ÁGUAS DO CERRADO:

Biodiversidade, Recursos e Uso Sustentável



Claudia Padovesi Fonseca
(Organizadora)

EDITORA ARTEMIS
2026

ÁGUAS DO CERRADO:
Biodiversidade, Recursos e Uso Sustentável



Claudia Padovesi Fonseca
(Organizadora)

EDITORA ARTEMIS
2026

2026 *by Editora Artemis*
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2026 Os autores
Copyright da Edição © 2026 Editora Artemis

O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

Editora Chefe	Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M.ª Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M.ª Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizadora	Profª Drª Claudia Padovesi Fonseca
Imagem da Capa	Lago Paranoá, Brasília, DF (autoria: Claudia Padovesi Fonseca)
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.ª Dr.ª Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.ª Dr.ª Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.ª Dr.ª Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.ª Dr.ª Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.ª Dr.ª Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.ª Dr.ª Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuat*o, México
Prof.ª Dr.ª Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha

EDITORA ARTEMIS 2026

Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

Prof.ª Dr.ª Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.ª Dr.ª Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.ª Dr.ª Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.ª Dr.ª Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México
Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, 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.ª Dr.ª Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer 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 Politécnido da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara, México*
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 Albornoz, *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. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Lívia 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. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal
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 da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal
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 MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara, México*
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. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha
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 Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal



Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

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)

A268 Águas do Cerrado [livro eletrônico] : biodiversidade, recursos e uso sustentável / organização de Claudia Padovesi Fonseca. – 1. ed. – Curitiba, PR: Editora Artemis, 2026.
il. color.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-82858-04-8
DOI 10.37572/EdArt_250626048

1. Cerrado. 2. Biodiversidade – Conservação. 3. Recursos hídricos – Uso sustentável. I. Fonseca, Claudia Padovesi.

CDD 577.6

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

EDITORA ARTEMIS
2026

Editora Artemis
Curitiba-PR Brasil
www.editoraartemis.com.br
e-mail:publicar@editoraartemis.com.br

À ciência por dar luz a um mundo mais digno

Ao Cerrado com o florescer de suas águas

APRESENTAÇÃO

Eu vi as águas... e elas sustentam o Cerrado.

O Cerrado é o *berço das águas* do Brasil. As águas que brotam de suas entranhas conseguem alimentar oito das 12 grandes bacias hidrográficas do país. As raízes profundas da vegetação funcionam como uma esponja, absorvendo a chuva e alimentando extensos aquíferos, que mantém os cursos d'água e áreas alagadas, mesmo em período seco.

As águas do Cerrado desempenham papel fundamental na diversidade biológica e no equilíbrio dinâmico dos ecossistemas, tanto naturais como antrópicos, com reflexos para o Brasil e América do Sul. Como importante fonte de água, o Cerrado representa um elo entre ambiente, atividades económicas e populações humanas, sendo crucial equilibrar as atividades humanas com a conservação ambiental.

Este livro reúne diferentes abordagens sobre os ambientes aquáticos do Cerrado, explorando aspectos relacionados à diversidade biológica, aos recursos hídricos e às formas de uso sustentável. Apresenta estratégias para uma gestão eficaz e legislação pertinente a problemas atuais na questão hídrica do Brasil.

Os dois primeiros capítulos dissecam um panorama atual da qualidade das águas com estratégias para uma gestão hídrica eficaz no Distrito Federal (DF). Destacam ser indispensável equacionar os diversos usos humanos da água na região, especialmente por possuir baixa disponibilidade hídrica.

Na sequência, temos o uso de ferramenta tecnológica na avaliação ambiental de rios a ser aplicada em aulas de ensino médio no Brasil, com o objetivo de aproximar a realidade dos discentes do conhecimento acadêmico. O estudo foi desenvolvido em escolas públicas da cidade de Imperatriz (MA), e a sua aplicação potencializou o conhecimento e sensibilização dos usuários, bem como ampliou o debate sobre questões relacionadas à educação ambiental e à qualidade ambiental de rios urbanos.

Os dois próximos capítulos abordam regulamentação frente a problemas ambientais decorrentes a lançamentos de diversos resíduos em sistemas hídricos. O capítulo 4 viabiliza um diagnóstico sobre efluentes lançados em corpos d'água por atividades industriais no Brasil. Apresenta sugestões de melhoria como um sistema unificado nacional para facilitar a coleta de informações, bem como a

análise e o planejamento de ações corretivas e preventivas. O capítulo 5 propõe avanços regulatórios de microplásticos em água potável no Brasil. Destaca que no país os estudos são raros até o momento, com uma lacuna relevante no conhecimento sobre a contaminação por microplásticos nas águas distribuídas à população. Ainda se tem a necessidade de padronização metodológica, ampliação de pesquisas nacionais e desenvolvimento de uma normativa brasileira.

A biota aquática do Cerrado é explorada em outros cinco capítulos do livro. As águas do Cerrado abrigam uma elevada diversidade biológica, com alto registros de espécies endêmicas. A biota é formada por vários grupos, que incluem as algas, os microcrustáceos, a fauna bentônica (moluscos e fases imaturas de insetos) e peixes. São milhares de espécies que vivem em áreas de cabeceira e são adaptadas às variações de seca e cheia.

Os capítulos destacam a importância de conhecer os diversos grupos aquáticos das águas do Cerrado, com a finalidade primordial de reconhecimento como indicadores de qualidade ambiental e aquática.

As algas de águas abertas e mansas, denominadas de fitoplâncton, foram consideradas úteis como indicadores de qualidade das águas de reservatórios. A sazonalidade climática do Cerrado, com a seca prolongada, associada às pressões antrópicas e às mudanças climáticas, intensificaram a variabilidade ambiental e por conseguinte, influenciaram diretamente a dinâmica do fitoplâncton.

A microfauna de águas abertas, denominada zooplâncton, também foi essencial para avaliar a qualidade das águas de reservatórios no Cerrado. Esse grupo apresenta elevada sensibilidade às variações ambientais e seus estados tróficos. A sazonalidade do Cerrado, com secas marcantes, atuou como regulador principal sobre o zooplâncton. Por sua vez, a produtividade dos reservatórios evidenciou espécies oportunistas de acordo com o seu grau de fertilidade.

A fauna ocupante dos sedimentos de corpos d'água, os macroinvertebrados bentônicos, foi determinante para avaliar a qualidade das águas dos riachos do Cerrado. Grupos mais sensíveis foram frequentes em águas limpas, e raros ou ausentes em ambientes poluídos. Por sua vez, os tolerantes estiveram predominantes em águas com condições ambientais mais degradadas, em especial nas áreas urbanas.

Os peixes foram definitivos como indicadores de qualidade de água em ambientes do Cerrado. As espécies responderam de forma integrada às

alterações ambientais e biológicas dos sistemas aquáticos. A integração foi resultado de respostas fisiológicas, histopatológicas e ecológicas associadas à degradação ambiental.

Os peixes de cavernas foram representados por espécies especializadas e endêmicas, resultado de características ambientais peculiares, como ausência de luz, estabilidade ambiental e escassez de recursos. Em cavernas do Cerrado revelaram espécies indicadoras de ambientes subterrâneos antigos, estáveis e isolados.

Assim, com caráter interdisciplinar, esse livro busca contribuir para o avanço do conhecimento científico e para a conscientização sobre a importância da conservação dos ecossistemas aquáticos brasileiros. Alia o uso sustentável dos recursos hídricos, com gestão hídrica eficaz e regulamentação de lançamentos de efluentes, e a preservação ambiental.

Destina-se a pesquisadores, estudantes, gestores ambientais e a todos os interessados na sustentabilidade das águas e da biodiversidade do Cerrado e do Brasil.

A presente obra é produto do Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL) da Universidade de Brasília (UnB), cadastrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) desde 1997.

Brasília, 03 de junho de 2026.

Claudia Padovesi Fonseca

Organizadora

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....1

CENÁRIO ATUAL E DESAFIOS DOS RECURSOS HÍDRICOS NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL CENTRAL

Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260481

CAPÍTULO 2.....16

ESTRATÉGIAS PARA UMA GESTÃO HÍDRICA EFICAZ NO DISTRITO FEDERAL, BRASIL CENTRAL

Lucas Brandão de Moraes
Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260482

CAPÍTULO 3.....28

AVALIAÇÃO ECOLÓGICA DE RIACHOS URBANOS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Anwar Faiz Ahmad Amorim
Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260483

CAPÍTULO 4.....44

EFLUENTES LÍQUIDOS DE ATIVIDADES POTENCIALMENTE POLUIDORAS NO BRASIL: BASE DOCUMENTAL E PROPOSTAS DE MELHORIA NAS ANÁLISES DE QUALIDADE

Thaianne Resende Henriques Fábio
Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260484

CAPÍTULO 5.....58

AVANÇOS REGULATÓRIOS PARA O CONTROLE DE MICROPLÁSTICOS EM ÁGUA POTÁVEL

Luiz Gustavo Haisi Mandalho
Claudia Padovesi Fonseca

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260485

CAPÍTULO 6 ..... **75**

FITOPLÂNCTON COMO BIOINDICADOR EM RESERVATÓRIOS DO CERRADO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Maria Júlia Sousa Paes
Ana Clara Alves da Silva

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260486

CAPÍTULO 7 ..... **89**

DIVERSIDADE DE ZOOPLÂNCTON EM RESERVATÓRIOS NO BIOMA CERRADO

Ana Clara Guedes de Souza
Vitória Araujo Martins

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260487

CAPÍTULO 8 ..... **103**

EFEITOS DA OCUPAÇÃO HUMANA SOBRE OS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE RIACHOS DO CERRADO

Izabela Abadia Curcino Borges
Letícia Alcântara Silva

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260488

CAPÍTULO 9 ..... **113**

PEIXES COMO INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL EM ÁGUAS CERRATENSES

Théo Victor Mafra de Andrade
Alexandre Diadorim Zerbini Brandão

https://doi.org/10.37572/EdArt_2506260489

CAPÍTULO 10 ..... **126**

BIODIVERSIDADE DA ICTIOFAUNA CAVERNÍCOLA NO CERRADO

André Luiz Marques de Andrade
Otávio Silverio

https://doi.org/10.37572/EdArt_25062604810

SOBRE A ORGANIZADORA **136**

ÍNDICE REMISSIVO **137**

CAPÍTULO 8

EFEITOS DA OCUPAÇÃO HUMANA SOBRE OS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE RIACHOS DO CERRADO

Data de submissão: 05/06/2026
Data de aceite: 18/06/2026

Izabela Abadia Curcino Borges
Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Brasília - Distrito Federal
http://lattes.cnpq.br/3348249151895693

Letícia Alcântara Silva
Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Biológicas
Brasília - Distrito Federal
http://lattes.cnpq.br/6689229426623614

RESUMO: Esta revisão teve como objetivo reunir estudos acerca de ocupações antrópicas em riachos do Cerrado e os efeitos sobre os macroinvertebrados bentônicos. A revisão bibliográfica foi realizada por meio da plataforma Google Acadêmico de 2013 a 2026. Foram consideradas áreas urbanas e rurais em comparação a áreas preservadas na região do Distrito Federal (DF), Brasil central. Análise física e química desses corpos d'água foi utilizada como guia para avaliar os efeitos da ocupação humana. Os estudos analisados nessa revisão referendaram a marcante bioindicação dos macroinvertebrados bentônicos sobre a qualidade de águas em riachos cerratenses. Houve predominância e/ou ausência de determinados grupos bênticos, dependendo das condições ambientais dos corpos d'água. Grupos mais sensíveis às alterações ambientais tenderam a ser raros ou ausentes em ambientes impactados por ações antrópicas. Grupos mais tolerantes, por sua vez, foram predominantes em condições ambientais mais degradadas e sem vegetação ripária, notadamente nas áreas urbanas.
PALAVRAS-CHAVE: condições ambientais; bentos; curso fluvial; Brasil central.

EFFECTS OF HUMAN OCCUPATION ON BENTHIC MACROINVERTEBRATES IN CERRADO STREAMS

ABSTRACT: This review examines studies on anthropogenic occupation in Cerrado streams and its effects on benthic macroinvertebrates. The literature review was conducted through Google Scholar, covering the period from 2013 to 2026. Urban and rural areas were considered in comparison with preserved areas in the Federal District (DF), central Brazil. Physical and chemical analyses of these water bodies were used as a guide to assess the effects of human occupation. The studies analyzed

in this review confirmed the strong bioindicator role of benthic macroinvertebrates in assessing water quality in Cerrado streams. The predominance and/or absence of certain benthic groups varied according to the environmental conditions of the water bodies. Groups more sensitive to environmental changes tended to be rare or absent in environments impacted by anthropogenic activities. More tolerant groups, in turn, predominated under more degraded environmental conditions and in areas without riparian vegetation, especially in urban areas.
KEYWORDS: environmental conditions; benthos; watercourse; central Brazil.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado, savana brasileira reconhecida como um *hotspot* de biodiversidade global, desempenha um papel hidrológico crítico, sendo o berço de oito das doze principais bacias hidrográficas do Brasil (WWF, 2024). Contudo, a supressão da vegetação nativa e a degradação de seus corpos d'água atingiram patamares alarmantes. O bioma é regido por uma sazonalidade marcante, com duas estações bem definidas: um inverno seco e um verão úmido. Essa dinâmica pluviométrica influenciou diretamente a pedogênese local; ao longo do tempo geológico, a concentração das chuvas promoveu a lixiviação intensa dos solos, tornando-os quimicamente pobres em minerais essenciais (NASCIMENTO & NOVAIS, 2020).

Dada a centralidade do Distrito Federal (DF) no bioma e a presença estratégica de áreas de preservação que abrigam nascentes tributárias de grandes bacias, como a do Araguaia-Tocantins e do São Francisco (FONSECA *et al*., 2014), a região foi priorizada nesta revisão. Destaca-se o Rio São Bartolomeu, detentor da maior bacia hidrográfica do DF, essencial para o equilíbrio hídrico e para o abastecimento de zonas rurais e urbanas em toda a extensão latitudinal da unidade federativa (MOREYRA & PADOVESI-FONSECA, 2015).

A integridade desses recursos é ameaçada por múltiplas fontes de contaminação. No âmbito sanitário, os impactos derivam de efluentes domésticos, deficiências em estações de tratamento de esgoto, lixões e necrotérios; na esfera agrícola, a pressão provém do manejo intensivo de pesticidas e fertilizantes (MUNIZ *et al*., 2011). Para mitigar esses efeitos, a Lei Complementar nº 803/2009 (Art. 95) estabelece as Áreas de Proteção de Mananciais (APMs), porções territoriais destinadas à salvaguarda da água para abastecimento público (DISTRITO FEDERAL, 2009).

Nesse contexto, a caracterização físico-química é indispensável para aferir a qualidade e a segurança hídrica em conformidade com os padrões do CONAMA (2005). Tais parâmetros variam conforme o uso e ocupação do solo, influenciando diretamente a biota aquática, especialmente os macroinvertebrados bentônicos. Este grupo animal é bioindicador eficaz devido ao seu baixo potencial de mobilidade, posição intermediária na teia trófica e capacidade de colonização de diversos substratos (MOREYRA & PADOVESI-FONSECA, *op. cit.*).

Consequentemente, variações na composição da comunidade de macroinvertebrados refletem perturbações ambientais, como o aporte de carga orgânica ou flutuações na oxigenação. Paradoxalmente, embora sejam excelentes indicadores *in situ*, a complexidade e a variabilidade química das águas do Cerrado podem representar desafios metodológicos em ensaios laboratoriais, como observado em experimentos de ecotoxicologia com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, onde oscilações na composição da água influenciaram negativamente os resultados (MUNIZ *et al*., 2011).

A presente revisão teve como objetivo avaliar diferentes estudos realizados em riachos do Cerrado, comparando efeitos da ocupação urbana e rural sobre as comunidades de macroinvertebrados bentônicos e suas relações ecológicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A revisão bibliográfica foi realizada por meio da plataforma Google Acadêmico, de 2013 a 2026, com o uso das palavras-chave “Cerrado”, “Áreas urbanas”, “Áreas rurais”, “Macroinvertebrados bentônicos” e “Bioindicadores”. Foram considerados também teses, artigos e regulamentações, publicados entre os anos de 2007 até 2026, sendo selecionados aqueles pertinentes aos objetivos desta revisão. Além disso, foram priorizados, de forma não excludente, estudos com foco na região do Distrito Federal, uma vez que este localiza-se centralmente no Cerrado e possui forte representatividade do bioma.

3. MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES

A comunidade bentônica (do grego *benthos* = profundidade) é constituída por organismos animais (zoobentos) e vegetais (fitobentos) que habitam o sedimento aquático ou a interface sedimento-água (ESTEVES, 1998). Estes

organismos colonizam tanto ecossistemas lóticos (águas correntes) quanto lênticos (águas estagnadas), estabelecendo-se sobre substratos diversos, como rochas, cascalhos, macrófitas ou integrados a sedimentos lodosos e arenosos. Representam um dos grupos biológicos mais abundantes e diversos nos ecossistemas aquáticos, compreendendo táxons variados, como insetos, moluscos, crustáceos e anelídeos (ABÍLIO *et al*., 2007; BARBOSA *et al*., 2016).

A ampla utilização dos macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores fundamenta-se em seus ciclos de vida relativamente longos, que permitem uma análise temporal e espacial integrada dos efeitos de perturbações antropogênicas. Somam-se a isso a facilidade amostral, o baixo custo operacional, a elevada riqueza taxonômica e a sensibilidade diferencial a variadas concentrações de poluentes, o que fornece um espectro abrangente de respostas biológicas frente à contaminação ambiental (BARBOSA *et al*., 2016).

Ecologicamente, esses organismos atuam como um elo fundamental no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes, conectando a matéria orgânica basal aos níveis tróficos superiores (peixes), ocupando posições de consumidores primários e secundários. Sua função na fragmentação de detritos é crucial, pois acelera o processo de decomposição e assegura a recirculação de nutrientes no substrato (ABÍLIO *et al*., 2007).

Ademais, a diversidade de respostas biológicas destes organismos permite inferências precisas sobre a integridade ambiental. Enquanto táxons da ordem Plecoptera são reconhecidamente sensíveis a impactos, grupos como Oligochaeta e certas larvas de Diptera apresentam elevada tolerância. Complementarmente, a análise dos Grupos Funcionais de Alimentação (GFA) refina o diagnóstico: organismos fragmentadores e raspadores são geralmente mais suscetíveis a distúrbios, ao passo que coletores-catadores e filtradores tendem a persistir em ambientes degradados (FERNANDES, 2007). Sob essa ótica, a urbanização negligente compromete a integridade hídrica, promovendo o declínio da biodiversidade e a predominância de táxons tolerantes, com notável dominância da família Chironomidae.

A dinâmica sazonal do Cerrado também exerce influência determinante sobre essa biota. No período de cheia, observa-se uma tendência à homogeneização e diluição das variáveis físico-químicas, acompanhada pelo aumento da turbidez devido ao aporte de matéria orgânica e nutrientes de origem alóctone (ABÍLIO,

2002). Em contraste, o período de estiagem pode elevar a densidade populacional dos macroinvertebrados.

Assim, segundo as proposições de ABÍLIO *et al.* (2007), a elevação da densidade populacional de macroinvertebrados durante o período de estiagem é o resultado de uma sinergia de fatores ecológicos e físicos. Primeiramente, a maior disponibilidade de detritos e material vegetal particulado amplia a oferta de recursos alimentares, permitindo que o ambiente suporte uma carga biológica superior à média anual. Essa dinâmica é favorecida pela estabilidade do habitat, uma vez que a ausência de pulsos de inundação minimiza o revolvimento do substrato e preserva a integridade da biota associada. Paralelamente, o incremento no fotoperíodo e na temperatura da água atua como um catalisador metabólico, potencializando as taxas reprodutivas dos indivíduos. Por fim, a redução da coluna d'água impõe um efeito de concentração física, o qual restringe a área passível de colonização e eleva a densidade relativa da comunidade, criando condições particularmente favoráveis para o desenvolvimento de espécies com hábito alimentar filtrador.

Tabela 1. O nível de impacto humano relacionado com as variáveis de qualidade de água, as áreas e a ocorrência de grupos predominantes. OD: oxigênio dissolvido; CEA: condutividade elétrica da água; (1) FERNANDES (2007); (2) FONSECA *et al*. (2014).

IMPACTO	OD (mg/L) [2]	CEA (µS/cm) [2]	Turbidez (UT) [2]	ÁREA [1]	GRUPOS [1]
Baixo impacto	5.07	15.0	3.19	Maioria áreas preservadas e rurais	Odonata e EPT
Médio impacto	4.96	59.3	14.7	Áreas rurais e próximas a áreas urbanas	Trichoptera e Oligoquetas
Maior impacto	3.51	106.1	7.61	Urbanas e rurais	Chironomidae e Oligoquetas

4. ALTERAÇÕES DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA ÁGUA

A avaliação da qualidade da água baseia-se rotineiramente na análise de variáveis como condutividade elétrica, disponibilidade de nutrientes e concentração de oxigênio dissolvido (OD). Esses parâmetros são determinantes para classificar o nível de integridade dos ecossistemas lóticos, permitindo distinguir trechos

de cabeceira, geralmente preservados e com características naturais, de zonas localizadas a jusante, que tendem a apresentar maiores índices de impacto ambiental (MOREYRA & PADOVESI-FONSECA, 2015).

Em áreas de nascente e trechos de cabeceira, onde a pressão antrópica é mínima, observa-se um perfil físico-químico caracterizado por menores temperaturas, pH tendendo à basicidade, elevada saturação de oxigênio e baixa turbidez (FONSECA *et al*., 2014). Conforme os dados consolidados na Tabela 1, ambientes de baixo impacto mantêm níveis de OD médios de 5,07 mg/L, pH de 6,48 e condutividade reduzida de 15,0 µS/cm, sendo propício para organismos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) que são reconhecidamente sensíveis à poluição e sua presença restringe-se a ambientes de baixa condutividade e elevada oxigenação. (FERNANDES, 2007).

Inversamente, o deslocamento para zonas localizadas a jusante revela um incremento nos índices de impacto. Em áreas classificadas como de maior impacto, a condutividade elétrica atinge valores médios de 106,1 µS/cm, acompanhada por uma redução crítica nos níveis de OD para 3,51 mg/L e um aumento na turbidez para 7,61 UT (Tabela 1). Essa alteração química é frequentemente acompanhada por uma ligeira acidificação do meio (pH de 6,25) e reflete o aporte de íons e carga orgânica provenientes do uso do solo circundante assim, tornam-se dominados por táxons tolerantes, como as famílias Chironomidae (Diptera) e o grupo Oligochaeta. Esses organismos possuem adaptações fisiológicas que permitem a sobrevivência em condições de hipóxia e alta carga de poluentes (FERNANDES, *op. cit*.).

A dinâmica físico-química é fortemente condicionada pela sazonalidade do Cerrado. Durante o período chuvoso, a maior taxa de erosão e o escoamento superficial elevam a concentração de sólidos em suspensão, aumentando a turbidez e alterando a transparência da água. Embora o período de cheia promova a diluição de certos poluentes, ele altera drasticamente a qualidade do habitat. Em contrapartida, o período de seca exacerba a concentração de compostos e reduz a disponibilidade de oxigênio, pressionando a biota remanescente, como presença de organismos trituradores (como os da ordem Trichoptera), por exemplo, que é restrita a áreas menos impactadas, como as cabeceiras, que mantêm baixa condutividade e elevados níveis de OD (MOREYRA & PADOVESI-FONSECA, 2015).

5. ANÁLISE DOS IMPACTOS URBANO E RURAL

A transição do uso do solo de vegetação nativa para matrizes urbanas e agrícolas imprime alterações drásticas na biodiversidade aquática, agindo de formas distintas sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

A urbanização é identificada como o vetor de degradação mais imediato e localizado. Estudos apontam que o avanço das áreas impermeabilizadas acima de 10 a 20% da área total da bacia correlaciona-se diretamente com a supressão de táxons sensíveis à poluição, notadamente os grupos Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) e ao aumento de grupos tolerantes, como Oligochaeta, Hirudinea e Chironomidae (CAMPOS *et al*., 2022).

A integridade sanitária dos corpos d'água no Cerrado é severamente comprometida por múltiplas fontes de contaminação orgânica decorrentes da ocupação antrópica. No âmbito urbano, os impactos principais derivam do descarte inadequado de efluentes domésticos, deficiências estruturais em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), além do chorume proveniente de lixões e necrotérios. Esse aporte contínuo de carga orgânica altera drasticamente as variáveis físico-químicas, resultando em flutuações críticas na oxigenação e no aumento da turbidez (SILVA *et al*., 2010).

Um caso crítico é observado no Ribeirão Sobradinho, onde a pressão urbana e o descarte de ETEs resultam em um cenário de degradação acentuada em comparação a trechos preservados, como as cabeceiras do Rio São Bartolomeu. Dados comparativos indicam que, enquanto áreas de baixo impacto mantêm níveis de oxigênio dissolvido (OD) em torno de 5,07 mg/L, zonas de maior impacto apresentam queda para 3,51 mg/L, acompanhada por um aumento na condutividade elétrica de 15,0 µS/cm, para 106,1 µS/cm (Tabela 1). Esse enriquecimento orgânico não apenas degrada a qualidade da água para consumo, mas atua como um filtro ambiental que exclui espécies sensíveis (FERNANDES, 2007).

Estudos na região do Distrito Federal demonstram que os pontos com maior comprometimento da integridade biótica coincidem precisamente com áreas onde a vegetação ripária foi degradada ou removida. Essa perda de habitat resulta em uma simplificação biótica, onde a heterogeneidade de substratos (como troncos, folhas e raízes) é substituída por sedimentos homogêneos, reduzindo os locais disponíveis para colonização e refúgio da fauna aquática.

A supressão dessa cobertura vegetal para a expansão urbana ou agrícola expõe diretamente os corpos d'água ao escoamento superficial. Sem a barreira física da vegetação, resíduos urbanos e defensivos agrícolas são transportados diretamente para o leito dos riachos, intensificando a turbidez e o aporte de sólidos em suspensão, especialmente durante o período pluvial. Diferente do impacto urbano, as áreas rurais contribuem majoritariamente via poluição difusa. O manejo intensivo de fertilizantes e pesticidas introduz cargas químicas que se intensificam no período pluvial devido à lixiviação (DELLAMATRICE & MONTEIRO, 2014).

A severidade dessa contaminação é tamanha que ensaios ecotoxicológicos com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* demonstraram ausência de respostas efetivas, indicando níveis críticos de toxicidade ambiental que impedem o desenvolvimento de organismos-teste sensíveis (MUNIZ *et al*., 2011). Embora as áreas de preservação rural, como as cabeceiras do Rio São Bartolomeu, mantenham a integridade hídrica, o manejo agrícola inadequado pode elevar a condutividade para níveis de médio impacto (59,3 µS/cm) (Tabela1), favorecendo grupos como Oligochaetas em detrimento dos grupos sensíveis.

Em conclusão, a convergência entre indicadores bióticos e variáveis físico-químicas confirma que a ocupação antrópica, seja urbana ou rural, compromete a estrutura trófica e a integridade ecológica dos corpos d'água no Distrito Federal.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão destaca a imprescindibilidade de uma abordagem integrada para o diagnóstico da integridade de ecossistemas límnicos, enfatizando as respostas das comunidades de macroinvertebrados bentônicos. Tal análise fundamenta-se na convergência entre indicadores bióticos (estruturais e funcionais) e variáveis ambientais, contemplando tanto a variabilidade natural quanto as pressões decorrentes de perturbações antrópicas.

A dinâmica sazonal de oxigenação e turbidez, impulsionada pelo regime de chuvas, mostrou-se um fator condicionante para a estrutura da comunidade biótica. A maior taxa de erosão e o consequente aumento de sólidos em suspensão no período chuvoso alteram a qualidade do habitat, sugerindo que as variações na transparência e no oxigênio são os principais vetores das oscilações observadas nos macroinvertebrados bentônicos.

Desse modo, a utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores no Distrito Federal confirma que a integridade ecológica dos corpos d'água está intrinsecamente ligada ao uso do solo circundante. A predominância de táxons tolerantes, como Chironomidae e Oligochaeta, em detrimento de grupos sensíveis (EPT), serve como um diagnóstico claro do estresse ambiental causado pela urbanização e pelo descarte de efluentes domésticos.

Evidente que, embora as atividades agrícolas contribuam com cargas difusas de nutrientes e pesticidas, os impactos urbanos apresentam uma severidade mais imediata e localizada na degradação da qualidade da água. A sazonalidade do Cerrado também desempenha um papel crítico: enquanto o período de cheia promove a diluição de poluentes, o período de seca exacerba a concentração de compostos tóxicos e reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido, pressionando ainda mais a biodiversidade aquática.

7. AGRADECIMENTOS

Este capítulo é produto de atividade desenvolvida na disciplina Limnologia, nível graduação, Universidade de Brasília, ministrada pela Profa. Dra. Claudia Padovesi Fonseca, no período de verão de 2026. A professora é líder do Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL), cadastrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A.H.S.; SILVA, Camila S.P.; ARAÚJO, S.E.; LIMA, T.B.; DANTAS, I. M. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade de água em um trecho do Rio Apodi-Mossoró.** HOLOS, *[S. l.]*, 7, 121–132, 2016. DOI: 10.15628/holos.2016.4183.

CAMPOS, C.A.; TONIN, A.M; KENNARD, M.J.; GONÇALVES-JÚNIOR, J.F. Setting thresholds of ecosystem structure and function to protect streams of the Brazilian savanna. Frontiers in Environmental Science, 10, 2022. DOI 10.3389/fenvs.2022.867905

DELLAMATRICE, P.M.; MONTEIRO, R.T.R. **Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas.**Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18 (12), 1296–1301, 2014.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009**. Atualiza o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - PDOT e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial do Distrito Federal, 2009.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FERNANDES, A.C.M. **Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores Biológicos de Qualidade da Água: Proposta para Elaboração de um Índice de Integridade Biológica.** Tese (doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 226 pp., 2007.

FONSECA, B.M. *et al*. **Nutrient baselines of Cerrado low-order streams: comparing natural and impacted sites in Central Brazil.** Environental Monitoring and Assessment, 186: 19-33, 2014.

MOREYRA, A.K.; PADOVESI-FONSECA, C. **Environmental effects and urban impacts on aquatic macroinvertebrates in a stream of central Brazilian Cerrado.** Sustainable Water Resources Management, 1, 125-136, 2015.

MUNIZ, D.H.F. et al. **Evaluation of water parameters for monitoring natural, urban and agricultural areas in the Brazilian savana**. Acta Limnologica Brasiliensia, 23 (3), 301-317, 2011. http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X2012005000009

NASCIMENTO, D.T.F.; NOVAIS, G.T. **Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas.** Élisée - Revista de Geografia da UEG, *[S. l.]*, 9 (2), e922021, 2020.

Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: MMA, 17 mar. 2005.

SILVA, W.J.; FELISBERTO, S.A.; PADOVESI-FONSECA, C. *et al*. **Serial discontinuity along the Descoberto river basin, central Brazil**. Acta Limnologica Brasiliensia, 22 (3), 344-355.

WWF Brasil. **Com oito das 12 principais bacias hidrográficas que abastecem o país, Cerrado é bioma mais devastado do Brasil.** WWF, 2024. Disponível em: https://www.wwf.org.br/?89580/Com-oito-das-12-principais-bacias-hidrograficas-que-abastecem-o-pais-Cerrado-e-bioma-mais-devastado-do-Brasil. Acesso em: 26 jan. 2026.

SOBRE A ORGANIZADORA

Dra. Claudia Padovesi Fonseca – Professora Titular da Universidade de Brasília (UnB, Brasil). 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. 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.

Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7915-3496

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aquíferos 1, 3, 4, 12, 16, 18, 24, 117, 126, 128, 132, 133, 134

B

Bacia hidrográfica 7, 16, 18, 36, 57, 104
Bentos 103
Biota aquática 90, 93, 94, 99, 105, 113, 115
Brasil 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 27, 28, 30, 33, 36, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 65, 66, 70, 71, 72, 75, 77, 78, 90, 92, 100, 101, 102, 103, 104, 112, 114, 124, 125, 127, 129, 130, 132, 133
Brasil central 1, 9, 15, 16, 42, 103

C

Caverna 126, 129, 130, 131
Cerrado 1, 2, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 26, 27, 36, 41, 42, 75, 76, 77, 78, 81, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135
Condições ambientais 34, 38, 77, 79, 83, 103, 107, 113, 114, 122, 123, 127, 132
Contaminação hídrica 59
Curso fluvial 103

D

Desenvolvimento Sustentável 16, 17, 18, 23, 27
Diretrizes 46, 56, 59, 87, 112
Diversidade biológica 13, 89, 101, 121, 125, 126
Domínio Cerrado 1, 2, 9, 113, 114, 115

E

Ensino da biologia 29, 37

I

Integridade de riachos 29

L

Lagos 24, 75, 90, 127
Lagos artificiais 90

M

Mananciais 3, 9, 13, 16, 18, 46, 104
Microcrustáceos 90, 95
Monitoramento ambiental 44, 45, 75, 78, 86, 87, 118, 122

P

Peixes 106, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134
Planalto Central 1, 2, 3, 13, 18, 117
Poluição das águas 45, 46
Poluição plástica 59, 62
Proteção integral 1
Protocolo de Avaliação Rápida 28, 29, 31, 32, 33, 34, 40, 42

Q

Qualidade ambiental 22, 29, 30, 33, 34, 47, 75, 76, 78, 83, 85, 86, 94, 96, 113, 114, 118, 119, 122, 123

R

Recursos hídricos 1, 2, 3, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 40, 41, 43, 44, 46, 47, 53, 55, 56, 58, 60, 66, 72, 73, 75, 83, 84, 86, 87, 90, 93, 113, 117, 120, 122, 123, 128, 134
Regulamentação hídrica 45
Rotíferos 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99

S

Savana brasileira 104, 113
Sazonalidade climática 75, 77, 78, 84, 85, 87

T

Tecnologia da informação 29, 34, 36

EDITORA
ARTEMIS
2026