

VOL I

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2024

VOL I

# Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais

Eduardo Spers  
(Organizador)



EDITORA  
ARTEMIS

2024



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

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

<b>Editora Chefe</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisangela Abreu
<b>Organizador</b>	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
<b>Imagem da Capa</b>	Bruna Bejarano, Arquivo Pessoal
<b>Bibliotecário</b>	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México





Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*  
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*  
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Geoffroy Roger 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 Politécnico 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-Yañez, *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  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*  
Prof. 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. Sérgio 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  
 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)

E82 Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais I [livro eletrônico] /  
Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis,  
2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-81701-19-2

DOI 10.37572/EdArt\_300724192

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.  
3. Sustentabilidade. I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



## APRESENTAÇÃO

O campo das ciências agrárias e ambientais está em constante evolução, refletindo a necessidade crescente de entender e gerenciar os recursos naturais e a produção agrícola de maneira sustentável.

O primeiro volume desta nova coletânea “**Estudos em Ciências Agrárias e Ambientais**”, reúne 12 capítulos de destacados pesquisadores, oferece uma visão abrangente das investigações mais recentes em quatro eixos cruciais e complementares: ciências agrárias, ciências dos animais, ciências dos alimentos e ciências ambientais.

No eixo **Estudos em Ciências Agrárias**, os artigos exploram a variabilidade genética e os métodos de cultivo que podem influenciar a produtividade e a qualidade das culturas. O estudo da heterose em sementes híbridas de milho azul (cap. 1) revela como características superiores podem ser obtidas por meio de cruzamentos específicos. Adicionalmente, a análise do potencial genotécnico de híbridos e variedades sintéticas de milho azul (cap. 2) demonstra a importância da adaptação regional para maximizar a produtividade. A pesquisa sobre a manipulação de plantas de limão persa (cap. 3) e a propagação vegetativa do lúpulo (cap. 4) trazem insights sobre práticas de cultivo que podem otimizar a produção.

O eixo **Estudos em Ciências dos Animais** foca na saúde e na eficiência dos sistemas de produção animal. A detecção de imunoglobulinas contra *Anaplasma marginale* (cap. 5) é essencial para a compreensão das doenças bovinas, enquanto a avaliação da eficiência do uso de nutrientes em bovinos (cap. 6) pode melhorar a produtividade e a sustentabilidade das operações de pecuária. O estudo sobre a seroprevalência de *Mycobacterium avium* subespécie paratuberculosis em ovinos (cap. 7) oferece informações valiosas para o controle de doenças em sistemas de produção ovina.

Os artigos do terceiro eixo, **Estudos em Ciências dos Alimentos**, discutem a inovação e a funcionalidade na produção de alimentos. O potencial das sementes de *Moringa oleifera* (cap. 8) é explorado, destacando seus benefícios nutricionais e aplicações alimentares. Além disso, a dinâmica do status total de antioxidantes ao longo do processo de produção de vinho (cap. 9) revela como a qualidade do vinho pode ser monitorada e aprimorada, desde o suco até o produto final.

Finalmente, o eixo temático **Estudos em Ciências Ambientais** aborda questões cruciais relacionadas ao meio ambiente e à conservação. A investigação sobre a doença de manchas marrons e suas interações com hospedeiros (cap. 10) oferece uma visão sobre a gestão de doenças em agroecossistemas. Os avanços na conservação dos recursos genéticos de baunilha no México (cap. 11) são discutidos, evidenciando esforços para preservar espécies ameaçadas e a pesquisa sobre macrofauna bentônica em riachos (cap. 12) demonstra a importância dos organismos do solo para a saúde dos ecossistemas aquáticos.

Este livro não só apresenta pesquisas inovadoras e relevantes, mas também promove uma integração de conhecimentos que é vital para enfrentar os desafios contemporâneos nas ciências agrárias e ambientais. Acreditamos que as descobertas aqui compiladas contribuirão significativamente para o avanço da ciência e para a implementação de práticas mais sustentáveis e eficientes.

Desejo a todos uma proveitosa leitura!

Eduardo Eugênio Spers

## SUMÁRIO

### ESTUDOS EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

#### **CAPÍTULO 1.....1**

##### EXPRESIÓN DE LA HETEROSIS EN SEMILLAS HÍBRIDAS DE MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Luis Fernando Ceja-Torres

Martín Filiberto García-Mendoza

Elpidio García-Ramírez

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241921](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241921)

#### **CAPÍTULO 2.....10**

##### POTENCIAL GENOTÉCNICO DE HÍBRIDOS Y VARIEDADES SINTÉTICAS DE MAÍZ AZUL CON ADAPTACIÓN A VALLES ALTOS CENTRALES DE MÉXICO

José Luis Arellano-Vázquez

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

Luis Fernando Ceja-Torres

Martín Filiberto García Mendoza

Elpidio García Ramírez

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241922](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241922)

#### **CAPÍTULO 3.....18**

##### COMPORTAMIENTO DE LA MANIPULACIÓN DE PLANTAS INJERTADAS DE LIMÓN PERSA DURANTE LA ETAPA DE PREPRODUCCIÓN DE PLANTA

Pablo Ulises Hernández Lara

Diana Rubi Ramos López

Felipe Mirafuentes Hernández

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241923](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241923)

#### **CAPÍTULO 4.....24**

##### PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO LÚPULO: EFEITO DO COMPRIMENTO DE ESTACAS E DOSES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NA PRODUÇÃO DE MUDAS

Dalva Paulus



Mateus Dall'Agnol

Dislaine Becker

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241924](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241924)

## ESTUDOS EM CIÊNCIAS DOS ANIMAIS

### **CAPÍTULO 5..... 35**

DETECCIÓN DE INMUNOGLOBULINAS CONTRA *ANAPLASMA MARGINALE* EN BOVINOS DE TRES ESTADOS DE MÉXICO

Elizabeth Salinas Estrella

Mayra Elizeth Cobaxin Cárdenas

Roberto Omar Casteñada Arriola

Itzel Amaro Estrada

Sergio Darío Rodríguez Camarillo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241925](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241925)

### **CAPÍTULO 6.....42**

NUTRIENT USE EFFICIENCY EVALUATION OF BEEF CATTLE FEEDLOT

Andrea Wingartz Otaduy

Rafael Olea Pérez

José Luis Dávalos Flores

María Edna Álvarez Sánchez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241926](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241926)

### **CAPÍTULO 7..... 49**

SEROPREVALENCIA A *Mycobacterium avium* SUBESPECIE *paratuberculosis* POR RAZAS EN OVINOS EN TRES UNIDADES DE PRODUCCIÓN

José Vicente Velázquez-Morales

Marco Antonio Santillán-Flores

Dionicio Córdova-López

Juan Salazar-Ortiz

Ramón Soriano-Robles

Edgar Valencia-Franco

José Luis Ponce-Covarrubias

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241927](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241927)

## ESTUDOS EM CIÊNCIAS DOS ALIMENTOS

### **CAPÍTULO 8.....55**

ALIMENTOS À BASE DE SEMENTES DE *Moringa oleifera*

Adèle Gautier

Carla Margarida Duarte

Isabel de Sousa

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241928](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241928)

### **CAPÍTULO 9.....78**

DYNAMICS OF TOTAL ANTIOXIDANT STATUS THROUGHOUT THE WINE PRODUCTION PROCESS: FROM JUICE TO FINISHED NON-ALCOHOLIC WINE PRODUCT

Andrejs Skesters

Anna Lece

Dmitrijs Kustovs

Gundega Gerke

Daina Garokalna

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_3007241929](https://doi.org/10.37572/EdArt_3007241929)

## ESTUDOS EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

### **CAPÍTULO 10..... 88**

INSIGHTS INTO BROWN SPOT DISEASE: CAUSAL AGENTS AND HOST INTERACTIONS IN AGROECOSYSTEMS

Justino Sobreiro

Cláudia Sofia Batalha Neto

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30072419210](https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419210)

### **CAPÍTULO 11..... 101**

AVANCES EN EL RESCATE Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS DE VAINILLA EN MÉXICO

Juan Hernández Hernández

Esmeralda J. Cruz Gutiérrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30072419211](https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419211)

**CAPÍTULO 12 ..... 110**

THE ROLE OF BENTHIC MACROFAUNA IN HEADWATER STREAMS, CHAPADA DOS  
VEADEIROS, CENTRAL BRAZIL

Maria Júlia Martins Silva

Claudia Padovesi Fonseca

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_30072419212](https://doi.org/10.37572/EdArt_30072419212)

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 120**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 121**

# CAPÍTULO 12

## THE ROLE OF BENTHIC MACROFAUNA IN HEADWATER STREAMS, CHAPADA DOS VEADEIROS, CENTRAL BRAZIL

Data de submissão: 31/05/2024

Data de aceite: 11/06/2024

### **Maria Júlia Martins Silva**

Professora Associada da  
Universidade de Brasília  
Diretora do Centro de  
Estudos do Cerrado da  
Chapada dos Veadeiros (UnB Cerrado)  
Mestre e Doutora em Zoologia no  
Museu Nacional do Rio de Janeiro e na  
Universidade de São Paulo  
Centro UnB Cerrado e Departamento de  
Zoologia; Universidade de Brasília  
<https://orcid.org/0000-0003-2638-7306>

### **Claudia Padovesi Fonseca**

Professora Titular da  
Universidade de Brasília (UnB)  
Líder do Núcleo de Estudos  
Limnológicos (NEL) – CNPq  
Mestre e Doutora em Limnologia pela  
Universidade de São Paulo (USP)  
Realizou Pós-Doutorado na  
Universidade de Paris Pierre e  
Marie Curie, na França e na  
Universidade de Granada, na Espanha  
Departamento de Ecologia  
Instituto de Biologia  
Universidade de Brasília – UnB  
Campus Universitário Darcy Ribeiro  
Brasília, DF CEP 70910-900, Brazil  
<https://orcid.org/0000-0001-7915-3496>

**ABSTRACT:** The study was conducted in headwater streams located in Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brazil: São Bartolomeu and Couros streams. Benthic macroinvertebrates were collected in 2011 and 2012, during rainy (October to December) and dry (May and July) seasons. Eight orders of benthic macrofauna were recorded in both streams. Odonata had higher abundances: rio São Bartolomeu ranged from 42.7 to 19.5%; rio dos Couros from 45.4 to 28.3%. Coleoptera was representative in the rio São Bartolomeu along the study (28.1%, dry/2011; 14.9%, rainy/2011; 11.3%, dry/2012; 15.6%, rainy/2012). Diptera reached 24.2% in the rio dos Couros, dry/2011; and Hemiptera had 32.5% in the rio dos Couros, dry/2012. In relation to the EPT triad (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera), Plecoptera maintained reduced abundances, with the highest value obtained in the rio São Bartolomeu-dry/2012 (16.7%). High abundance of Ephemeroptera was obtained for both streams: in São Bartolomeu, it predominated in rainy seasons (31.3%, 2011; 35.1%, 2012); while in the Couros river this order was predominant in dry seasons (26.2%-2011; 30%-2012). Trichoptera was dominant in the dry/2012, rio São Bartolomeu (59%), and predominant in the dry/2011 in the rio dos Couros (21.2%). The two watercourses present relevant differences. Rio dos Couros has stony sediment and rugged terrain, with rapids and pools intercalated along its course. Rio São Bartolomeu has a sandier bed and a flatter basin. However, in

this first survey, the streams macrofauna were similar. Natural aspects were predominant in the benthic macrofauna structure of these streams. The vegetation cover of the basins is well preserved, in addition to riparian forests. As the two streams had a greater number of organisms and greater species richness in the dry season, it is presumed that the rainfall regime was the main factor in the composition of this biota.

**KEYWORDS:** Benthos. Biological indicators. Pristine waters. Altitude Cerrado.

## O PAPEL DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM RIACHOS DE CABECEIRA, CHAPADA DOS VEADEIROS, BRASIL CENTRAL

**RESUMO:** O estudo foi conduzido em riachos de cabeceiras situados na Chapada dos Veadeiros, Goiás, Brasil: rios São Bartolomeu e dos Couros. Os macroinvertebrados bentônicos foram coletados em 2011 e 2012, nas estações chuvosa (outubro a dezembro) e seca (maio e julho). Oito ordens da macrofauna bentônica foram registradas nos dois riachos. Odonata obteve maiores abundâncias: rio São Bartolomeu variou de 42,7 a 19,5%; rio dos Couros de 45,4 a 28,3%. Coleoptera foi representativa no rio São Bartolomeu ao longo do estudo (28,1%, seca/2011; 14,9%, chuva/2011; 11,3%, seca/2012; 15,6%, chuva/2012). Diptera atingiu 24,2% no rio dos Couros, seca de 2011; e Hemiptera ficou com 32,5% no rio dos Couros, seca de 2012. Em relação à tríade EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera), Plecoptera manteve reduzidas abundâncias, com maior valor obtido no rio São Bartolomeu-seca de 2012 (16,7%). Abundância elevada de Ephemeroptera foi obtida para os dois riachos: no São Bartolomeu, predominou em períodos chuvosos (31,3%, 2011; 35,1%, 2012); ao passo que no rio dos Couros esta ordem foi predominante nas secas (26,2%-2011; 30%-2012). Trichoptera foi dominante na seca/2012, rio São Bartolomeu (59%), e predominante na seca/2011 no rio dos Couros (21,2%). Os dois cursos d'água apresentam diferenças relevantes. Rio dos Couros possui sedimento pedregoso e relevo acidentado, com corredeiras e piscinas intercaladas ao longo de seu curso. Rio São Bartolomeu possui leito mais arenoso e bacia mais plana. Entretanto, nesse primeiro levantamento, a macrofauna dos rios foi semelhante. Aspectos naturais foram preponderantes na estrutura da macrofauna bentônica destes rios. A cobertura vegetal das bacias está bem preservada, além das matas ripárias. Como houve para os dois rios maior número de organismos e maior riqueza de espécies na seca, é de se presumir que o regime de chuvas tenha sido o principal fator na composição dessa biota.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bentos. Indicadores biológicos. Águas pristinas. Cerrado de altitude.

### 1 INTRODUCTION

Benthic species are associated with sediments in aquatic environments. They can colonize both, the margins and the bottom of rivers and lakes. Due to its sensitivity to variations in environmental quality, they are often used as biological indicators in water quality monitoring (SILVA-LEITE *et al.*, 2021). Therefore, environmental heterogeneity is an important element in the structure of benthic communities in aquatic ecosystems.

Benthic macroinvertebrates are composed of a wide variety of groups, which vary in size, type of food and habitat. They are essentially composed of mollusks and immature



stages of insects. They have a sedentary habit and a relatively long-life cycle, which makes them very representative spatially and temporally.

Because they occur in almost all types of freshwater environments, these organisms are very useful for efficient monitoring and evaluation of environmental impacts and human activities (COUCEIRO *et al.*, 2010).

Cerrado, the Brazilian savannah, is considered one of the most biodiverse and threatened biomes in the world (OLIVEIRA & MARQUIS, 2002), and with high endemism. Nevertheless, around 40% of academic works concerning to Cerrado's macroinvertebrates remain only in academic theses, and unpublished in scientific journals (PADOVESI-FONSECA *et al.*, 2015).

Therefore, it is of great value to carry out studies and monitoring of Cerrado waters, paying attention to spring and headwater areas aimed at effective systemic conservation and their biological diversity.

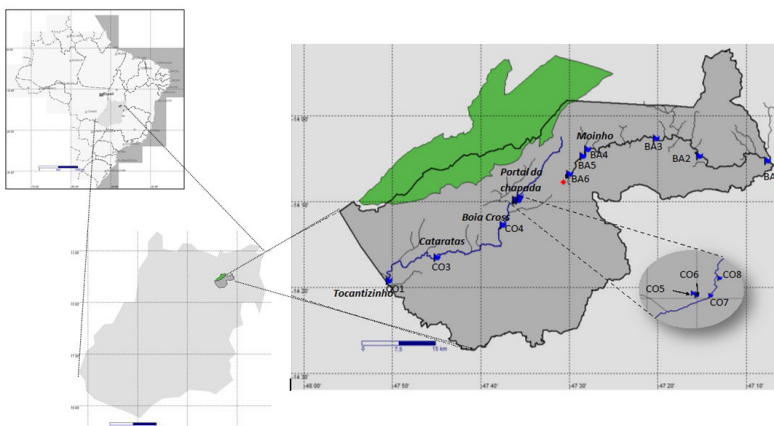
This work aims at presenting the benthic macroinvertebrates of Chapada dos Veadeiros rivers, associating them with the water quality of these environments.

## 2 MATERIAL AND METHODS

The present study was carried out in two river basins located north of Goiás, Brazil, in a high-altitude Cerrado region of Chapada dos Veadeiros: the Rios dos Couros and the Rio São Bartolomeu (Figure 1).

The headwater of the Couros River is located in the Chapada dos Veadeiros National Park, close to Morro do Capão Grosso, 1,638m in altitude, and runs 71.5 km east wards of the park. São Bartolomeu River originates on the outskirts of the municipality of Alto Paraíso de Goiás, is 74 km long and moves easterly towards the Macacão River.

Figure 1. Geographic location of the sampling points, Rio dos Couros (CO) and Rio São Bartolomeu (BA), Chapada dos Veadeiros-GO, Brazil. Prepared by Thomas Doucen.



The regional climate is tropical (classification's Köppen), with high rainfall since November to January, with the drier period during June and August, with annual rainfall between 1,500 and 1,750 mm.

Field expeditions were carried out in the rainy (October to December) and dry (May and July) periods, with seven sampling points on the dos Couros River and six on the São Bartolomeu River.

Figure 2. Collection of benthos in river sediment, using a sieve and type D net. Chapada dos Veadeiros, GO. Image: Maria Júlia Martins Silva.



The benthic organisms were actively collected using sieves for one hour at each point. In the passive form, it was used a sieve with a "D" rim for benthos. Next, the substrate was collected and fixed in 70% alcohol (Figure 2).

In the laboratory, the collected biological material was screened using sieves with a mesh size of 1.19 mm and porosity of 4.5 mm. The organisms were identified using keys from MERRITT & CUMMINS (2008) and HAMADA *et al.* (2019). The individuals were identified at orders level and deposited in the Aquatic Invertebrate Collection of the University of Brasília (CIAq – UnB).

### 3 RESULTS

A total of 2,064 individuals were collected, with 1,136 from the São Bartolomeu River and 928 from the Couros River.

Eight orders of benthic macroinvertebrates were recorded in both rivers (Figures 3 and 4). Odonata had greater abundances throughout the study; in the São Bartolomeu River it ranged from 42.7 to 19.5%; in the Couros River it varied from 45.4 to 28.3%.

Coleoptera was very representative in the São Bartolomeu River in all collection periods (28.1%, dry/2011; 14.9%, rainy/2011; 11.3%, dry/2012; 15.6%, rainy/2012).

Diptera ranged 24.2% in the Couros River, along the dry season/2011; and Hemiptera accounted for 32.5% in the Couros River, in dry/2012.

Concerning to EPT (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera), Plecoptera had reduced abundances, with the highest value obtained in the São Bartolomeu River (16.7%, dry/2012). High abundance of Ephemeroptera was obtained for both watercourses. In the São Bartolomeu River, this order predominated during the rainy season (31.3%, 2011; 35.1%, 2012). In turn, in the Couros River this order was predominant in the dry season (26.2%, 2011; 30%, 2012). Trichoptera was dominant in São Bartolomeu River (dry/2012, 59%), and predominant in the Couros river (dry/2011, 21.2%).

For both watercourses, organisms' abundance and species richness were greater in the dry season (MARTINS-SILVA *et al.*, *in prep.*).

Figure 3. Benthic macroinvertebrates (orders, %) for the São Bartolomeu River, for the dry and rainy periods, 2011 and 2012. Chapada dos Veadeiros, GO, Brazil.

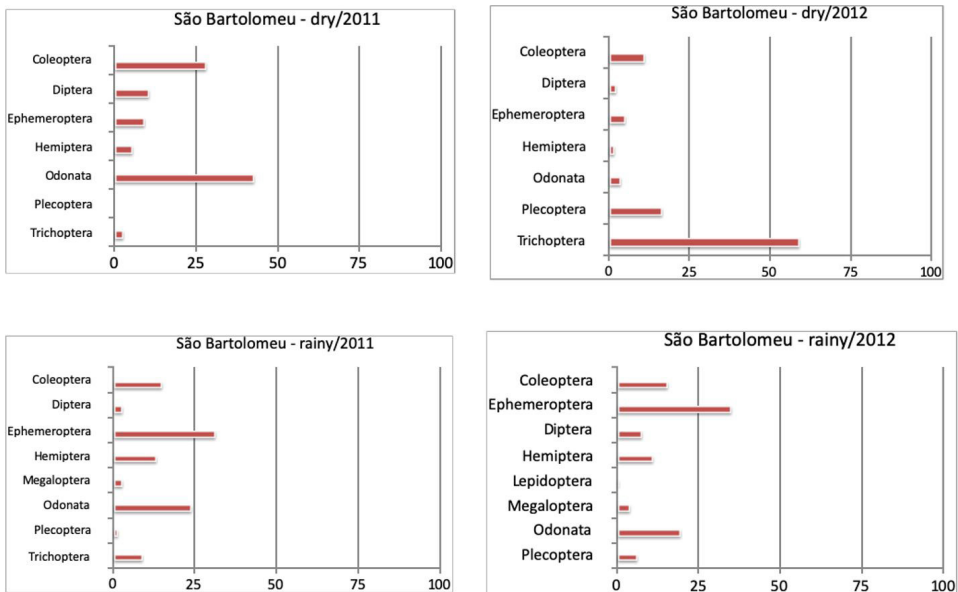
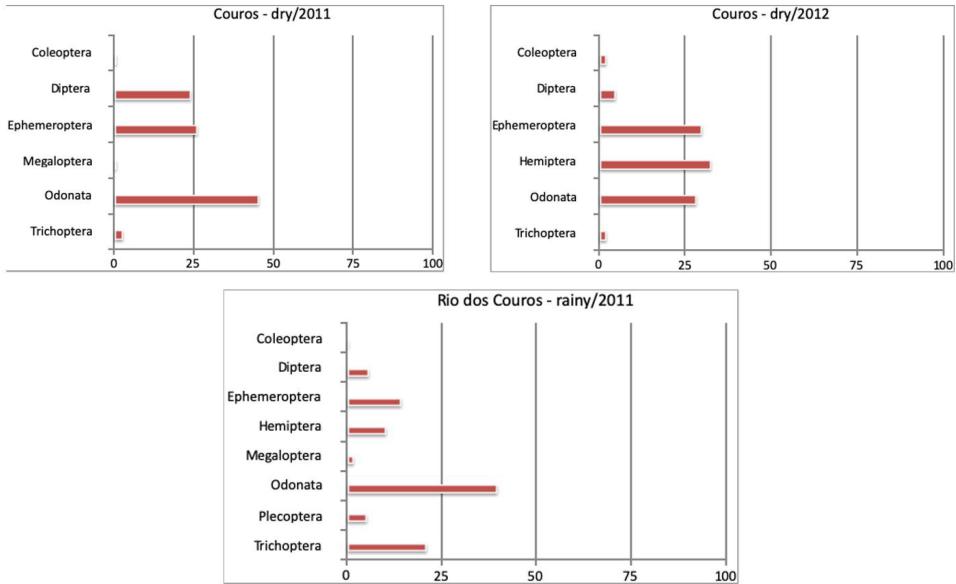


Figure 4. Benthic macroinvertebrates (orders, %) for the Couros River, for the dry and rainy seasons, 2011 and 2012. Chapada dos Veadeiros, GO, Brazil.



#### 4 DISCUSSION

The structuring of zoobenthos in lotic environments involves biological interactions, availability and quality of resources, type of sediment or substrate, and current speed (ESTEVES *et al.*, 2011). In small rivers and headwaters, showed in this study, habitat heterogeneity is one of the driving factors in biological diversity. Heterogeneous environments favor the colonization of high taxonomic variety as well as trophic guilds, carnivores, herbivores, detritivores and collectors of fine particles. As an example, FIDELIS *et al.* (2008) recorded differences in benthic macrofauna depending on the type of substrate in Amazonian streams.

Differences in the participation of predators in benthos assemblages were observed between the two watercourses. Predator species generally have broad tolerance to environmental variations. Coleoptera, the aquatic beetles, was predominant in the São Bartolomeu River, but with minimal occurrence in the Couros River. Odonata, also called dragonflies, with their voracious predatory aquatic nymphs, was present in both streams in the dry period of 2011. They were present in both streams in the 2011 dry period. However, in other seasons, they were more abundant in the Couros River. In streams, Odonata nymphs are associated with the banks, in unconsolidated sediments, leaf litter, trunks and aquatic vegetation (BORGES *et al.*, 2019). The third group of predators, Megaloptera, occurred with very low abundance during the study period.

Species more sensitive to organic pollution, not tolerant to low concentrations of dissolved oxygen, and thus, indicators of excellent quality water, were present in both streams. These are species that inhabit transparent, oxygenated running waters; and, in most cases, low-order streams. These orders, Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, the triade EPT. Ephemeroptera was the most abundant of this group. This order is commonly recorded in preserved areas (COMPIN & CÉRÉGHINO, 2003), although it also has records in areas with a lower level of environmental conservation (ROMERO *et al.*, 2013).

In turn, Trichoptera and Plecoptera were in low abundance in these watercourses, except in the dry period/2012, in which Trichoptera was dominant. Trichoptera colonizes sediments selectively, as the species select specific material to build their homes (MORETTI *et al.*, 2009). The immatures of this order act as shredders, that is, they use fragmented plant material, both for their food and for building their shelters. Trichoptera and Plecoptera prefer to colonize low-order streams, being very important in aquatic trophic chains.

The order Diptera generally occurs in all waterways. However, the relative occurrence of its specimens determines the quality of the environment, since its larvae tolerate a wide range of pollutants in the water. In turn, Hemiptera order is found in adulthood. Hemiptera organisms are omnivorous sucking, using their mouthparts to suck out the inside of their prey. This order occurs in pristine and little polluted environments, preferably with prey available for food (ESTEVES *et al.*, 2011).

In the present study, the annual dry and rainy seasons did not influence the composition of the benthic macrofauna orders. PEREIRA *et al.* (2017) confirmed that the type of substrate is one of the markers of benthos distribution, and that seasonal periods have less influence. However, stream level fluctuations are more pronounced during the rainy season (PIO *et al.*, 2018). Even though eight orders of benthic organisms were recorded in the two rivers, the diversity of species as well as the abundance of organisms were greater during the dry period (MARTINS-SILVA *et al.*, *in prep.*). A similar pattern was observed in low-order watercourses in Brazil (PIO *et al.*, 2020).

Previous studies carried out in Cerrado waters found that the rainfall regime is essential in the benthic temporal variation in streams (OLIVEIRA *et al.*, 1999; RIBEIRO & UIEDA, 2005). Despite this, it cannot be said that there is a seasonal pattern regarding the diversity of benthic macroinvertebrates in tropical streams. Although many studies have found greater taxonomic richness in dry periods (BAPTISTA *et al.*, 2001; CALLISTO *et al.*, 2005), other studies have not found differences between seasons (PEREIRA *et al.*, 2017; PIO *et al.*, 2018).



Headwater streams, as presented in this study, are greatly influenced by the region's rainfall regime, because if rain occurs at their springs, the watercourses quickly increase their volume. These are called water balls or waterheads. During peak rainfall, streams are very high in volume, making field collections difficult. Some groups of benthos are carried by the current, and their habitats undergo changes, affecting their diet as well as environmental conditions (BISPO *et al.*, 2001).

Couros and São Bartolomeu streams situated in the same climatic region, with predominant and well-preserved Cerrado vegetation. The riparian vegetation is generally well preserved, and it is only partial in some sections. In the study region, the temporal dynamics of these water courses is characterized by periods of flood and drought, which can determine the structure of benthic macrofauna assemblages (LAKE, 2000).

The differences relate to the type of sediment and the topography of the relief. Couros River has a rocky bed, with rapids interspersed with backwaters and pools along its course. This stream crosses relief with very steep slopes, as occurs at its spring and at Waterfall's Couros. São Bartolomeu River has a flatter basin and a less stony and more clayey bed.

As similar results were obtained in the structure of benthic macroinvertebrate assemblages in both streams, with greater abundance and taxonomic richness during dry periods, it can be assumed that the rainfall regime in the region was the main factor in driving the assemblages of this biota. Climatic variations can alter the structure of the habitat and determine the colonization and establishment of benthos in lotic environments (MELO, 2009). In rainy seasons, an increase in flow causes erosion of soil particles in the basin, destabilizes the substrate, and reduces the number of available habitats, in addition to causing the dragging of organisms (DUDGEON & WU, 1999; SILVEIRA *et al.*, 2006). Furthermore, it is during the rainy season that immature benthic organisms undergo metamorphosis, becoming winged adults. In contrast, during the dry period there is a decrease in water flow, which increases the stability of the substrate, and allows the establishment of organisms in the river substrate BISPO *et al.*, 2001; OLIVEIRA & NESSIMIAN, 2001).

## 5 FINAL CONSIDERATIONS

Benthic macrofauna represents an important component of aquatic communities. Benthic organisms are widely distributed and occur in different types of substrates. As presented in this chapter, its distribution is influenced by several factors, such as characteristics of habitats, river flow, rainfall regime, land use in the basins, among

others. Changes in these characteristics, combined with changes in the use of its banks and disposal of polluting substances, mean that benthic organisms are widely used as bioindicators of water quality.

Studies carried out in Brazilian Savannah waters in preserved regions such as Chapada dos Veadeiros, Brazil, are eligible tools for configuring reference areas and directing environmental monitoring plans and structural bases for more effective environmental protection.

## 6 ACKNOWLEDGEMENTS

This chapter is the product of research carried out by Nucleus of Limnological Studies (NEL), at the University of Brasília, Brazil. The Research Group is registered with the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Brazil. We thank Thomas Doucen for creating the map, Alef Brito Neiva and Luiza Xavier for field and laboratory assistances. We thank Roller Ibañez R. for the translation into English, with suggestions for revising the text.

## REFERENCES

BAPTISTA, D.F.; DORVILLÉ, L.F.M.; BUSS, D.F.; NESSIMIAN, J.L. **Spatial and temporal organization of aquatic insects assemblages in the longitudinal gradient of a tropical river.** Revista Brasileira de Biologia, 61(2), 295-304, 2001.

BORGES, L.R.; BARBOSA, M.S.; CARNEIRO, M.A.A.; *et al.* Dragonflies and damselflies (Insecta: Odonata) from a Cerrado area at Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brazil. Biota Neotropica, 19(1), e20180609, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0609>

BISPO, P.C.; OLIVEIRA, L.G.; CRISCI, V.L.; SILVA, M.M. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. Acta Limnologica Brasiliensia, 13(2), 1-9, 2001.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; MEDEIROS, A.O.; *et al.* Diversity assessment of benthic macroinvertebrates, yeasts, and microbiological indicators along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, Brasil. Brazilian Journal of Biology, 64(2), 743-755, 2005.

COMPIN, A.; CÉRÉGHINO, R. Sensitivity of aquatic insect species richness to disturbance in the Adour-Garonne stream system (France). Ecological Indicators, 3, 135-142, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-160X\(03\)00016-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-160X(03)00016-5)

COUCEIRO, S.R.M.; HAMADA, N.; FORSBERG, B.R.; PADOVESI-FONSECA, C. Effects of anthropogenic silt on aquatic macroinvertebrates and abiotic variables in streams in the Brazilian Amazon. Journal of Soils and Sediments, 10, 89-103, 2010.

DUDGEON, D.; WU, K.K.Y. Leaf litter in a tropical stream: Food or substrate for macroinvertebrates? Archiv für Hydrobiologie, 146(1), 65-82, 1999.

ESTEVEES, F.A.; LEAL, J.J.F.; CALLISTO, M. Comunidade bentônica In: ESTEVEES, F.A. Fundamentos de Limnologia. 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 581-603, 2011.

FIDELIS, L.; NESSIMIAN, L.; HAMADA, N. **Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central.** Acta Amazonica, 38(1), 127-134, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000100014>

HAMADA, N.; NESSIMIAN, J.L.; QUERINO, R.B. **Insetos Aquáticos na Amazônia Brasileira: taxonomia, biologia e ecologia.** 1ed., Manaus: INPA, 724 pp, 2019.

LAKE, P.S. **Disturbance, patchiness, and diversity in streams.** Journal of the North American Benthological Society, 19(4), 573-592, 2000.

MELO, A.S. **Explaining dissimilarities in macroinvertebrate assemblages among stream sites using environmental variables.** Zoologia, 26(1), 79-84, 2009.

MERRITT, R.W.; CUMMINGS, K.W. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** Kendall/Hunt Publishing Company. 892 pp, 2008.

MORETTI, M.S.; LOYOLA, R.D.; BECKER, B.; CALLISTO, M. **Leaf abundance and phenolic concentrations codetermine the selection of case-building materials by *Phylloicus* sp. (Trichoptera, Calamoceratidae).** Hydrobiologia, 630, 199-206. DOI 10.1007/s10750-009-9792-y

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

OLIVEIRA, L.G.; BISPO, P.C.; CRISCI, V.L.; SOUZA, K.G. **Distribuições de categorias funcionais alimentares de larvas de Trichoptera (Insecta) em uma região serrana do Brasil Central.** Acta Limnologica Brasiliensia, 11(2), 173-183, 1999.

PADOVESI-FONSECA, C. Caracterização dos ecossistemas aquáticos do Cerrado. In: SCARIOT, A. *et al.* (org.). **Biodiversidade, ecologia e conservação do Cerrado.** Brasília: MMA, p. 415-429, 2006.

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.

PEREIRA, T.S.; PIO, J.F.G.; CALOR, A.R.; COPATTI, C.E. **Can the substrate influence the distribution and composition of benthic macroinvertebrates in streams in northeastern Brazil?** Limnologica, 63(1), 27-30, 2017.

PIO, J.F.G.; PEREIRA, T.S.; CALOR, A.R.; COPATTI, C.E. **Organization of the benthic macroinvertebrate assemblage in tropical streams of different orders in North-Eastern Brazil.** Ecologia Austral, 28(1), 113-122, 2018.

ROMERO, R.M.; CENEVIVA-BASTOS, M.; BAVIERA, G.H.; CASATTI, L. **Estrutura de comunidades de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em riachos de Cerrado nas bacias dos rios Paraguaí, Paraná e São Francisco.** Biota Neotropica, 13(1), 97-107, 2013.

RIBEIRO, L.O.; UIEDA, V.S. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, 22(3), 613-618, 2005.

SILVA-LEITE, M.; MOURA, C.O.; MARTINS-SILVA, M.J. **Insetos Bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental no Jardim Botânico de Brasília.** Heringeriana, 16, e917962, 2021.

SILVEIRA, M.P.; BUSS, D.F.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. **Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a southeastern Brazilian river.** Brazilian Journal of Biology, 66(2), 623- 632, 2006.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**EDUARDO EUGENIO SPERS** realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENZA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alternaria alternata 88, 89, 92  
Alternaria arborescens 88, 89, 92  
Altitude Cerrado 111, 112  
Anaplasmosis 35, 36, 37, 39, 40, 41  
Anticuerpos 35, 36, 38, 39, 50, 51, 52  
Antioxidants 78, 80, 81, 82, 86  
Auxinas 25, 30, 31

### B

Benthos 111, 113, 115, 116, 117  
Biodiversidad 101, 109  
Biological indicators 111, 118

### D

Descritores de semilla 2  
Diagnóstico 36, 50, 52, 53

### E

ELISA anti-Map 50, 51, 52

### F

Feedlot nitrogen efficiency 42  
Feedlot phosphorus efficiency 42  
Fermentação ácido-láctica 55, 59  
Fitomejoramiento 11

### G

Germinación de semilla 2  
Germoplasma 8, 13, 101, 102, 103, 104, 108

### H

Hibridación 2, 3, 7, 8, 11, 12  
Humulus lupulus L 25, 33



## I

Injertos 18

Inmunoprotección 36

logurte-tipo 55, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 68, 69, 70, 71, 72

## L

Light microscopy 88

Limón Persa 18, 19, 20, 23

## M

Maíz pigmentado 2, 11

Maíz sintético 11

Mass balance feedlot 42

## N

Necrotrophic fungi 88

Non-alcoholic wine 78, 80, 83, 84, 86, 87

## P

Paratuberculosis ovina 50, 54

Polyphenols 75, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Preservación 101

Prevalencia 35, 36, 37, 38, 39, 51, 52

Pristine waters 111

Producción de plantas 18, 19

Propagação vegetativa 24, 25, 26, 31, 32, 33

## R

Raza 13, 50, 51, 53

Reologia 55

## S

Stemphylium vesicarium 88, 89, 92, 95, 97, 99

## T

Técnicas de manejo 18

## V

Vanilla spp 101, 103

Vigor híbrido 2, 5

## Z

Zea mays L 3, 8, 11, 12, 17