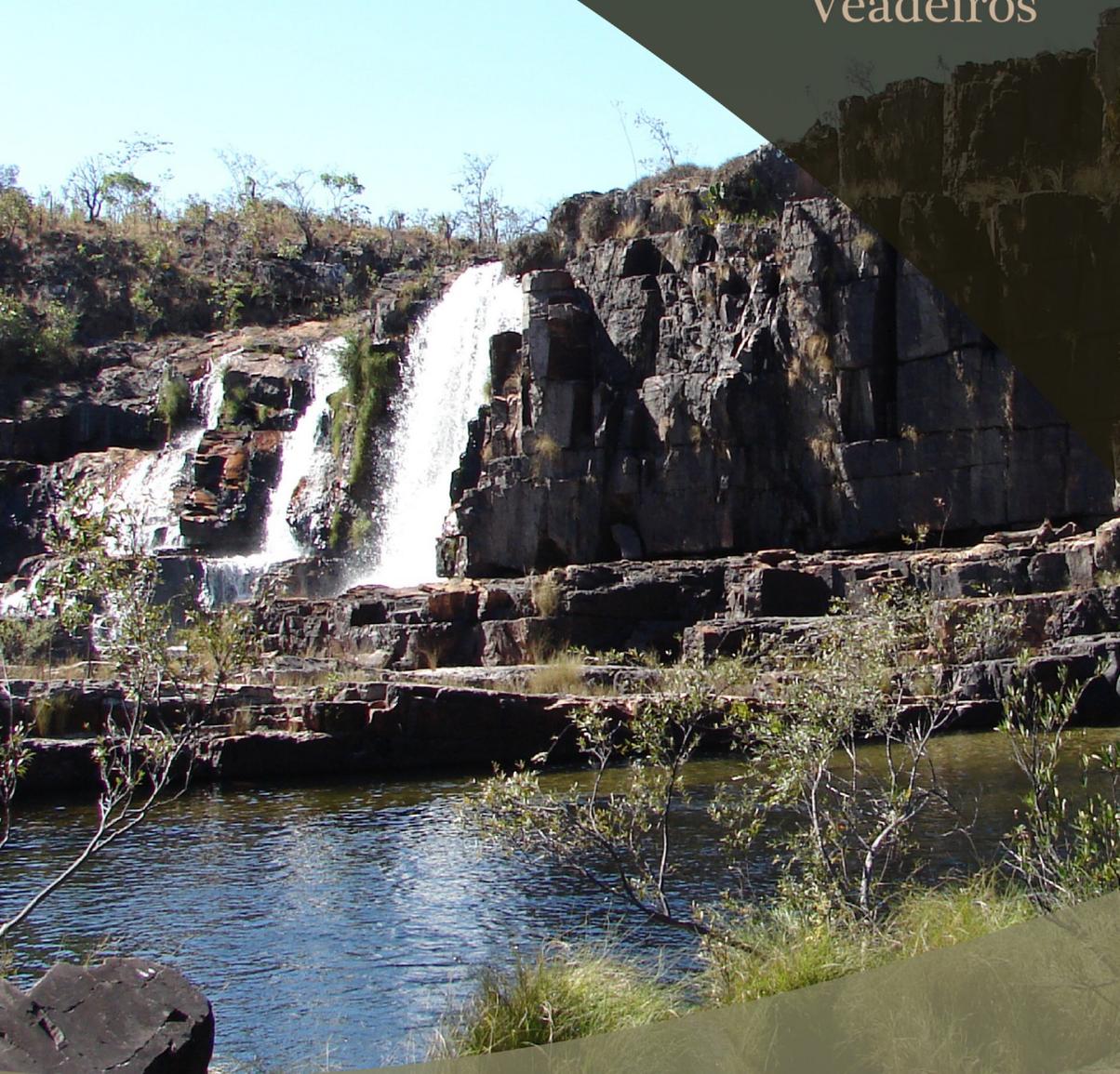


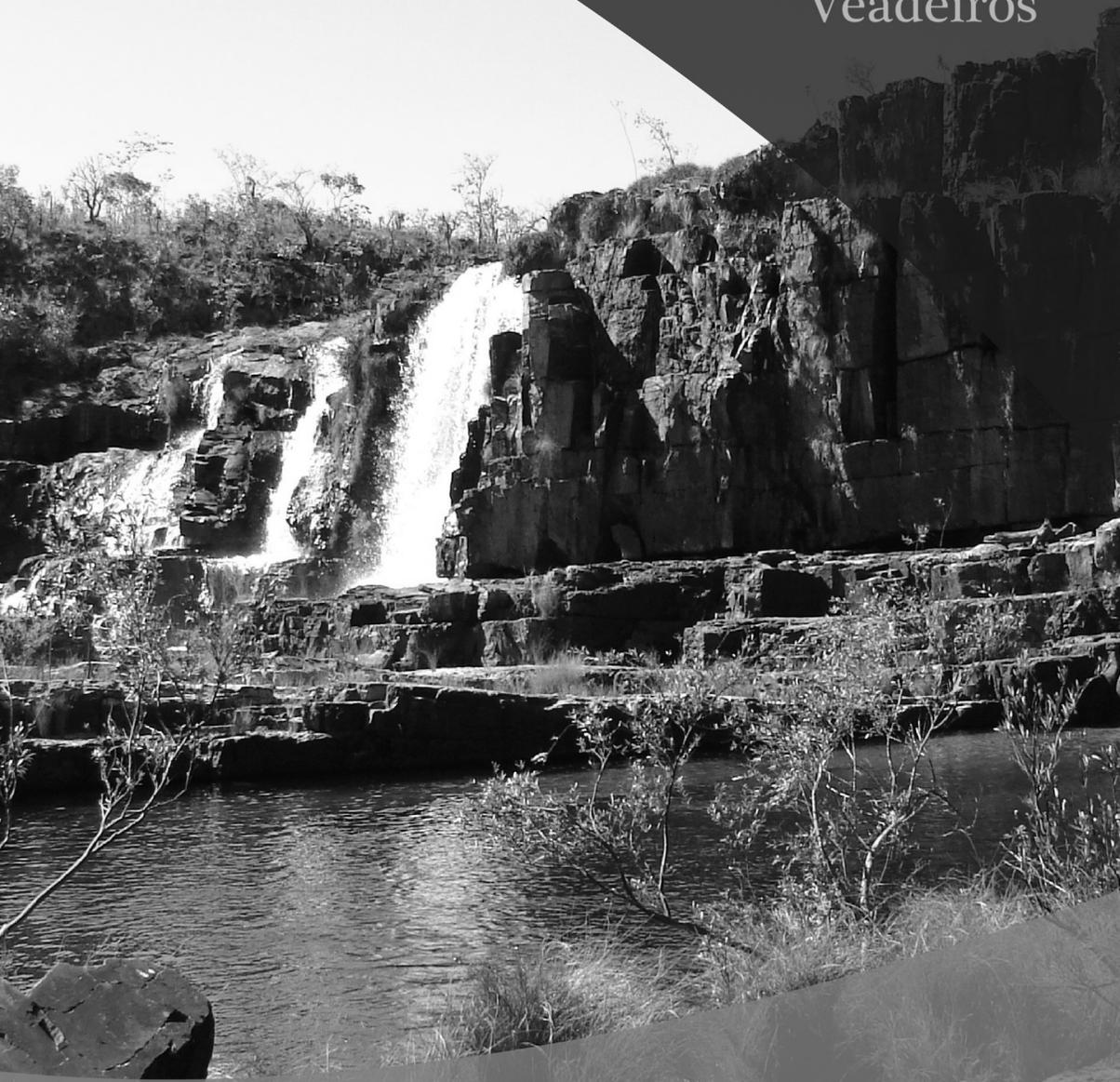
# Mapeamento de Indicadores Ambientais e de Diversidade Biológica Aquática da Chapada dos Veadeiros



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.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](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 7

## AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE RIACHOS 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, Brazil  
<https://orcid.org/0000-0001-7915-3496>

**RESUMO:** Diagnósticos ambientais vêm sendo usados para descrever as condições dos corpos hídricos por meio de observações visuais e poucas medições. Esse estudo pretende identificar e mensurar as condições ambientais de dois cursos d'água da Chapada dos Veadeiros, GO, rio dos Couros e rio São Bartolomeu, e inclui análises de suas bacias hidrográficas. Aspectos das bacias

foram mapeados com o uso do Sistema de Informação Geográfica-(GIS), para cobertura vegetal, relevo e tipo de solo. O diagnóstico ambiental dos rios foi realizado por meio de Protocolo de Avaliação Rápida-(PAR), e avaliou características de trechos dos rios de acordo com o estado de conservação. Vegetação do Cerrado é predominante, e, em grande parte da área de estudo, está bem preservada. A diferença de altitude entre a nascente e a foz foi mais acentuada no rio dos Couros (1000 m) que no rio São Bartolomeu (300 m). Assim, a bacia do rio dos Couros apresenta declives acentuados ao passo que a bacia do rio São Bartolomeu é mais plana. Na região, os solos são suscetíveis à erosão decorrente do relevo e tipo de solo. O solo predominante é pedregoso, pobre em nutrientes e com alta concentração de alumínio e pouca base trocável. Solos úmidos e argilosos são identificados na nascente e foz do rio São Bartolomeu, respectivamente. A preservação da área e a reduzida atividade humana foram os condutores para o registro de rios com excelente qualidade de água. A vegetação ripária foi apontada como um dos filtros naturais de nutrientes e barreira para entrada de sedimento nos cursos d'água. O presente estudo evidenciou a elevada sensibilidade aos impactos humanos e a vulnerabilidade ambiental dos cursos d'água e de suas bacias na região da Chapada dos Veadeiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia hidrográfica. Mapeamento ambiental. Preservação ambiental. Cerrado.

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF STREAMS IN THE CHAPADA DOS VEADEIROS, CENTRAL BRAZIL

**ABSTRACT:** Environmental diagnostics have been used to describe the water bodies conditions by visual observations and few measurements. This study aims to identify and measure the environmental conditions of two watercourses in Chapada dos Veadeiros, GO, rio dos Couros and rio São Bartolomeu, and includes analyzes of their watersheds. Basins features were mapped using the Geographic Information System (GIS), for vegetation cover, relief and soil type. Rivers environmental diagnosis was carried out using the Rapid Assessment Protocol (PAR), and evaluated the river sections features according to their conservation status. Cerrado vegetation is predominant, and, in a large part of the study area, it is well preserved. The altitude difference between the spring and the mouth was more pronounced in rio dos Couros (1000 m) than in rio São Bartolomeu (300 m). Thus, the Couros basin has steep slopes, while the São Bartolomeu basin is flatter. In the region, the soils are susceptible to erosion due to relief and soil type. The predominant soil is stony, poor in nutrients and with a high concentration of aluminum and low exchangeable base. Moist and clayey soils are identified at spring and mouth of rio São Bartolomeu, respectively. The area preservation and reduced human activity were the drivers for the register of rivers with excellent quality water. Riparian vegetation was identified as one of the natural nutrient filters and a barrier to the entry of sediment into watercourses. The present study showed the high sensitivity to human impacts and the environmental vulnerability of rivers and their basins located in the Chapada dos Veadeiros.

**KEYWORDS:** Hydrographic basin. Environmental mapping. Environmental preservation. Cerrado.

### 1 INTRODUÇÃO

Atividades humanas resultaram em diferentes usos do ambiente e seus recursos, com a produção de impactos ambientais, como fragmentação de habitats, mudanças nas condições ecológicas e de sua biota e diversos tipos de poluição ambiental (MENEZES *et al.*, 2012). Diante disso, os indicadores ecológicos são importantes para avaliação do estado do meio ambiente ou para monitorar tendências nas condições ambientais ao longo do tempo, fornecendo alertas de mudanças precoces no meio ambiente (DALE & BEYELER, 2001).

Avaliar a qualidade ambiental é importante para qualquer pesquisa ecológica, uma vez que a biota aquática apresenta exigências de habitats que são relacionadas com a qualidade da água. Em sistemas lóticos, além do corpo d'água, o ambiente ao redor e sua bacia hidrográfica também devem ser caracterizados, em virtude da intensa interação entre eles (MINATTI-FERREIRA & BEAUMORD, 2004). Nesse contexto, diagnósticos ambientais objetivos, de alta qualidade e baixo custo, são responsáveis

pelo sucesso de programas de preservação ou recuperação de ecossistemas aquáticos (MINATTI-FERREIRA & BEAUMORD, *op. cit.*).

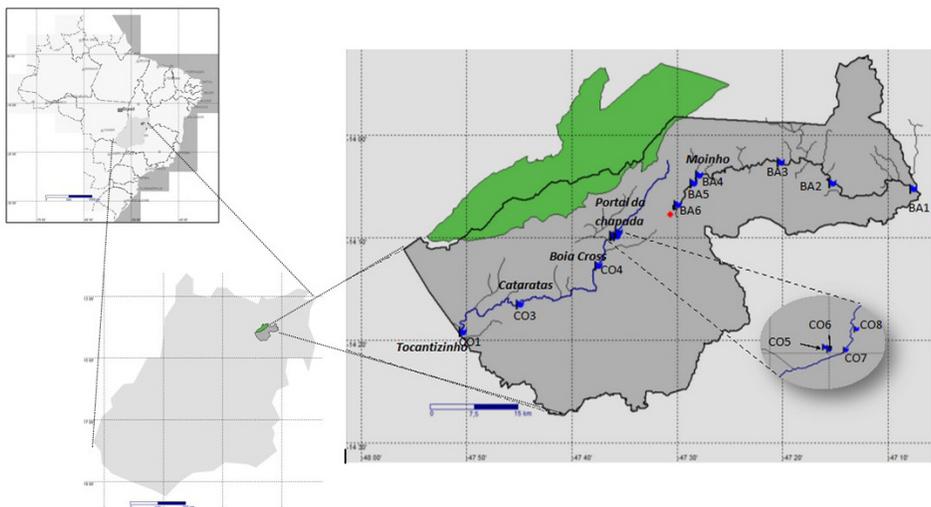
A Chapada dos Veadeiros, localizada na região nordeste do estado de Goiás, representa uma região de especial interesse para a conservação do Cerrado no Brasil central. Está acomodada em uma área de altitude, com formações geológicas peculiares, formada por planaltos montanhosos com paredões rochosos e vales com rios encachoeirados, e paisagens de grande beleza cênica. Faz parte da Reserva da Biosfera Goyaz e se constitui na área contínua mais bem preservada do Cerrado em Goiás (LIMA & FRANCO, 2014).

A proposta desse estudo foi identificar e ponderar as condições ambientais de dois cursos d'água da Chapada dos Veadeiros, GO, Rio dos Couros e Rio São Bartolomeu, com o incremento de características de suas bacias hidrográficas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em duas bacias hidrográficas localizadas ao norte de Goiás, em uma região de Cerrado de altitude da Chapada dos Veadeiros: a do Rios dos Couros e a do Rio São Bartolomeu (Figura 1). A nascente do rio dos Couros se situa no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, próximo ao Morro do Capão Grosso, com 1.638 m de altitude, e percorre 71,5 km em direção leste do parque. O rio São Bartolomeu nasce nas cercanias do município de Alto Paraíso de Goiás, com 74 km de extensão em direção leste até o rio Macacão.

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



O clima na região segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical, com alta precipitação pluviométrica entre os meses de novembro e janeiro, e período mais seco entre os meses de junho e agosto, com precipitação anual entre 1500 e 1750 mm.

As bacias hidrográficas dos rios foram caracterizadas por meio de trabalho cartográfico realizado na região e considerou: uso do solo, tipo de solo, cobertura vegetal e geomorfologia (PINTO, 1986; DARDENNE & CAMPOS, 2002), e mapas do site da Prefeitura de Alto Paraíso de Goiás (<https://www.altoparaiso.go.gov.br/>).

As feições topográfica e hidrológica foram avaliadas com a execução do Modelo de Elevação Digital (DEM) emitido pela Missão Topográfica Radar Shuttle com o programa Arcmap 10. A partir do DEM, as bacias hidrográficas dos rios foram mapeadas usando a ferramenta Analista Espacial, e implementação com o uso do módulo Arcscene, e o método de SOBRINHO *et al.* (2010).

A classificação dos solos foi baseada em SANTOS *et al.* (2018).

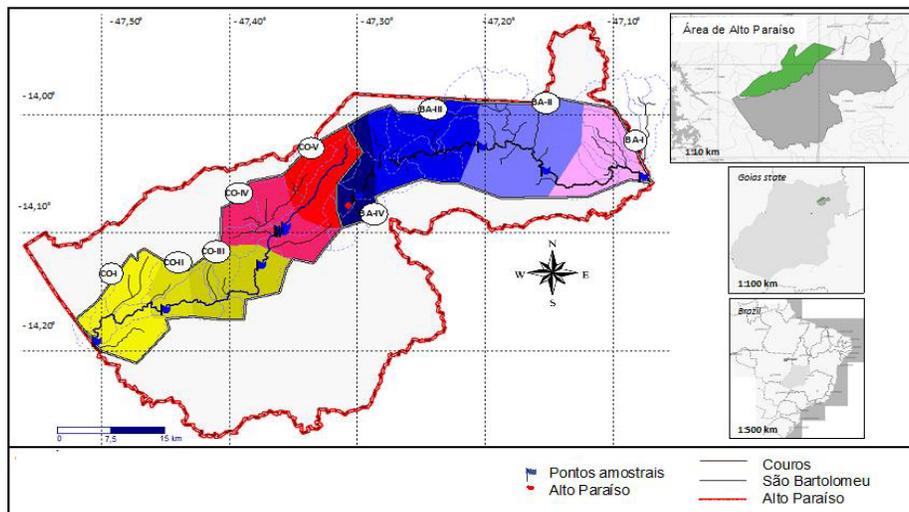
O diagnóstico ambiental dos cursos d'água e suas áreas marginais ao longo das bacias dos rios dos Couros e São Bartolomeu foi feito por meio de um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) adaptado de BARBOUR *et al.* (1999). As características de diversidade de habitats de cada trecho dos cursos d'água foram avaliadas como: condições da água e do sedimento, uso do solo, vulnerabilidade a assoreamento, largura da vegetação ripária, tamanho e frequência de rápidos, tipo de substrato do leito do rio, entre outros. Essas características ambientais foram avaliadas de forma integrada, com atribuição de valores para cada item avaliado. O somatório dos valores de cada atributo reflete o nível de preservação do trecho do curso d'água, sendo considerados impactados trechos com pontuações entre 0-40, alterados trechos com valores entre 41-60 e naturais trechos com somatórios acima de 61 pontos.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA

De acordo com o mapeamento das bacias hidrográficas, foram evidenciadas cinco regiões para o rio dos Couros, e quatro para o rio São Bartolomeu (Figura 2).

Figura 2. Compartimentos ambientais das bacias hidrográficas do rio dos Couros (CO) e do rio São Bartolomeu (BA), de acordo com o tipo e uso de solo, cobertura vegetal e formações geológicas. Elaborado por Thomas Doucen.



A vegetação cerratense é predominante na bacia do rio dos Couros, especialmente nas regiões CO-I e CO-II, com cobertura vegetal superior a 80%, com poucas áreas de floresta decidual, e algumas áreas descampadas. A cobertura vegetal variou bastante para as outras regiões do rio dos Couros. De 10 a 80% na região CO-III, e de 40 a 80% na CO-IV.

No rio São Bartolomeu a cobertura vegetal é elevada (acima de 80%) na parte norte da bacia, onde a rede hidrográfica é maior, ao passo que varia de 40 a 80% na parte sul. Nas regiões BA-I e BA-II há matas caducifólias e semidecíduas, além do Cerrado.

O relevo do rio dos Couros se apresentou bastante variado ao longo da bacia. De uma região à outra, a altitude variou em torno de 200 m, e assim o rio nasce a 1600 m e desemboca no rio Tocantinzinho a 600 m de altitude. Da região CO-II para a CO-I a altitude diminui abruptamente devido à presença de uma cachoeira denominada Catarata dos Couros. A declividade do leito do rio é elevada nas regiões CO-V e CO-IV, permanece com variação mais tênue entre CO-III e CO-II, que reduz bruscamente para CO-I com as Cataratas. A região CO-V, nascente do rio dos Couros, se localiza em uma região montanhosa, com fraturas, cavidades e planos inclinados, e com relevo menos acentuado.

A topografia ao longo do rio São Bartolomeu apresenta uma variação menos acentuada que o rio dos Couros. Na região da nascente (BA-IV) as encostas têm maior declividade, e com altitude de 1000 m. Em BA-III o leito do rio permanece em altitude mais baixa, e nas regiões BA-II e BA-I a topografia é plana e dissecada com altitude de 700 m.

Como a parte norte da bacia apresentam altas declividades voltadas para o leito do rio, essas últimas duas regiões estão sujeitas a inundações.

Os solos da bacia do rio dos Couros são pedregosos e com elevado declive topográfico, com teor elevado de alumínio, pobre em nutrientes e pouca base trocável. São denominados de Cambissolos álicos e distróficos (SANTOS *et al.*, 2018). Na bacia dos Couros foram identificadas rochas mais antigas (do Paleoceno) e mais novas (do Neogeno). A sua nascente apresenta solo rochoso (Litossolo), dos grupos Araxá e Bambuí.

O solo da nascente do rio São Bartolomeu é rochoso (Litossolo) com partes úmidas e drenadas. A partir de então, os solos são iguais aos dos Couros, ou seja, pedregosos, com teor elevado de alumínio, pobre em nutrientes e pouca base trocável. A foz do rio São Bartolomeu está situada em solo argiloso de cor vermelha escura (Argissolo Vermelho Escuro) eutrófico.

### 3.2 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS RIOS

As pontuações geradas pela aplicação de avaliação rápida de rios variaram de 78 a 92 para o rio dos Couros, e de 72 a 100 para o rio São Bartolomeu. As pontuações obtidas estão elevadas e se referem a trechos naturais e de áreas preservadas.

De acordo com o protocolo, os dois cursos d'água apresentaram em comum a preservação da vegetação ripária e características da água e de sedimento indicadores de boa qualidade ambiental. Além da vegetação ribeirinha preservada, houve a predominância de seixos e cascalhos e de águas transparentes. Nenhum odor e oleosidade foram observados na avaliação visual. Elevada abundância de algas filamentosas, macrófitas aquáticas e perifíton presentes durante as observações confirmam as águas transparentes dos trechos dos rios.

A vulnerabilidade à erosão das margens e sedimentação foram detectadas nos trechos mais à jusante dos dois rios (CO1; e BA1 e BA2), com águas turbidas para o trecho BA1, e ausência de vegetação ripária no CO1.

A parte intermediária do rio dos Couros (de CO6 a CO4) apresenta estabilidade as margens, reduzida deposição de sedimentos em remansos, ausência de rápidos e fundo do rio sem vegetação, como algas filamentosas e perifíton. Essa parte do rio tem o mínimo de exposição do sedimento, e a concentração de lama e areia fina aumenta ao longo do trecho.

O rio São Bartolomeu apresentou um fluxo d'água mais constante, com exposição mínima do leito, apesar de rápidos bem desenvolvidos em grande parte do seu curso. Esteve mais vulnerável à instabilidade da margem em trechos mais à jusante

(BA2 e BA1). Essa parte do rio apresentou erosão moderada das margens, e as águas estavam turvas na foz, com diminuição da diversidade de habitats em seu leito, rápidos infrequentes, e com deposição de sedimentos nos remansos. No trecho B2 a vegetação ripária estava com cobertura parcial, além de alterações resultantes de residência rural situada perto do rio.

## 4 DISCUSSÃO

O presente estudo detectou águas de excelente qualidade dos rios da Chapada dos Veadeiros, embora sujeitas a variações em trechos específicos. Condições ambientais dos cursos d'água, aspectos e usos da bacia hidrográfica foram os indicadores para o cenário obtido por este estudo.

A boa cobertura de vegetação natural da bacia hidrográfica propiciou a consistência de elevada qualidade de água dos rios. Por aumentar a macroporosidade do solo (GERMANN, 1994), a cobertura vegetal permite que a água da chuva se infiltre ao máximo em vez de escorrer (ALVES *et al.*, 2021). Além disso, a capacidade de filtragem da vegetação ribeirinha é essencial para controlar e limitar a entrada de sedimentos e nutrientes que chegam ao rio (MONTEIRO *et al.*, 2016).

A topografia da região e os tipos de solos exerceram influência sobre a qualidade ambiental dos cursos d'água. As altas declividades da área potencializam uma maior velocidade de correnteza dos rios, que, por sua vez, favorece a dissolução de nutrientes e limita a sua concentração. Importante salientar que o processo erosivo do solo é potencializado quando o relevo tem declividade superior a 5% (KLAIS *et al.*, 2012).

A maior parte dos solos das duas bacias hidrográficas é formada por intemperismo das rochas, e com isso são rasos e pedregosos. Apresentam de moderada a elevada suscetibilidade à erosão (VIEIRA *et al.*, 2015) A boa cobertura vegetal em áreas de solo com rochas expostas, especialmente na bacia dos Couros, induz estabilidade do solo, e explica erosão baixa apesar do forte declive topográfico.

OMERNIK *et al.* (1981) demonstraram que mesmo uma mata ciliar desenvolvida não é suficiente para manutenção de boa qualidade da água do rio, se a área for submetida a atividade agrícola intensiva. Também foi demonstrado que o uso do solo influencia fortemente na estrutura e produção primária de plâncton (FERRANEZE, 2012). Portanto, águas mais limpas devem estar associadas a atividades humanas bastante limitadas na área.

A maior parte da área está preservada do desmatamento, poluição e outras atividades humanas. Os rios margeiam uma parte de zona urbana, entretanto, não foram

observadas alterações de qualidade de água decorrentes de atividades urbanas nesses trechos de rio.

As nascentes dos dois cursos d'água estão localizadas em áreas mais elevadas e apresentam características de águas naturais e protegidas. Suas águas são transparentes, turbulentas e tendem a ser ácidas, que, de acordo com PADOVESI-FONSECA *et al.* (2015), reportam às águas naturais de nascentes do Cerrado. Presença de mata de galeria compacta e leito dos rios com seixos grandes coberto de algas filamentosas e macrófitas aquáticas compõem a matéria primária desse trecho. A produção primária provém, em grande parte, da biomassa vegetal do leito do rio. E as folhas e galhos da mata de galeria são itens alimentares à biota aquática, além de se decompor ao cair no rio (TONIN *et al.*, 2018).

Da parte média para a foz dos rios, houve um regressivo declive, e em solos de transição, de mais rochosos (Litossolos) para solos bem argilosos (Latosolos Vermelhos Escuros), além de cobertura vegetal menor (40 a 80%). Esses solos argilosos são os mais “velhos” e intemperizados, ou seja, que são os solos mais desgastados pela natureza na região. São profundos, bem drenados e com baixa saturação em bases trocáveis. Por sua vez, os litossolos são rasos e não hidromórficos (SANTOS *et al.*, 2018). Portanto, especialmente em áreas de topografia mais plana, as propriedades dos latossolos favorecem a formação de argila. Presença de deposição de argila e má estabilidade do solo (não especificada em nosso mapa) constituíram os agentes para o declínio da qualidade ambiental e de água da foz do rio dos Couros.

A bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu apresenta desnível topográfico menos acentuado ao longo do rio, exceto a nascente, localizada em ponto mais elevado. Com a topografia mais plana, resulta em menor velocidade da água e rápidos infrequentes, que podem aumentar a concentração de nutrientes e diminuir a disponibilidade de oxigênio. Vegetação parcial do rio em alguns trechos aliada às características da bacia são favoráveis à erosão e entrada alóctone de sedimentos durante o período chuvoso. A sua foz, inclusive, obteve o menor valor na avaliação ambiental desse estudo. Está mais suscetível à erosão devido à cobertura parcial de vegetação, apesar do gradiente de declive ser baixo.

A necessidade e a importância de preservar áreas de nascentes e sensíveis a impactos, em destaque de atividades humanas, têm sido apontadas por diversos autores. LUCAS-BORJA *et al.* (2020), por exemplo, estabeleceu que a capacidade do solo com vegetação para a infiltração da água é essencial para uma boa qualidade dos cursos d'água, e diminui muito quando a vegetação é removida ou degradada.

Áreas de preservação permanente, como as nascentes, e cursos d'água de pequeno porte, devem ter suas bacias hidrográficas com atividades humanas limitadas ou ausentes, por serem altamente sensíveis às práticas de uso da terra e por conseguinte, acarretar prejuízos de seus serviços ambientais à sociedade (LANZAS *et al.*, 2019).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chapada dos Veadeiros apresenta solos suscetíveis à erosão, com um gradiente topográfico de áreas montanhosas a planas. A cobertura vegetal é essencialmente elevada e bem preservada. A qualidade das águas dos rios dos Couros e São Bartolomeu são de excelente qualidade e geralmente sob condições naturais, apesar do declínio de qualidade detectado em sua foz.

A preservação da área e a reduzida atividade humana foram os condutores para a detecção de águas de excelente qualidade dos rios da Chapada dos Veadeiros. A vegetação ripária foi apontada como um dos filtradores naturais de nutrientes e barreira para entrada de sedimento nos cursos d'água.

A declividade acentuada da topografia das bacias possibilitou uma maior correnteza dos rios e menor concentração de nutrientes, em especial no rio dos Couros. Essa situação deve estar associada a uma boa cobertura vegetal, que favoreça a infiltração da água no solo e limita a sua erosão.

O presente estudo evidenciou a elevada sensibilidade aos impactos humanos e a vulnerabilidade ambiental dos cursos d'água e de suas bacias na região da Chapada dos Veadeiros, GO. Ressalta, dessa forma, a importância de aliar os estudos científicos à legislação ambiental vigente, para uma condução apropriada dos tomadores de decisão do país.

## 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 Thomas Doucen pela confecção dos mapas e auxílio na busca de informações técnicas.

## REFERÊNCIAS

ALVES, W.S.; MARTINS, A.P.; PÔSSA, E.M. *et al.* **Geotechnologies applied in the analysis of land use and land cover (LULC) transition in a hydrographic basin in the Brazilian Cerrado.** Remote Sensing Applications: Society and Environment, 22, 2021.

BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D.; STRIBLING, J.B. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2nd ed. EPA 841-B-99-002. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water. (1999).

DALE, V.H.; BEYELER, S.C. **Challenges in the development and use of ecological indicators**. *Ecological Indicators*, 1, 3-10, 2001.

DARDENNE, M.A.; CAMPOS, J.E.G. Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros-GO. In: SCHOBENHAUS, C. (org.), **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil-SIGEP**. Brasília: MME/DNPM, 1, p. 323-333, 2002.

FERRANEZE, M. **The effect of the land use on phytoplankton assemblages of a Cerrado stream (Brazil)**. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 24, 43-51, 2012.

GERMANN, P.F. Macropores and hydrologic hillslope processes. In: ANDERSON, M.G.; BURT, T.P. (eds). **Process Studies in Hillslope Hydrology**. Chichester (United Kingdom): John Wiley & Sons. p. 327-36, 1994.

KLAIS, T.B.A.; DALMAS, F.B.; MORAIS, R.P.; *et al.* **Vulnerabilidade natural e ambiental do município de Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brasil**. *Ambi-Água*, 7(2), 277-290, 2012. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.786>

LANZAS, M.; HERMOSO, V.; de-MIGUEL, S.; *et al.* **Designing a network of green infrastructure to enhance the conservation value of protected areas and maintain ecosystem services**. *Science of the Total Environment*, 651, 541-550, 2019.

LIMA, P.C.A.; FRANCO, J.L.A. **As RPPNs Como Estratégia Para a Conservação da Biodiversidade: O caso da Chapada dos Veadeiros**. *Sociedade & Natureza*, 26(1), 113-125, 2014. <https://doi.org/10.1590/1982-451320140108>

LUCAS-BORJA, M.E.; CARRÀ, B.G.; NUNES, J.P.; *et al.* **Impacts of land-use and climate changes on surface runoff in a tropical forest watershed (Brazil)**. *Hydrological Sciences Journal*, 65(11), 1956-1973, 2020.

MINATTI-FERREIRA, D.D.; BEAUMORD, A.C. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos**. *Revista Saúde e Ambiente*, 7(1), 39-47, 2006.

MENEZES, J.M.; SILVA, G.C.; MANSUR, K.L.; *et al.* **Qualidade da Água Superficial em Área Rural**. *Caderno de Estudos Geoambientais*, 03, 32-43, 2012.

MONTEIRO, J.A.F.; KAMALI, B.; SRINIVASAN, R.; *et al.* **Modelling the effect of riparian vegetation restoration on sediment transport in a human-impacted Brazilian catchment**. *Ecohydrology*, 9(7): 1289-1303, 2016.

OMERNIC, K.J.M.; ABERNATHY, A.R.; MALE, L.M. **Stream nutrient levels and proximity of agricultural and forest land to streams: some relationships**, *Journal of Soil and Water Conservation*, 36(4), 227-231, 1981.

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.

PINTO, M.N. **Residuais de aplainamentos na "chapada" dos veadeiros-Goiás, Brazil**. *Revista Brasileira de Geografia*, 48(2) 187-197, 1986.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos, Embrapa Solos**. 2018. <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>

SOBRINHO, T.A.; OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D.B.B.; AYRES, F.M. **Automatic delimitation of watershed using data SRTM**. Engenharia de Água e Solo, 30(1), 46-57, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162010000100005>

TONIN, A.M.; POZO, J.; MONROY, S.; *et al.* **Interactions between large and small detritivores influence how biodiversity impacts litter decomposition**. Journal of Animal Ecology, 87(5), 1465-1474, 2018.

VIEIRA, B.C.; FERREIRA, F.S.; GOMES, M.C.V. **Propriedades físicas e hidrológicas dos solos e os escorregamentos rasos na Serra do Mar Paulista**. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, 34, 269-287, 2015.

## 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