

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

 EDITORA
ARTEMIS
2021

Estudos em Biociências e Biotecnologia:

Desafios, Avanços
e Possibilidades

Manuel Simões
(organizador)

 EDITORA
ARTEMIS
2021

2021 by Editora Artemis
Copyright © Editora Artemis
Copyright do Texto © 2021 Os autores
Copyright da Edição © 2021 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	Prof ^a Dr ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Manuel Simões
Imagem da Capa	Vivilweb/123RF
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
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
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
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México
Prof.^a Dr.^a Emilias 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. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*
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.^ª Dr.^ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, *Universidade São Francisco*
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*
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile
Prof.^ª Dr.^ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, *Universidade Federal do Amazonas*
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, USA
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*
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. Júlio César Ribeiro, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, *Universidade Estadual Paulista*
Prof.^ª Dr.^ª Livia do Carmo, *Universidade Federal de Goiás*
Prof.^ª Dr.^ª Luciane Spanhol Bordignon, *Universidade de Passo Fundo*
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 Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, *Universidade Estadual Paulista*
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, *Universidade Federal de Sergipe*
Prof.^ª Dr.^ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha
Prof.^ª Dr.^ª Margarida Márcia Fernandes Lima, *Universidade Federal de Ouro Preto*
Prof.^ª Dr.^ª Maria Aparecida José de Oliveira, *Universidade Federal da Bahia*
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*
Prof.^ª Dr.^ª Maria Lúcia Pato, *Instituto Politécnico de Viseu*, Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba
Prof.^ª Dr.^ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, *Universidade Federal de Lavras*
Prof.^ª Dr.^ª Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*



Prof.^a Dr.^a Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras
Prof.^a Dr.^a Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.^a Dr.^a Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande
Prof.^a Dr.^a Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

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

E82 Estudos em biociências e biotecnologia [livro eletrônico] : desafios, avanços e possibilidades / Organizador Manuel Simões. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-50-7

DOI 10.37572/EdArt_211221507

1. Biociência. 2. Biotecnologia. 3. Biomedicina. 4. Bioética.
I. Simões, Manuel.

CDD 574

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

PREFÁCIO

A biotecnologia baseia-se em conhecimentos multidisciplinares fortemente associados às ciências naturais e exatas, e às ciências aplicadas. As ciências biológicas e o seu enquadramento na biotecnologia têm aplicações em grandes áreas de importância socioeconómica, principalmente na medicina humana e animal, ambiente, agronomia e na indústria. Os processos biotecnológicos são caracterizados por usarem células procariotas ou eucariotas, partes das mesmas ou análogos moleculares - com o objetivo de se obterem produtos e serviços. Avanços significativos na biotecnologia surgiram das sinergias estabelecidas entre engenheiros, cientistas e reguladores para transformar descobertas científicas em novos processos e produtos, com impacto socioeconómico. A elevada dinâmica académica e industrial no desenvolvimento de conhecimento em ciências biológicas e biotecnologia é revelador da sua importância. Contudo, a necessidade de atualização dos avanços científicos, em conjugação com a transformação desse novo conhecimento em conteúdo curricular técnico-científico relevante são desafios para um eficaz processo formativo de recursos humanos altamente qualificados. O enquadramento ético e regulamentar de novos processos e produtos é igualmente desafiante.

Este livro foi dividido em quatro partes: a primeira parte reúne capítulos (1 a 6) relacionados com as biociências e a biotecnologia na área biomédica. A segunda parte concentra capítulos (7 a 11) na área do ambiente. A terceira parte é composta pelos capítulos 12 a 14 que se enquadram em aspetos da bioprospeção. A quarta parte contém os capítulos 15 e 16 que abordam aspetos do ensino/aprendizagem em biotecnologia e da bioética, respetivamente. Neste contexto, pretende com este livro contribuir para que estudantes e professores do ensino superior, ligados às biociências e à biotecnologia, quer a nível de graduação quer de pós-graduação, possam ter uma perspetiva de avanços na área. Este livro pode ser também útil a profissionais ligados a setores nos quais as biociências e a biotecnologia têm um papel de relevo, bem como para professores do ensino pré-académico.

Manuel Simões

SUMÁRIO

BIOMEDICINA

CAPÍTULO 1.....1

A DESCOBERTA DA INSULINA CELEBRA 100 ANOS

Maria Teresa Rangel-Figueiredo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215071

CAPÍTULO 2..... 16

COMPORTAMIENTO REOLÓGICO DE SUSPENSIONES DE NANOTUBOS DE CARBONO CON APLICACIONES BIOMÉDICAS

Arisbel Cerpa-Naranjo

Begoña Ibañez Martínez

Isabel Lado Touriño

Mariana P. Arce

Javier Pérez Piñeiro

Niurka Barrios Bermúdez

María Luisa Rojas Cervantes

Rodrigo Moreno Botella

Sebastián Cerdán García-Esteller

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215072

CAPÍTULO 3.....28

PREMOLARES HUMANOS: ESTUDIO DE FOSITAS INYECTADAS CON COLORANTE Y SU RELACION CON ESTRUCTURAS DENTINALES

Marcela Zaffaroni

Santiago Cueto

Alicia Kohli

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215073

CAPÍTULO 4..... 40

EFFECT OF *Zinnia peruviana* ROOT EXTRACT ON THE PRODUCTION OF MICROBIAL BIOFILMS

Ana Mariel Mohamed

Diego Alberto Cifuentes

Sara Elena Satorres

Claudia Maricel Mattana

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215074

CAPÍTULO 5..... 50

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL TERAPÉUTICO DE TETRATIOMOLIBDATO DE AMONIO EN LA ENDOMETRIOSIS EXPERIMENTAL

Rocío Ayelem Conforti

María Belén Delsouc

Marilina Casais

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215075

CAPÍTULO 6..... 61

LAS CARDIOPATÍAS, EL EJERCICIO Y SU INTERRELACIÓN AMBIENTAL: REVISION DE LITERATURA

Pedro Jorge Cortes Morales

Eduarda Eugenia Dias de Jesus

Fabricio Faitarone Brasilino

Luis Fernando Rosa

Maria Caroline Marcomini Tezolin

Luana de Andrade Mazia

Gilmar Sidnei Erzinger

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215076

AMBIENTE

CAPÍTULO 7..... 74

MICROFAUNA EM CÓRREGOS DE CABECEIRA DO CERRADO CENTRAL DO BRASIL

Claudia Padovesi-Fonseca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215077

CAPÍTULO 8..... 85

ESTUDO SOBRE A GERAÇÃO, O PROCESSO SELETIVO E O DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DO CAMPUS DE PORTO NACIONAL, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

Brenda Thais Kalife de Assunção

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215078

CAPÍTULO 9..... 95

TRATAMIENTO BIOLÓGICO EM EFLUENTES DE ÁGUA PARA USINAGEM DE OLIVEIRA

Mariela Beatriz Maldonado

Emiliano Gabriel Fonarsin

Leonel Lisanti

Ariel Marquez

Walter Pirán

Noemi Graciela Maldonado

Pablo Enrique Martín

Daniela Adriana Barrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2112215079

CAPÍTULO 10..... 110

PRODUCCIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y SU USO EN SUELOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Jairo Vanegas Gordillo

Daniela Forero Gutiérrez

Paola Navarro Munoz

 https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150710

CAPÍTULO 11..... 132

USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS PRODUCIDAS POR TRATAMIENTO HIDROTHERMAL Y RADIACIÓN POR MICROONDAS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CAPTURA DE CARBONO Y AUMENTO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS

Jairo Vanegas Gordillo

Laura Milena Bejarano

Paola Alexandra Aguilar Díaz

 https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150711

BIOPROSPEÇÃO

CAPÍTULO 12..... 154

DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE EXTRAPOLISACÁRIDO DE BACTERIAS PROVENIENTES DE RESIDUOS OLIVÍCOLAS

Fodda Assad Robledo

María Alejandra Soloaga

Patricia Alejandra Córdoba

María Celeste Rosso
María de los Ángeles Spano Cruz
Verónica Alejandra Galleguillo
Gema Blanca Reynoso

 https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150712

CAPÍTULO 13.....163

SESQUITERPENOIDES DE PLANTAS NATIVAS DEL NOROESTE ARGENTINO CON ACCION INSECTICIDA

Susana Beatriz Popich

 https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150713

CAPÍTULO 14.....177

DORMANT RUPTURE AND HORMONES LEVELS IN *Jatropha curcas* L. AND *Jatropha macrocarpa* GRISEB SEED

Nancy Elisabeth Tavecchio
Lihué Olmedo Sosa
Ana Edit Vigliocco
Oscar Terenti
Erika Ayelen Escudero
Hilda Pedranzani

 https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150714

ENSINO E ÉTICA EM BIOTECNOLOGIA

CAPÍTULO 15.....190

DESAFIOS NO ENSINO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS BIOFILMES

Manuel Simões
Lúcia Chaves Simões
Conceição Fernandes
Maria José Saavedra

 https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150715

CAPÍTULO 16.....199

BIOÉTICA EN LA FORMACIÓN EN MEDICINA

Julia Susana Elbaba

 https://doi.org/10.37572/EdArt_21122150716

SOBRE O ORGANIZADOR.....	206
ÍNDICE REMISSIVO	207

CAPÍTULO 7

MICROFAUNA EM CÓRREGOS DE CABECEIRA DO CERRADO CENTRAL DO BRASIL

Data de submissão: 20/10/2021

Data de aceite: 05/11/2021

Claudia Padovesi-Fonseca

Núcleo de Estudos Limnológicos (NEL)

Departamento de Ecologia

Instituto de Biologia

Universidade de Brasília – UnB

Campus Universitário Darcy Ribeiro

Brasília, DF CEP 70910-900, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-7915-3496>

RESUMO: A região nuclear do Domínio Cerrado está localizada no Planalto Central Brasileiro e representa um divisor das principais bacias do país e da América do Sul. O Cerrado é a mais extensa savana da América do Sul e compreende 21% do território brasileiro, e se espalha numa área de dois milhões de km². Além de elevada riqueza biológica, uma boa parte de suas espécies são endêmicas, ou seja, seu habitat único é o Cerrado. A predominância de terras altas no Brasil central fornece condições para que as águas de superfície sejam drenadas para regiões mais baixas. A interface de divisor de águas pode representar um núcleo potencial para espécies aquáticas endêmicas, além de conferir áreas prioritárias para a conservação

aquática no Brasil. O conhecimento da microfauna aquática em riachos de cabeceira vem contribuir para aumentar o registro de novas espécies e endêmicas para o Domínio Cerrado. O presente capítulo apresenta resultados obtidos por estudos desenvolvidos no Cerrado do Brasil central em regiões de cabeceiras de riachos e interfaces entre biomas (Amazônia-Cerrado-Caatinga). Estes estudos registraram novas ocorrências de espécies, bem como a relação das espécies com as condições naturais e ainda protegidas de cabeceiras do Cerrado central do Brasil.

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

MICROFAUNA OF THE HEADWATER STREAMS IN THE CENTRAL CERRADO OF BRAZIL

ABSTRACT: The nuclear region of Cerrado Domain located in the Brazilian Central Plateau and represents a divisor of the main basins' country as also of South America. The Cerrado is the most extensive savanna in South America and comprises 21% of the Brazilian territory, and spreads across an area of two million km². In addition to high biological richness, high part of Cerrado' species are endemic, that is, their unique habitat is the Cerrado. The predominance of highlands in the central Brazil provides conditions for the surface water drainage to lower regions. The

watershed interface may represent a potential nucleus for endemic aquatic species, in addition to providing priority areas for aquatic conservation in Brazil. The knowledge of aquatic microfauna in headwater streams contributes to increase the records of new and endemic species for the Cerrado Domain. This chapter presents results obtained from studies carried out in the central Cerrado of Brazil on stream headwaters and interfaces between biomes (Amazon-Cerrado-Caatinga). These studies registered new occurrences of species, as well as the relationship of the species with the natural and still protected conditions of headwaters in the central Cerrado of Brazil.

KEYWORDS: Brazilian savanna. Preserved areas. Aquatic biodiversity. Endemic species.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é a mais extensa savana da América do Sul e compreende 21% do território brasileiro, com uma área de dois milhões de km². A região nuclear dessa savana neotropical está localizada no Planalto Central Brasileiro e representa um divisor das principais bacias do país e da América do Sul (Fonseca et al., 2014). É biologicamente o mais rico do mundo, com um grau significativo de endemismo (PADOVESI-FONSECA et al., 2015).

O relevo do Planalto Central do Brasil apresenta extensas superfícies planas a suaves onduladas, as chapadas, situadas em cotas acima de 1000m de altitude. Riachos de cabeceiras da região nuclear do Cerrado emergem dessas terras altas e fornece condições para que as suas águas superficiais sejam drenadas para bacias hidrográficas contíguas. Com isso, essa região representa o principal divisor das águas no país. Nascentes e uma infinita rede de ecossistemas lóticos de pequeno porte, como riachos e córregos, fluem em profusão (PADOVESI-FONSECA, 2005).

A interface de divisor de águas pode representar um núcleo potencial para espécies aquáticas endêmicas, além de conferir áreas prioritárias para a conservação aquática no Brasil (PADOVESI-FONSECA et al., 2015). Além de abrigar espécies endêmicas e uma elevada biodiversidade (PADOVESI-FONSECA et al., 2021), estas áreas de interface podem estar ainda sob condição pristina. Portanto, amostragem da microfauna em riachos do Cerrado configura uma importante estratégia para conservação de cabeceiras de sistemas aquáticos no Brasil (PADOVESI-FONSECA et al., 2016).

Zooplâncton compõe um conjunto de microrganismos aquáticos que vivem em suspensão na água, sem conseguir transpor a correnteza. Os microinvertebrados planctônicos de água doce são compostos por crustáceos (Cladocera e Copepoda) e rotíferos (PADOVESI-FONSECA et al., 2015). Suas espécies são comumente referenciadas como elementos de qualidade para a conservação ambiental em sistemas aquáticos (ROCHA, 2020).

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

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

Este capítulo apresenta estudos realizados no Cerrado do Brasil central em regiões de cabeceiras de riachos e interfaces entre biomas (Amazônia-Cerrado-Caatinga). Apresenta resultados da microbiota aquática a partir das publicações: PADOVESI-FONSECA *et al.* (2016), PADOVESI-FONSECA & REZENDE (2017), TORRES *et al.* (2019), PADOVESI-FONSECA (2021) e PADOVESI-FONSECA *et al.* (2021).

2 A RIQUEZA BIOLÓGICA NAS NASCENTES DO CERRADO

A microbiota aquática registrada em águas naturais no Domínio Cerrado do Brasil central apresenta tendências de diversidade biológica diferente mais locais que regionais. Esta tendência foi observada por PADOVESI-FONSECA *et al.* (2021) e a diversidade de zooplâncton esteve direcionada por escalas espaciais menores, como as microbacias de riachos de cabeceira localizados no Distrito Federal.

Os córregos de cabeceira no Cerrado (Figura 1) tendem a ter águas mais frias (em torno de 17°C), transparentes, com baixo teor de nutrientes e levemente ácidas (FONSECA *et al.*, 2014). Neste sentido, investigar as características abióticas dessas águas é relevante como direção na diversidade do zooplâncton em sistemas tropicais.

Figura 1. Corredeiras na frente; ao fundo uma piscina. Rio dos Couros, Chapada dos Veadeiros-GO.



Foto: Claudia Padovesi Fonseca.

O zooplâncton deve ser considerado uma ferramenta de qualidade essencial para a conservação ambiental em ambientes aquáticos (CHIBA *et al.*, 2018; ROCHA, 2020). Tal aspecto é possível pela ubiquidade do zooplâncton em ambientes dulcícolas, especialmente em sistemas lênticos e lóticos de grande porte (KUMAR *et al.*, 2011).

Muitos recentes estudos sobre o zooplâncton de águas doces vêm sendo conduzidos no Brasil (PICAPEDRA *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2020). Entretanto, poucos estudos foram realizados em sistemas lóticos de pequeno porte (BRITO, 2020; XIONG *et al.*, 2020), e principalmente, em águas de cabeceira de regiões tropicais (PICAPEDRA *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2020), comparado com os sistemas lênticos dessa região (LOPES *et al.*, 2019; PINESE *et al.*, 2015). A comunidade zooplanctônica de lagoas naturais do Cerrado, formadas por afloramento do lençol freático, foi bem investigada (LOPES *et al.*, 2019; PADOVESI-FONSECA & REZENDE, 2017). Portanto, amostragem de microfauna em córregos de nascente no Domínio Cerrado configura uma importante estratégia para a conservação de mananciais e de sua biota (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2016).

A região nuclear dessa savana tropical, localizada no Planalto do Brasil central, exhibe águas com uma forte heterogeneidade ambiental (FEIO *et al.*, 2018; REZENDE *et al.*, 2014), e comportam uma elevada diversidade zooplanctônica (GOMES *et al.*, 2020;

LOPES *et al.*, 2019). As cabeceiras de córregos de planalto se originam em áreas mais elevadas, que naturalmente fluem para partes ou bacias mais baixas, e podem formar corredores naturais para muitas espécies aquáticas (REZENDE *et al.*, 2017).

Baseado no potencial de elevada heterogeneidade ambiental dos sistemas aquáticos localizados em áreas altas e protegidas (Figura 2), sua preservação permanente tem sido um desafio para abrigar espécies endêmicas e em perigo de extinção, revelando um elevado patrimônio de biodiversidade (REZENDE *et al.*, 2019). Neste sentido, estudos sobre a composição taxonômica do zooplâncton (principalmente em termos locais e regionais) e as condições de qualidade da água são relevantes para a conservação das áreas de cabeceira no Domínio Cerrado.

Figura 2. Heterogeneidade ambiental em córregos de planalto. Piscina com água parada em trecho do rio dos Couros, Chapada dos Veadeiros-GO.



Foto: Claudia Padovesi Fonseca.

A potencialidade de obter novos registros de espécies em áreas de nascentes do Domínio Cerrado foi obtida no estudo realizado por PADOVESI-FONSECA *et al.* (2016) na região de transição entre Cerrado e Amazônia. Com este estudo, nove espécies de Cladocera (microcrustáceos aquáticos) foram registradas pela primeira vez. Regiões de nascentes localizadas em áreas de confluências entre biomas fornecem condições de ter uma diversidade nova e endêmica, e especialmente referente a áreas protegidas em condições prístinas.

3 ZOOPLÂNCTON COMO INDICADOR BIOLÓGICO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DO CERRADO

O termo bioindicador representa qualquer forma de vida capaz de quantificar e monitorar as propriedades dos ecossistemas. São espécies ou grupos biológicos que indicam condições ambientais e suas alterações, que podem ser usados na avaliação dessas condições ambientais, e com possibilidade de intervenção humana precoce. As comunidades aquáticas respondem de maneira previsível às variações ambientais, como visto para os bentos em córrego periurbano do Distrito Federal (MOREYRA & PADOVESI-FONSECA, 2007). Os impactos de origem humana, por representarem elementos externos ao sistema, afetam este equilíbrio dinâmico, resultando em alterações nos padrões esperados (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2010).

Em águas de nascentes do Cerrado as características locais tendem a ser preponderantes na condução da diversidade zooplanctônica (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2021). Os resultados desse estudo apontam que a importância de escalas espaciais menores pode ser explicada pela soma de dois principais fatores. Um deles é a dispersão passiva dos organismos do zooplâncton, direcionada pela conexão entre os pontos de amostragem. O segundo fator corresponde às características do nicho, bem como a heterogeneidade ambiental e a sua estabilidade pela ação protetora da vegetação ripária (PADOVESI-FONSECA *et al.*, *op.cit.* e referências). Vimos, com isso, destacar o papel do zooplâncton como indicador útil e ferramenta auxiliar no monitoramento da qualidade das águas (Figura 3).

Figura 3. Coleta de zooplâncton em córregos de planalto. Rio Tocantzinho, Chapada dos Veadeiros-GO.



Foto: Claudia Padovesi Fonseca.

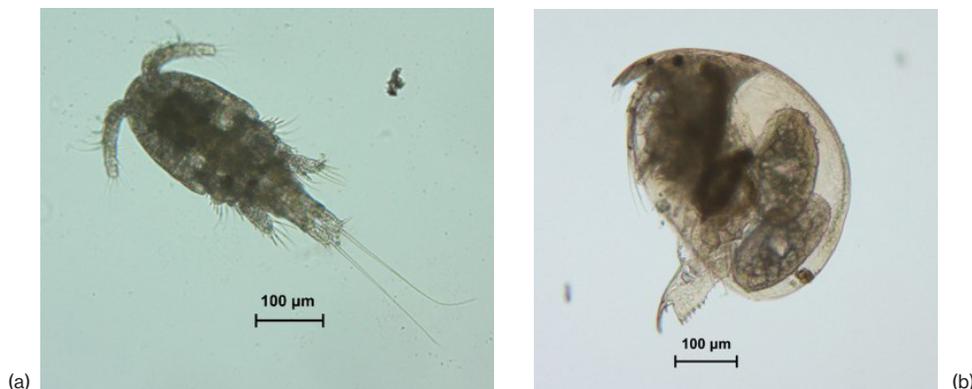
Em córregos de cabeceira, além de ter baixas densidades numéricas, o zooplâncton é dominado por microcrustáceos de pequeno porte e de estágios larvais (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2016). A baixa riqueza de espécies em córregos de cabeceira pode ser explicada pela associação do zooplâncton com águas mais paradas (PADOVESI-FONSECA & REZENDE, 2017), como remansos. Os remansos são mais raros em córregos de cabeceira, se comparados com os rios maiores.

Além disso, o zooplâncton apresenta alta dependência de nutrientes dissolvidos na água (PADOVESI-FONSECA & REZENDE, 2017). Os nutrientes foram essenciais para registros maiores de riqueza de espécies em córregos de cabeceira do Distrito Federal (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2021). Apesar disso, estas cabeceiras do Domínio Cerrado apresentam baixas concentrações de nutrientes (FONSECA *et al.*, 2014), o que explica as baixas densidade, diversidade e riqueza do zooplâncton (MUYLAERT *et al.*, 2010).

A heterogeneidade ambiental permite a diversificação de nichos e adaptação diferenciada em ambientes de correnteza, como os córregos. Ambientes de correnteza exerce ação sobre o modo de vida planctônico. Os efeitos da correnteza do rio e arraste dos organismos representam dois fatores que limitam o plâncton no canal dos cursos d'água. Grupos associados ao fundo dos rios, os chamados bentos, são adaptados a este tipo de ambiente e predominam, como os quidórídeos (PERBICHE-NEVES *et al.*, 2012). Assim, grupos não planctônicos são típicos representantes de cabeceiras do Cerrado. PADOVESI-FONSECA *et al.* (2016) registraram 80% de cladóceros não-planctônicos em córregos de interface Amazônia-Cerrado.

Adaptações morfológicas também são observadas no zooplâncton de rios. As espécies adaptadas à correnteza apresentam corpos cobertos por carapaças rígidas e com frequência são achatados dorso-ventralmente (Figura 4).

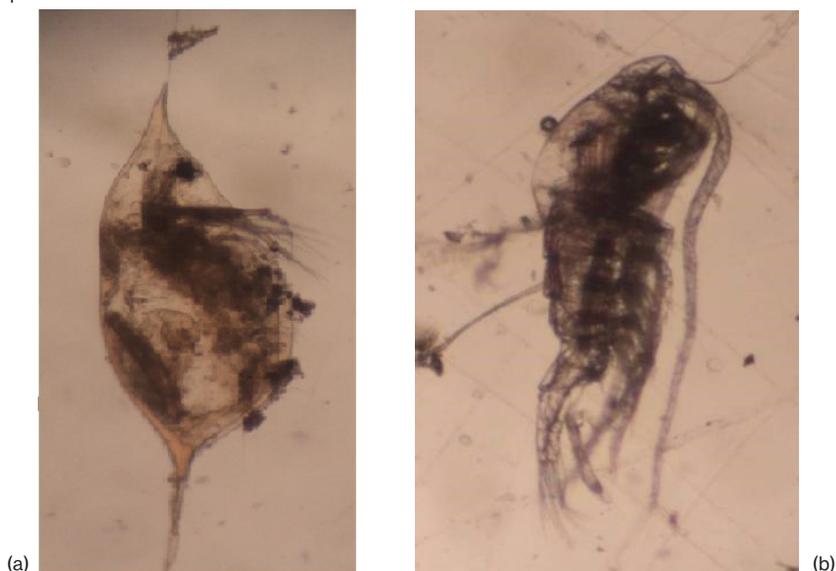
Figura 4. Espécies adaptadas à correnteza; vivem associados ao substrato ou vegetação. (a) Copepoda Cyclopoida; (b) Cladocera, *Alona guttata*. Estação Ecológica de Águas Emendadas-DF.



Fotos: Damião Ferreira da Costa.

As espécies planctônicas são adaptadas a ambientes parados, e nos rios são arrastadas para áreas laterais de remanso, ou piscinas ao longo do rio. Neste caso, quando são arrastados pela correnteza, morrem e quando capturados, estão com os corpos desidratados e quebrados (Figura 5). Este detalhe é importante salientar pois dificulta a identificação taxonômica dos espécimes coletados.

Figura 5. Espécies adaptadas a águas paradas; são arrastadas de remansos e piscinas dos córregos. Efeito: corpos desidratados e partes quebradas. (a) Cladocera, *Daphnia gessneri*; (b) Copepoda Calanoida. Rio dos Couros, Chapada dos Veadeiros-GO.



Fotos: Claudia Padovesi Fonseca.

A riqueza do zooplâncton em córregos de cabeceira normalmente é baixa e, por conseguinte, resulta em diferenças sutis entre os pontos de amostragem, e em escalas maiores as dissimilaridades não são detectadas (vide resultados de PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2021). Além do ambiente de correnteza não favorecer o desenvolvimento do zooplâncton, como dito anteriormente, a não variação da diversidade do zooplâncton nestas áreas podem também ser explicada por:

- (1) Similaridade entre os pontos de amostragem pelo estado de conservação dos córregos, que preserva um número similar de habitats (VAN ONSEM *et al.*, 2010);
- (2) Baixa concentração de nutrientes (FONSECA *et al.*, 2014; REZENDE, *et al.*, 2019) que pode limitar o número de espécies zooplanctônicas (MUYLAERT *et al.*, 2010).

Estes córregos são situados em áreas de proteção, em que suas cabeceiras são originalmente protegidas por uma densa vegetação ripária (FEIO *et al.*, 2018; REZENDE, *et al.*, 2019). Sob condições naturais, suas águas são oligotróficas, transparentes, ligeiramente ácidas e com baixo teor de nutrientes e de íons (FEIO *et al.*, 2018; FONSECA *et al.*, 2014; REZENDE, *et al.*, 2014).

Assim, padrões de diversidade de espécies são essenciais para o entendimento da ecologia de comunidades, bem como para prover informações em estratégias de conservação em córregos do Cerrado. Finalmente, baseado nas características peculiares desses córregos localizados em áreas protegidas e de planalto, sua preservação permanente deve ser considerada essencial na preservação de espécies endêmicas, revelando um vasto patrimônio, como substanciado pelos estudos apresentados aqui para os córregos do Cerrado do Brasil central.

4 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).

REFERÊNCIAS

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

da BRITO, M.T.S.; HEINO, J.; POZZOBOM, U.M.; LANDEIRO, V.L. **Ecological uniqueness and species richness of zooplankton in subtropical floodplain lakes.** *Aquatic Sciences*, 82, 43, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00027-020-0715-3>

da ROCHA, B.S.; de SOUZA, C.A.; MACHADO, K.B.; *et al.* **The relative influence of the environment, land use, and space on the functional and taxonomic structures of phytoplankton and zooplankton metacommunities in tropical reservoirs.** *Freshwater Science*, 2020. <https://doi.org/10.1086/708949>

FEIO, M.J.; LEITE, G.F.M.; REZENDE, R.S.; *et al.* **Macro-scale (biomes) differences in neotropical stream processes and community structure.** *Global Ecology and Conservation*, 16, e00498, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00498>

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

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

KUMAR, N.J.L.; DAS, M.; MUKHERJI, R.; KUMAR, R.N. **Assessment of zooplankton diversity of a tropical wetland system.** International Journal of Pharmaceutical and Life Sciences, 2, 983–990, 2011.

LOPES, V.G.; BRANCO, C.W.C.; KOZLOWSKY-SUZUKI, B.; BINI, L.M. **Zooplankton temporal beta diversity along the longitudinal axis of a tropical reservoir.** Limnology, 20, 121–130, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10201-018-0558-y>

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

PADOVESI-FONSECA, C. **Caracterização dos ecossistemas aquáticos do Cerrado.** In: Aldicir Sacriot *et al.* (Org.). Biodiversidade, ecologia e conservação do Cerrado. Brasília: p. 415–429, 2005.

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

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

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

PADOVESI-FONSECA, C.; SARAIVA, M.F.; FERNANDES, C.L.S. **First record of cladocerans from the headwaters of the Cerrado-Amazon boundary, central Brazil.** Biodiversity (Nepean), 1–3, 2016.

PADOVESI-FONSECA, C.; REZENDE, R.S.; FERREIRA, D.C.; MARTINS-SILVA, M.J. **Spatial scales drive zooplankton diversity in savanna Cerrado streams.** Community Ecology, 22: 249–259, 2021.

PADOVESI-FONSECA, C.; CORRÊA, A.; LEITE, G.; JOVELI, J.C.; COSTA, L.; PEREIRA, S. **Diagnostic of ribeirão Mestre d'Armas sub-basin using two methods of rapid environmental assessment, Federal District, Central Brazil.** Revista Ambiente & Água, 5: 43–56, 2010.

PERBICHE-NEVES, G.; SERAFIM-JÚNIOR, M.; PORTINHO, J.L.; *et al.* Effect of atypical rainfall on lotic zooplankton: Comparing downstream of a reservoir and tributaries with free stretches. Journal of Tropical Ecology, 52, 149–162, 2012.

PICAPEDRA, P.H.S.; FERNANDES, C.; LANSAC-TÔHA, F.A. **Zooplankton community in the Upper Parnaíba River (Northeastern, Brazil).** Brazilian Journal of Biology, 77, 402–412, 2016. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.20215>

PINESE, O.P.; PINESE, J.F.; DEL CLARO, K. **Structure and biodiversity of zooplankton communities in freshwater habitats of a Vereda Wetland Region, Minas Gerais, Brazil.** Acta Limnologica Brasiliensia, 27, 275–288, 2015. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X0415>

REZENDE, R.S.; PETRUCIO, M.M.; GONÇALVES, J.F. **The effects of spatial scale on breakdown of leaves in a tropical watershed.** PLoS ONE, 9, e97072, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.00970>

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

REZENDE, R.S.; SALES, M.A.; HURBATH, F.; ROQUE, N.; GONÇALVES, J.F.; MEDEIROS, A.O. **Effect of plant richness on the dynamics of coarse particulate organic matter in a Brazilian Savannah stream.** *Limnologica*, 63, 57–64, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.02.002>

TORRES, C.R.; PAIVA, L.O.; DURÃO, M.S.; TRINDADE, V.L.; PADOVESI-FONSECA, C. **Novas ocorrências de cladóceros em ambientes aquáticos do Brasil Central: compreendendo a biodiversidade.** *Heringeriana*, 13: 21-28, 2019.

VAN ONSEM, S.; DE BACKER, S.; TRIEST, L. **Microhabitat zooplankton relationship in extensive macrophyte vegetations of eutrophic clear-water ponds.** *Hydrobiologia*, 656, 67–81, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0442-1>

XIONG, W.; HUANG, X.; CHEN, Y.; *et al.* **Zooplankton biodiversity monitoring in polluted freshwater ecosystems: A technical review.** *Environ Sci Ecotech*, 1, 2020. 100008. <https://doi.org/10.1016/j.ese.2019.100008>

SOBRE O ORGANIZADOR

Manuel Simões é licenciado em Engenharia Biológica e doutorado em Engenharia Química e Biológica. Atualmente é Professor Associado com Agregação e Pró-Diretor da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), e investigador sénior do Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia (LEPABE) do Departamento de Engenharia Química da FEUP. Nos últimos anos esteve envolvido em 10 projetos nacionais (5 como investigador principal) e 6 projetos europeus. Foi membro do comité de gestão da ação COST BACFOODNET (Rede Europeia para Mitigação da Colonização e Persistência Bacteriana em Alimentos e Ambientes de Processamento de Alimentos) e esteve envolvido em outras 2 ações: iPROMEDAI e MUTALIG. Manuel Simões tem mais de 190 artigos publicados em revistas indexadas no Journal of Citation Reports, 4 livros (1 como autor e 3 como editor) e mais de 40 capítulos em livros. Ele é Editor Associado para o jornal Biofouling - The Journal of Bioadhesion and Biofilm Research (o periódico mais antigo sobre pesquisa em biofilme), Editor Associado para o jornal Frontiers in Microbiology e Section Editor-in-Chief para o jornal Antibiotics. Seus principais interesses de pesquisa estão focados nos mecanismos de formação de biofilme e seu controlo com agentes antimicrobianos, particularmente usando novas moléculas antimicrobianas, e no uso de microalgas para tratamento de efluentes. É um dos investigadores mais citados do mundo (top 1%), tendo sido distinguido nos últimos dois anos no índice Essential Science Indicators, um dos mais prestigiados indicadores da qualidade de investigação.

Identificação SCOPUS: 55608338000; N° orcid: 0000-0002-3355-4398

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetonic root extract 41
Aguas de maquinado de aceitunas 96, 99
Aplicaciones biomédicas 16, 17, 21
Áreas preservadas 74

B

Biochar 110, 111, 113, 114, 115, 116, 120, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153
Biodiversidade aquática 74
Bioética 199, 200, 201, 204, 205
Biofilme 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196
Biopelículas 41, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161
Biorremediación 96, 98, 102, 105, 106, 107, 108

C

Captura de carbono 112, 116, 132, 133, 134, 136, 145, 146, 147, 148, 151, 153
Carbono orgánico 110, 111, 115, 116, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 135, 136, 137, 142, 143, 144, 145, 150
Caries 28, 29, 30, 36, 37, 38, 39
Ciência e tecnologia multidisciplinar 190
Cobre 19, 50, 51, 52, 122, 153
Competencias 199, 200, 202, 203, 204, 205

D

Destinação 85, 87, 89, 90
Diabetes mellitus 1, 2, 3, 6, 11, 12, 13, 14, 15
Dormancy 177, 178, 179, 180, 183, 185, 186, 187, 188, 189

E

Efectos subletales 163, 172
Efluentes 96, 97, 98, 100, 102, 106, 107, 193
Ejercicio físico 62, 63, 66, 68, 70
Endometriosis 50, 51, 53, 58, 59, 60
Enfermedad cardiovascular 62, 63

Enmienda orgánica 110, 111, 125, 126, 129
Enmiendas orgánicas 110, 111, 132, 133
Enterobacter cloacae 155, 156, 157, 159, 160, 161
Esmalte 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37
Espécies endêmicas 74, 75, 76, 78, 82
Estradiol 51, 52, 54, 55, 57, 59
Extrapolisacáridos 154, 155, 156

F

Factores de caries 29
Falta de gestão 85

G

Glicemia 1, 2, 5, 9, 12

H

Hidrochar 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150
Hormona 1, 10, 11, 12, 51

I

Incorporación de efluentes 96
Insectos 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 175
Insulina 1, 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13

J

Jatropha 48, 177, 178, 180, 184, 185, 186, 187, 188, 189

M

Medicina 1, 4, 11, 13, 18, 28, 61, 62, 66, 67, 72, 175, 199, 200, 201, 204, 205
Medio ambiente 62, 63, 64, 66, 69, 97
Microbial biofilms 41, 42, 49
Microbiologia aplicada 190
Microondas 132, 133, 134, 135, 141, 144, 150
Microorganismos nativos 96, 99, 102, 103, 104, 106, 107

N

Nanotubos de carbono 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

P

Per capita 85, 86, 89, 91

Percepção 199, 200, 203, 204

Permeabilidade dentinal 29, 37

Phytohormones 178, 187

Pirolisis 110, 111, 113, 119, 120, 124, 125, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 144, 150, 151, 153

Potencial zeta 17, 19, 21, 22, 24

Productividade 110, 111, 112, 117, 128, 129

R

Reología 17

Resíduo sólido 85, 88, 89, 91

Resíduos olivícolas 155, 156, 160, 161, 162

Resíduos orgánicos 89, 110, 111, 113, 117, 118, 125, 132, 133, 134, 148, 149, 150

Resistência antimicrobiana 190

S

Savana 74, 75, 77

Savana brasileira 74

Seeds 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

Sesquiterpenoides 163, 166, 167

Suero fetal bovino 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25

T

Tetratiomolibdato de amonio 50, 51, 52

Tipos de esmalte 29

Toxicidad 41, 163, 164, 168, 169, 174

Tratamiento hidrotermal 132, 133

V

Vernonieae 163, 166, 167, 168, 172, 173, 176

Z

Zinnia peruviana 40, 41, 43, 44, 46, 48, 49