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 10

BIODIVERSIDADE DA ICTIOFAUNA CAVERNÍCOLA NO CERRADO

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

André Luiz Marques de Andrade
Universidade de Brasília
Instituto de Biologia - IB
Brasília - DF
http://lattes.cnpq.br/7282216512593102

Otávio Silverio
Universidade de Brasília
Instituto de Biologia - IB
Brasília - DF
http://lattes.cnpq.br/9019276420527897

RESUMO: Os ambientes cavernícolas são ecossistemas singulares, marcados pela ausência de luz, estabilidade ambiental e escassez de recursos. O bioma Cerrado abriga extensos sistemas cársticos e aquíferos subterrâneos, mas ainda é pouco estudado quanto à sua biodiversidade. O presente estudo conduziu uma revisão bibliográfica baseada em publicações científicas nacionais e internacionais, selecionadas em bases como Google Scholar e SciELO, abrangendo o período de 2015 a 2025. Esta revisão sintetiza o conhecimento disponível sobre a diversidade de peixes cavernícolas no Cerrado, incluindo padrões de riqueza, distribuição, grau de associação ao ambiente subterrâneo e ameaças à conservação. Foram registradas 21 espécies, distribuídas em 13 gêneros, sete famílias e três ordens. A ordem Siluriformes foi predominante, especialmente as famílias Trichomycteridae, Heptapteridae e Loricariidae. O predomínio de populações troglóbias no Cerrado revela ambientes subterrâneos antigos, estáveis e isolados, que favorecem alta especialização e endemismo, mas também alta vulnerabilidade ambiental. As principais ameaças incluem mineração, expansão agropecuária e contaminação dos aquíferos, evidenciando a necessidade de ampliação de estudos e estratégias específicas de conservação.
PALAVRAS-CHAVE: caverna; peixes; diversidade biológica.

BIODIVERSITY OF CAVE-DWELLING ICHTHYOFAUNA IN THE CERRADO

ABSTRACT: Cave environments are unique ecosystems, characterized by the absence of light, environmental stability, and scarcity of resources. The Cerrado biome harbors extensive karst systems and subterranean aquifers, despite its biodiversity remains poorly studied. This study conducted a literature review based on national and international scientific publications,

selected from databases such as Google Scholar and SciELO, covering the period from 2015 to 2025. This review synthesizes the available knowledge on the diversity of cave-dwelling fish in the Cerrado, including patterns of richness, distribution, degree of association with the subterranean environment, and threats to conservation. A total of 21 species were recorded, distributed across 13 genera, seven families, and three orders. The order Siluriformes was predominant, particularly the families Trichomycteridae, Heptapteridae, and Loricariidae. The predominance of troglobitic populations in the Cerrado reveals ancient, stable, and isolated subterranean environments which favor high specialization and endemism, but also high environmental vulnerability. The main threats include mining, agricultural expansion, and aquifer contamination, highlighting the need for expanded studies and specific conservation strategies.
KEYWORDS: cave; fishes; biological diversity.

1. INTRODUÇÃO

Os ambientes cavernícolas representam alguns dos ecossistemas mais singulares do planeta. A ausência permanente de luz, a relativa estabilidade térmica e a baixa disponibilidade de alimento criam condições ambientais diferenciadas, que moldam comunidades biológicas altamente especializadas (GALLÃO & BICHUETTE, 2018). Esses ambientes funcionam como verdadeiros laboratórios naturais, onde processos ecológicos e evolutivos ocorrem de forma distinta daqueles observados em ecossistemas aquáticos superficiais, como lagos e rios, em função do isolamento ambiental e das restrições ecológicas impostas pelo meio subterrâneo (GALLÃO & BICHUETTE, *op. cit.*).

O Brasil destaca-se mundialmente pela elevada diversidade subterrânea, abrigando muitas espécies adaptadas à vida em cavernas e águas subterrâneas (TRAJANO *et al*., 2016; BICHUETTE, 2021). Entre esses organismos, os peixes cavernícolas ocupam posição de destaque, tanto pela singularidade de suas adaptações quanto pela elevada vulnerabilidade às alterações ambientais. Esses peixes podem ser classificados como troglóbios, quando possuem seu ciclo de vida restrito ao ambiente subterrâneo, ou troglófilos, quando utilizam tanto habitats subterrâneos quanto superficiais (BICHUETTE, *op. cit.*).

As espécies troglóbias apresentam adaptações marcantes associadas à vida em ambientes permanentemente escuros, como a redução ou perda da pigmentação e da visão, além de modificações sensoriais e comportamentais, que favorecem a exploração de recursos escassos (BICHUETTE, *op. cit.*; GOMES

et al., 2021). Essas características aliadas ao isolamento geográfico típico dos sistemas cavernícolas, resultam em elevados níveis de endemismo e distribuições extremamente restritas, tornando essas espécies particularmente sensíveis a distúrbios ambientais.

O bioma Cerrado abriga extensas áreas cársticas e importantes sistemas aquíferos subterrâneos, desempenhando papel fundamental na manutenção da biodiversidade e dos recursos hídricos do país. Apesar dessa relevância, o conhecimento sobre a biodiversidade de peixes cavernícolas no Cerrado ainda é limitado quando comparado a outras regiões brasileiras, como a Mata Atlântica e o Nordeste cárstico (GALLÃO & BICHUETTE, 2018; GOMES *et al.*, 2021). A dificuldade de acesso aos ambientes subterrâneos, aliada à escassez de estudos sistemáticos, contribui para a subestimação da diversidade real desses organismos no bioma.

Além das lacunas de conhecimento, os peixes cavernícolas enfrentam uma série de ameaças associadas às atividades humanas. A mineração, a construção de barragens, as mudanças no uso do solo e a contaminação dos aquíferos podem provocar impactos severos e, muitas vezes, irreversíveis sobre populações que já apresentam baixa resiliência ecológica (BICHUETTE & GALLÃO, 2021; TRAJANO *et al.*, 2020). Nesse contexto, a realização de revisões bibliográficas torna-se fundamental para reunir o conhecimento disponível, identificar padrões gerais e apontar lacunas que orientem futuras pesquisas e ações de conservação.

O presente capítulo tem como objetivo revisar o conhecimento científico disponível sobre a biodiversidade de peixes cavernícolas, abordando aspectos relacionados à riqueza, distribuição e adaptações ecológicas dessas espécies, com ênfase no bioma Cerrado. Busca-se, ainda, discutir as principais ameaças antrópicas que afetam os peixes cavernícolas e seus habitats subterrâneos, bem como identificar lacunas de conhecimento e perspectivas para futuras pesquisas e estratégias de conservação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo consiste em uma revisão bibliográfica sobre a biodiversidade de peixes cavernícolas, com ênfase em registros e discussões

relacionadas ao bioma Cerrado. A revisão foi conduzida a partir da análise de publicações científicas disponíveis na literatura nacional e internacional, com foco em estudos que abordam aspectos de biodiversidade, ecologia, distribuição e conservação de peixes associados a ambientes subterrâneos.

A busca bibliográfica foi realizada entre os anos de 2015 e 2025, de modo a contemplar produções científicas recentes e atualizadas. Foram consultadas bases de dados amplamente reconhecidas, como Google Scholar, SciELO e periódicos especializados em biodiversidade, ecologia aquática e biologia subterrânea. As palavras-chave utilizadas na busca incluíram os termos "caverna", "peixe" e "diversidade", bem como seus correspondentes em inglês "cave", "fish" e "diversity", combinados entre si.

Foram incluídos na revisão artigos científicos originais e de revisão que tratassem diretamente da ictiofauna cavernícola, com prioridade para estudos realizados no Brasil e, sempre que possível, com registros no bioma Cerrado. Trabalhos que abordassem exclusivamente outros grupos taxonômicos ou ambientes subterrâneos não aquáticos foram considerados apenas quando contribuem para a compreensão geral da biodiversidade e da conservação dos sistemas subterrâneos. Foram excluídas publicações fora do recorte temporal estabelecido ou que não apresentassem dados ou discussões relevantes para o tema proposto.

A análise dos estudos selecionados foi conduzida de forma qualitativa e descritiva. As informações extraídas incluíram dados sobre riqueza de espécies, padrões de distribuição geográfica, categorias ecológicas (troglóbios e troglófilos), adaptações associadas à vida subterrânea e principais ameaças aos habitats cavernícolas. Sempre que possível, os resultados foram organizados de modo a evidenciar tendências gerais e lacunas de conhecimento relacionadas à biodiversidade de peixes cavernícolas no Cerrado.

3. DIVERSIDADE TAXONÔMICA DE PEIXES CAVERNÍCOLAS NO CERRADO

A revisão bibliográfica permitiu o levantamento de populações de peixes associadas a ambientes cavernícolas no bioma Cerrado. No total, foram registradas 21 espécies, distribuídas em 13 gêneros e sete famílias. Esses resultados evidenciam uma expressiva diversidade taxonômica nos sistemas

subterrâneos aquáticos do Cerrado, reforçando a relevância do bioma para a ictiofauna cavernícola brasileira (GALLÃO & BICHUETTE, 2018; SIMÕES & BICHUETTE, 2021).

A ordem Siluriformes apresentou ampla dominância, reunindo a maior parte das famílias e espécies registradas, especialmente Trichomycteridae, Heptapteridae, Loricariidae e Callichthyidae. Esse padrão é consistente com outros estudos que apontam os Siluriformes como o grupo mais representativo em ambientes subterrâneos neotropicais, devido à sua plasticidade ecológica e morfológica (TRAJANO & De PINNA, 2015).

Tabela 1. Classificação taxonômica, localidade e referências das espécies de peixes cavernícolas registradas no bioma Cerrado, Brasil. CSR= classificação Schiner-Racovitza (SCHINER, 1854; RACOVITZA, 1907), +++ = Troglóbio e ++ = Troglófilo.

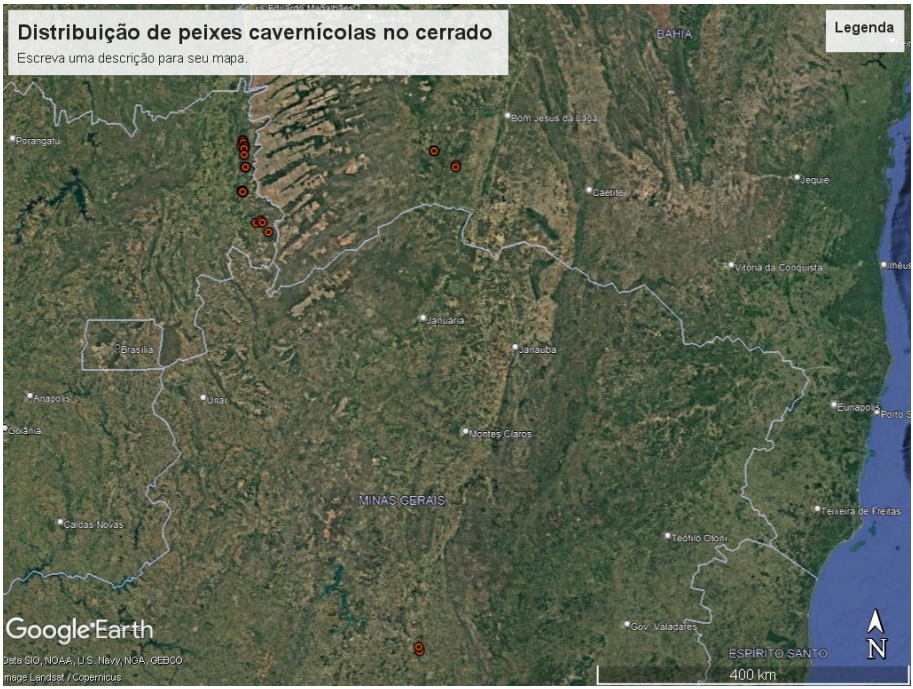
Ordem	Família	Espécie	Caverna (Estado)	CSR	Estado	Referência
Siluriformes	Loricariidae	*Ancistrus cryptophthalmus*	Lapa Angélica	+++	GO	Reis 1987
Siluriformes	Loricariidae	*Ancistrus cryptophthalmus*	Lapa do Bezerra	+++	GO	Reis 1987
Siluriformes	Loricariidae	*Ancistrus cryptophthalmus*	Lapa Passa Três	+++	GO	Reis 1987
Siluriformes	Loricariidae	*Ancistrus cryptophthalmus*	Lapa de São Vicente I	+++	GO	Reis 1987
Siluriformes	Callichthyidae	*Aspidoras albater*	Gruta do Russão III	+++	GO	Secutti et al. 2011
Siluriformes	Callichthyidae	*Aspidoras albater*	Russão II	+++	GO	Secutti et al. 2011
Siluriformes	Callichthyidae	*Aspidoras albater*	Caverna do Anésio III	+++	GO	Secutti et al. 2011
Siluriformes	Callichthyidae	*Aspidoras mephisto*	Russão II	+++	GO	Tencatt and Bichuette 2017
Siluriformes	Callichthyidae	*Aspidoras mephisto*	Caverna do Anésio III	+++	GO	Tencatt and Bichuette 2017
Gymnotiformes	Sternopygidae	*Eigenmannia vicentespelaea*	Lapa de São Vicente II	+++	GO	Triques 1996
Gymnotiformes	Sternopygidae	*Eigenmannia vicentespelaea*	Lapa de São Vicente I	+++	GO	Triques 1996
Characiformes	Erythrinidae	*Erythrinus sp*	Gruta do Enfurnado	++	BA	Trajano et al. 2010
Gymnotiformes	Gymnotidae	*Gymnotus cf carapo*	Gruta da Morena	++	MG	Trajano et al. 2010
Characiformes	Erythrinidae	*Hoplias cf malabaricus*	Gruta do Enfurnado	++	BA	Trajano et al. 2010
Siluriformes	Loricariidae	*Hypostomus sp*	São Bernardo	++	GO	Trajano et al. 2010
Siluriformes	Heptapteridae	*Imparfinis hollandi*	Lapa Angélica	++	GO	Trajano et al. 2010

Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis bambui*	Lapa Angélica	+++	GO	Bichuette and Trajano 2004
Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis boticario*	Gruta da Tarimba	+++	GO	Bichuette and Trajano 2008
Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis epikarsticus*	Lapa do São Mateus III	+++	GO	Bichuette and Trajano 2004
Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis mambai*	Lapa do Sumidouro do Landin I	+++	GO	Bichuette and Trajano 2008
Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis passensis*	Lapa Passa Três	+++	GO	Fernández and Bichuette 2002
Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis ramiroi*	São Bernardo	+++	GO	Bichuette and Trajano 2004
Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis sp.*	Gruta do Russão III	++	GO	Trajano et al. 2010
Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis sp.*	Russão II	++	GO	Trajano et al. 2010
Siluriformes	Trichomycteridae	*Ituglanis sp.*	Caverna do Anésio III	++	GO	Trajano et al. 2010
Siluriformes	Heptapteridae	*Pimelodella spelaea*	São Bernardo	+++	GO	Trajano et al., 2004
Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdia enfurnada*	Gruta do Enfurnado	+++	BA	Bichuette and Trajano 2005
Siluriformes	Heptapteridae	*Rhamdiopsis sp.*	Gruta do Salitre	+++	MG	Trajano and Bichuette 2010
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus rubbioli*	Lapa dos Peixes	+++	BA	Bichuette and Rizzato 2012
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus rubbioli*	Gruna da Água Clara	+++	BA	Bichuette and Rizzato 2012
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus sp. A*	Penhasco	++	GO	Trajano 2001
Siluriformes	Trichomycteridae	*Trichomycterus sp. A*	Nova Esperança	++	GO	Trajano 2001

4. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS GRUPOS

As populações de peixes cavernícolas do Cerrado encontram-se distribuídas em três estados brasileiros: Goiás, Minas Gerais e Bahia. O estado de Goiás concentra a maior riqueza registrada, com 25 táxons, destacando-se a região cárstica de São Domingos (GO) como um dos principais hotspots de biodiversidade subterrânea. Em Minas Gerais, foram registrados dois táxons, enquanto o estado da Bahia abriga cinco táxons.

Figura 1. Distribuição espacial das espécies de peixes cavernícolas registradas no bioma Cerrado, Brasil. Fonte: Google Earth, imagem de satélite (2026).



Essa distribuição reflete uma forte associação entre a ocorrência de peixes cavernícolas e áreas com sistemas cársticos bem desenvolvidos e aquíferos subterrâneos, os quais fornecem condições ambientais favoráveis à colonização e manutenção dessas populações. No entanto, observa-se uma concentração espacial dos registros em regiões mais intensamente amostradas, indicando possíveis vieses de esforço amostral e sugerindo que a diversidade real do bioma pode estar subestimada (GALLÃO & BICHUETTE, 2018; BICHUETTE *et al*., 2020).

5. ASPECTOS MORFOLÓGICOS E GRAU DE ASSOCIAÇÃO AO AMBIENTE SUBTERRÂNEO

Com base na classificação de Schiner-Racovitza (SCHINER, 1854; RACOVITZA, 1907) .as populações analisadas podem ser enquadradas em diferentes graus de associação ao ambiente cavernícola: troglóbias, troglófilas e trogloxenas. As populações troglóbias são aquelas restritas exclusivamente ao ambiente subterrâneo, frequentemente apresentando características morfológicas

típicas da vida em cavernas, como redução ou ausência de olhos, despigmentação e alongamento de estruturas sensoriais.

O predomínio de populações troglóbias no Cerrado indica a existência de ambientes subterrâneos estáveis, antigos e ecologicamente isolados, capazes de sustentar processos de especialização extrema ao longo do tempo evolutivo (CULVER & PIPAN, 2019; BICHUETTE, 2021). Essas populações são, em sua maioria, endêmicas e associadas a sistemas aquíferos específicos, o que as torna particularmente vulneráveis a alterações ambientais.

As populações troglófilas e trogloxenas, por sua vez, utilizam tanto ambientes subterrâneos quanto superficiais, desempenhando um papel essencial na conectividade ecológica entre esses sistemas. Esses grupos contribuem para o fluxo de energia e nutrientes, evidenciando que a integridade ecológica das cavernas depende diretamente da conservação das áreas externas, especialmente das zonas de recarga dos aquíferos e das bacias hidrográficas associadas (GALLÃO & BICHUETTE, 2018; BICHUETTE & GALLÃO, 2021).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que o bioma Cerrado abriga uma diversidade significativa de peixes associados a ambientes cavernícolas, reforçando sua importância como área prioritária para a conservação da biodiversidade subterrânea no Brasil (BICHUETTE *et al*., 2018; SIMÕES & BICHUETTE, 2021). A elevada riqueza registrada, distribuída em diferentes grupos taxonômicos, sugere que os sistemas subterrâneos do Cerrado desempenham papel fundamental nos processos evolutivos e ecológicos da ictiofauna brasileira (TRAJANO & De PINNA, 2015).

Além disso, o elevado grau de endemismo observado em diversas populações reforça o potencial do Cerrado como um dos principais centros de diversificação de peixes cavernícolas na região Neotropical, embora ainda seja considerado um bioma subamostrado sob a perspectiva da biodiversidade subterrânea (SIMÕES & BICHUETTE, 2021).

A elevada proporção de populações ainda não classificadas quanto ao grau de associação ao ambiente cavernícola evidencia lacunas significativas de conhecimento sobre a ecologia e a biologia dessas espécies. Essa limitação está

relacionada, principalmente, à escassez de estudos ecológicos detalhados, à dificuldade de acesso aos sistemas subterrâneos e à concentração das pesquisas em poucas regiões do bioma.

Como consequência, a diversidade real de peixes cavernícolas do Cerrado pode estar subestimada, reforçando a necessidade de ampliação de inventários biológicos, estudos populacionais e análises ecológicas de longo prazo (BICHUETTE *et al*., 2020).

Sob a perspectiva da conservação, os resultados indicam que as populações de peixes cavernícolas do Cerrado estão expostas a diversas ameaças antrópicas, como mineração, expansão agropecuária, uso intensivo dos recursos hídricos e contaminação dos aquíferos subterrâneos (TRAJANO & BICHUETTE, 2016; BICHUETTE *et al*., 2020). Considerando a baixa resiliência ecológica, o alto grau de endemismo e a distribuição espacial restrita de muitas dessas populações, tais impactos podem resultar em perdas irreversíveis de biodiversidade.

Dessa forma, torna-se essencial a incorporação da biodiversidade subterrânea do Cerrado em políticas públicas, planos de manejo e estratégias de conservação, bem como o fortalecimento de ações de proteção das áreas cársticas e das zonas de recarga aquífera (BICHUETTE & GALLÃO, 2021; SIMÕES & BICHUETTE, 2021).

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

BICHUETTE, M.E. *et al.* **Spots of high diversity of troglobites in Brazil: the challenge of measuring subterranean diversity**. Biodiversity and Conservation, 29, 1–19, 2020.

BICHUETTE, M. E.; GALLÃO, J. E. **Ecologia de peixes de cavernas brasileiras**. Oecologia Australis, 25 (1), 1–20, 2021.

BICHUETTE, M.E.; GALLÃO, J.E.; TRAJANO, E. **Under the surface: what we know about the threats to subterranean fishes in Brazil**. Journal of Fish Biology, 96, 1–14, 2020.

BICHUETTE, M.E.; TRAJANO, E. **Ecology and distribution of subterranean fishes in Brazil**. Environmental Biology of Fishes, 72 (3), 291–302, 2005.

BICHUETTE, M.E.; TRAJANO, E. **Biology and conservation of subterranean fishes in Brazil**. Ichthyological Exploration of Freshwaters, 29, 1–20, 2018.

BICHUETTE, M.E.; TRAJANO, E. **Ituglanis boticario, a new troglomorphic catfish (Teleostei: Siluriformes: Trichomycteridae) from Mambaí karst area, central Brazil**. Neotropical Ichthyology, 6 (1), 9–15, 2008.

CULVER, D.C.; PIPAN, T. **The biology of caves and other subterranean habitats**. 2. ed. Oxford: Oxford University Press, 2019.

GALLÃO, J.E.; BICHUETTE, M.E. **Brazilian subterranean biodiversity: an overview**. Subterranean Biology, 26, 1–22, 2018.

GALLÃO, J.E.; BICHUETTE, M.E. **Mapping subterranean biodiversity hotspots in Brazil**. Biological Conservation, 219, 1–9, 2018.

RACOVITZA, E.G. **Essai sur les problèmes biospéologiques.** Archives de zoologie expérimentale et générale, Paris, 6, 371–488, 1907.

SIMÕES, L.B.; BICHUETTE, M.E. **Subterranean ichthyofauna of the Cerrado biome**. *Neotropical Ichthyology*, 19 (3), e210045, 2021.

TENCATT, L.F.C.; BICHUETTE, M.E. **Aspidoras mephisto, new species: the first troglobitic Callichthyidae (Teleostei: Siluriformes) from South America**. PLoS ONE, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0171309.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E. **Conservation of Brazilian cave fishes**. Environmental Biology of Fishes, 98, 1–15, 2015.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E. **Threats to subterranean fishes in Brazil**. Subterranean Biology, 19, 1–20, 2016.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E.; KAPOOR, B.G. (eds.). **Biology of subterranean fishes**. Enfield, NH: Science Publishers, 2010.

TRAJANO, E.; DE PINNA, M. C. C. **Diversity of Brazilian troglobitic fishes: models of colonization and differentiation in subterranean habitats**. Environmental Biology of Fishes, 98, 1–14, 2015.

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