys to the species of the genus**. Journal of Crustacean Biology, 2, 578-587, 1982.
- REID, J.W. **Semiterrestrial meiofauna inhabiting a wet campo in central Brazil, with special reference in the Copepoda (Crustacea)**. Hydrobiologia, 118, 95-111, 1984.
- REID, J.W. **The cyclopoid copepods of a wet campo marsh in central Brazil**. Hydrobiologia, 153, 121-138, 1987.
- REID, J.W. **The harpacticoid and cyclopoid fauna in the cerrado region of Central Brazil, 1: species composition, habitats and zoogeography**. Acta Limnologica Brasiliensia, 6, 56-68, 1993.
- REID, J.W. ***Murunducaris juneae*, new genus, new species (Copepoda: Harpacticoida: Parastenocarididae) from a wet campo in central Brazil**. Journal of Crustacean Biology, 14, 771-781, 1994.
- SALLES, F.F.; DA-SILVA, E.R.; HUBBARD, M.D.; SERRÃO, J.E. **The species of mayflies (Ephemeroptera: Insecta) recorded from Brazil**. Biota Neotropica, 4: 1-34, 2004.
- SÁNCHEZ-BOTERO, J.I.; LEITÃO, R.P.; CARAMASCHI, E.R.; GARCEZ, D.S. **The aquatic macrophytes as refuge, nursery and feeding habitats for freshwater fish from Cabiunas Lagoon, Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro, Brazil**. Acta Limnologica Brasiliensia, 19, 143-153, 2007.

- SANT'ANNA, C.L.; BRANCO, L.H.Z.; GAMA, W.A.-Jr; WERNER, V.R. **Checklist of Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil**. *Biota Neotropica*, 11, 455-495, 2011.
- SANTOS, A.P.M.; DUMAS, L.L.; JARDIM, G.A.; *et al.* **Brazilian Caddisflies: Check-lists and Bibliography**. <https://sites.google.com/site/braziliancaddisflies>. Accessed 12 December 2014.
- SCHNEIDER, M.; AQUINO, P.D.P.U.; MARTINS-SILVA, M.J.; PADOVESI-FONSECA, C. **Trophic structure of a fish community in Bananal stream subbasin in Brasília National Park, Cerrado biome (Brazilian Savanna), DF**. *Neotropical Ichthyology*, 9, 579-592, 2011.
- SENNA, P.A.C.; FERREIRA, L.V. **Nostocophyceae (Cyanophyceae) da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil, 1: Chroococcaceae e Oscillatoriaceae**. *Revista Brasileira de Botânica*, 9, 91-108, 1986.
- SENNA, P.A.C.; FERREIRA, L.V. **Nostocophyceae (Cyanophyceae) da Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil, 2: Famílias Nostocaceae e Scytonemataceae e Stigonemataceae**. *Rickia*, 14, 7-19, 1987.
- SILVA, W.J.; NOGUEIRA, I.S.; SOUZA, M.G.M. **Diatom Catalog from the Central-Western region of Brazil**. *Iheringia*, 66: 61-86, 2011.
- SOUSA, F.D.R.; ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. **Cladóceros fitófilos (Crustacea, Branchiopoda) do Parque Nacional das Emas, estado de Goiás**. *Biota Neotropica*, 8, 159-166, 2008.
- SOUSA, F.D.R.; ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A. **How many species of cladocerans (Crustacea, Branchiopoda) are found in Brazilian Federal District?** *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24, 351-362, 2012.
- SOUSA, F.D.R.; ELMOOR-LOUREIRO, L.M.A.; MENDONÇA-GALVÃO, L., **Cladocerans (Crustacea, Anomopoda and Ctenopoda) from Cerrado of Central Brazil: Inventory of phytophilous community in natural wetlands**. *Biota Neotropica*, 13, 222-229, 2013.
- SOUZA, M.G.M.; IBAÑEZ, M.S.R.; GOMES, P. Microflora da Lagoa Bonita, uma lagoa natural. In: FONSECA, F.O. (org). **Águas Emendadas**. Brasília: SEDUMA, pp 187-189, 2008.
- THOMSON CORPORATION. **Web of Science**. Institute for Scientific Information. <http://go5.isiknowledge.com>. Accessed 12 December 2012.
- TUBELIS, D.P. **Species composition and seasonal occurrence of mixed species flocks of forest birds in savannas in central Cerrado, Brazil**. *Ararajuba*, 12: 105-111, 2004.
- WARFE, D.M.; BARMUTA, L.A. **Habitat structural complexity mediates food web dynamics in a fresh-water macrophyte community**. *Oecologia*, 150, 147-54, 2006.

## 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