

# Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021



# Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

*Open access publication* by Atena Editora



Todo 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).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-558-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.584210410>

1. Sustentabilidade. 2. Meio ambiente. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio (Organizadora). III. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

A preservação dos recursos naturais e a equidade social juntamente com o crescimento econômico constituem os pilares do desenvolvimento sustentável, que assegura o futuro do nosso planeta. Não há como pensar em desenvolvimento sem que haja um cuidado com o que vamos deixar para as futuras gerações. Para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente deve ser feita pelo Estado e também por todos os cidadãos.

Os impactos ambientais e sociais negativos decorrentes dos avanços que marcam o mundo contemporâneo são visíveis nos centros urbanos e também em áreas rurais e naturais. O aumento da desigualdade social, perda de biodiversidade, consumo inconsciente, poluição atmosférica, do solo e dos recursos hídricos são exemplos de impactos presentes em nosso dia a dia que precisam ser evitados e mitigados.

A fim de que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável, é fundamental o investimento em Ciência e Tecnologia através de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, pois além de promoverem soluções inovadoras, contribuem para a construção de políticas públicas.

Com o objetivo de reunir pesquisas nesta temática, a obra *“Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro”* traz resultados de trabalhos desenvolvidos no Brasil e em outros países nas áreas de Direito Ambiental, Ciências Ambientais, Ciências Agrárias e Educação.

Desejamos a todos uma ótima leitura dos capítulos, e que os assuntos abordados possam contribuir e orientar sobre a importância da sustentabilidade.

Pedro Henrique Abreu Moura  
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### ELEMENTOS CARACTERIZADORES DA RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL

Ashley Natasha Alves dos Santos

Juliano Ralo Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104101>

### **CAPÍTULO 2..... 18**

#### AS AÇÕES PARA OBTENÇÃO DO ICMS ECOLÓGICO EM UM MUNICÍPIO PIAUIENSE: A TRAJETÓRIA DE PIRIPIRI

Marcos Antônio Cavalcante de Oliveira Júnior

Laíse do Nascimento Silva

Raul Luiz Sousa Silva

Linnik Israel Lima Teixeira

Elane dos Santos Silva Barroso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104102>

### **CAPÍTULO 3..... 37**

#### UMA PROPOSTA DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA ARMAZÉM VERDE

Rodrigo Rodrigues de Freitas

Tassia Faria de Assis

Mariane Gonzalez da Costa

Isabela Rocha Pombo Lessi de Almeida

Márcio de Almeida D'Agosto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104103>

### **CAPÍTULO 4..... 52**

#### COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS DOS MUNICÍPIOS NO FEDERALISMO BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO

Viviane Kraieski de Assunção

Santos Pedroso Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104104>

### **CAPÍTULO 5..... 69**

#### O LIVRE EXERCÍCIO DA ATIVIDADE ECONÔMICA NO CONTEXTO DE RESPEITO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Heverton Lopes Rezende

Daniel Barile da Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104105>

### **CAPÍTULO 6..... 84**

#### PERCEÇÕES DOS RESIDENTES DA VILA DE RIBÁUÈ NA PROVÍNCIA DE NAMPULA (MOÇAMBIQUE) EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO LOCAL ATRAVÉS DO PROGRAMA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

(PNDS) “*UM DISTRITO, UM BANCO*” (2016-2021)

Viegas Wirssone Nhenge

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104106>

**CAPÍTULO 7..... 113**

O USO DA BICICLETA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE POR ESTUDANTES DA ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Ulises Osbaldo de la Cruz Guzmán

Brenda Alejandra Ibarra Molina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104107>

**CAPÍTULO 8..... 129**

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COMO INDICADOR DE ECOEFICIÊNCIA DO HOSPITAL ESCOLA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Andrea Colman Gerber

Jocelito Saccol de Sá

Marcos Vinícius Sias da Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104108>

**CAPÍTULO 9..... 142**

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO IFBA - CAMPUS SALVADOR: AVALIANDO A EFICIENCIA NO SISTEMA CARPORT

Armando Hirohumi Tanimoto

Breno Villas Boas de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104109>

**CAPÍTULO 10..... 149**

DESIGN URBANO: A INSERÇÃO DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Cristiane Silva

Romualdo Theophanes de França Júnior

Adelcio Machado dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041010>

**CAPÍTULO 11..... 155**

FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE PROFESSORES INDÍGENAS: PERCEPÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA TERRA INDÍGENA APIAKÁ-KAYABI EM JUARA/MT

Rosalia de Aguiar Araújo

Saulo Augusto de Moraes

José Guilherme de Araújo Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041011>

**CAPÍTULO 12..... 164**

APLICAÇÃO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO TECNOLÓGICA NOS INSTITUTOS DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA FOCADOS EM QUÍMICA E MEIO AMBIENTE DA FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE

## JANEIRO NO BRASIL

Carla Santos de Souza Giordano  
Joana da Fonseca Rosa Ribeiro  
Andressa Oliveira Costa de Jesus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041012>

## **CAPÍTULO 13..... 175**

### REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SERTÃO DO ARARIPE – PE

Juliana Melo da Silva  
Fábio dos Santos Santiago  
Ricardo Menezes Blackburn  
Maria Clara Correia Dias  
Dayane das Neves Maurício

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041013>

## **CAPÍTULO 14..... 184**

### SITUAÇÃO AMBIENTAL DO IGARAPÉ FAVELINHA: UMA ANÁLISE SOBRE DESPEJO IRREGULAR DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO – PA

Patrícia de Cassia Moraes de Oliveira  
Pedro Júlio Albuquerque Neto  
Maria Joseane Marques de Lima  
Iago Almeida Ribeiro  
Lídia da Silva Amaral  
Washington Duarte Silva da Silva  
Edianel Moraes de Oliveira  
Beatriz Caxias Pinheiro  
Marcos Douglas de Sousa Silva  
Maria Ciarly Moreira Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041014>

## **CAPÍTULO 15..... 197**

### EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS PELO MÉTODO DE ASPERSÃO DE ALTA PRESSÃO DE ÁGUA – RESULTADOS PRELIMINARES

Lucas Alves Lamberti  
Daniel Gustavo Allasia Piccilli  
Tatiana Cureau Cervo  
Bruna Minetto  
Carla Fernanda Perius  
Jonathan Rehbein dos Santos  
João Pedro Paludo Bocchi  
Jéssica Ribeiro Fontoura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041015>

## **CAPÍTULO 16..... 206**

### PROCESSOS DE GESTÃO SOCIAL E PARTICIPATIVA DO RISCO PARA MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM COMUNIDADES URBANAS

Larissa Thainá Schmitt Azevedo

Jakcemara Caprario  
Nívea Morena Gonçalves Miranda  
Alexandra Rodrigues Finotti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041016>

**CAPÍTULO 17.....218**

INFLUÊNCIA DA OPERAÇÃO CAPTAÇÃO-DEMANDA NA EFICIÊNCIA DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Carla Fernanda Perius  
Rutineia Tassi  
Lucas Alves Lamberti  
Bibiana Bulé  
Cristiano Gabriel Persch  
Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041017>

**CAPÍTULO 18.....229**

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DO SUL DE ALAGOAS, BRASIL: AÇÕES PARA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL

Alexandre Oliveira  
Maria Carolina Lima Farias  
Beatriz Alves Ribeiro  
Milena Dutra da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041018>

**CAPÍTULO 19.....243**

ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS ALTERAÇÕES DA TURBIDEZ NO RIO ITABIRITO NO ÂMBITO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Jeam Marcel Pinto de Alcântara  
Euclides Dayvid Alves Brandão  
Roberto César de Almeida Monte-Mor

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041019>

**CAPÍTULO 20.....252**

O DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL NA EXPANSÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO *Aedes aegypti* L. (DIPTERA: CULICIDAE)

Cícero dos Santos Leandro  
Francisco Roberto de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041020>

**CAPÍTULO 21.....264**

INFLUÊNCIA DE UM AMBIENTE SERRANO NA COMPOSIÇÃO DE ANUROS NO PANTANAL NORTE, CENTRO-OESTE DO BRASIL

Vancleber Divino Silva-Alves  
Odair Diogo da Silva  
Ana Paula Dalbem Barbosa  
Thatiane Martins da Costa

Cleidiane Prado Alves da Silva  
Eder Correa Fermiano  
Mariany de Fatima Rocha Seba  
Dionei José da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041021>

**CAPÍTULO 22.....268**

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO EM MUNICÍPIOS NO SERTÃO DO PAJEÚ – PERNAMBUCO

Juliana Melo da Silva  
Fábio dos Santos Santiago  
Ricardo Menezes Blackburn  
Maria Clara Correia Dias  
Dayane das Neves Maurício

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041022>

**CAPÍTULO 23.....278**

NÚCLEO DE ESTUDOS EM AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA DO VALE DO ARAGUAIA: INTERAÇÃO PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO

Daisy Rickli Binde  
João Luis Binde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041023>

**CAPÍTULO 24.....300**

IMPACTO DEL PRIMER CICLO DE CORTA DEL MANEJO FORESTAL EN FELIPE CARILLO PUERTO, MÉXICO

Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo  
Jorge Antonio Torres Pérez  
Martha Alicia Cazares Moran  
Alicia Avitia Deras  
Cecilia Loria Tzab

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041024>

**CAPÍTULO 25.....309**

RESPOSTA FUNCIONAL EM INIMIGOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Milena Larissa Gonçalves Santana  
Valeria Wanderley Teixeira  
Carolina Arruda Guedes  
Glaucilane dos Santos Cruz  
Camila Santos Teixeira  
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira  
José Wagner da Silva Melo  
Solange Maria de França

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041025>

<b>CAPÍTULO 26.....</b>	<b>319</b>
PROCESSO DE SELEÇÃO DE HOSPEDEIRO E FATORES QUE INFLUÊNCIAM NO SUCESSO DO PARASITISMO DE <i>Trichogramma</i> spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)	
Camila Santos Teixeira	
Valeria Wanderley Teixeira	
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira	
Carolina Arruda Guedes	
Glaucilane dos Santos Cruz	
Catiane Oliveira Souza	
Milena Larissa Gonçalves Santana	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041026">https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041026</a>	
<b>CAPÍTULO 27.....</b>	<b>328</b>
MICROBIOTA, OCRATOXINA E NÍVEIS DE TRANS-RESVERATROL EM UVAS ORGÂNICAS	
Josemara Alves Apolinário	
Christiane Ceriani Aparecido	
Andrea Dantas de Souza	
Joana D'arc Felício	
Roberto Carlos Felício	
Edlayne Gonçalves	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041027">https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041027</a>	
<b>CAPÍTULO 28.....</b>	<b>340</b>
AVEIA PRETA ( <i>Avena strigosa</i> , Schreb) CULTIVADA EM SOLO CONTAMINADO COM CHUMBO	
Wanderley José de Melo	
Gabriel Maurício Peruca de Melo	
Liandra Maria Abaker Bertipaglia	
Paulo Henrique Moura Dian	
Käthery Brennecke	
Jackeline Silva de Carvalho	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041028">https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041028</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES .....</b>	<b>350</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>351</b>

## AVEIA PRETA (*Avena strigosa*, Schreb) CULTIVADA EM SOLO CONTAMINADO COM CHUMBO

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

### Wanderley José de Melo

Universidade Brasil, Descalvado-SP e Departamento de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq nível Sênior  
<http://orcid.org/0000-0003-2683-0347>

### Gabriel Maurício Peruca de Melo

Universidade Brasil  
Descalvado-SP  
<http://orcid.org/0000-0002-1634-4145>

### Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Universidade Brasil  
Descalvado-SP  
<http://orcid.org/0000-0001-5811-7816>

### Paulo Henrique Moura Dian

Universidade Brasil  
Descalvado-SP  
<http://lattes.cnpq.br/8749992843027352>

### Käthery Brennecke

Universidade Brasil  
Descalvado-SP  
<http://lattes.cnpq.br/5772754247707035>

### Jackeline Silva de Carvalho

Egressa do Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal-Universidade Brasil  
Descalvado-SP  
<http://lattes.cnpq.br/7868603519768642>

**RESUMO:** O chumbo (Pb) é um elemento-traço que oferece risco à saúde de plantas, animais e do homem, e a aveia preta é uma gramínea usada em pastagens de inverno, de tal modo que esta planta, cultivada como forrageira em solo contaminado com o elemento, pode colocá-lo na cadeia alimentar. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a contaminação de um Latossolo Vermelho eutroférrico com chumbo sobre o carbono orgânico total (COT) e das frações da matéria orgânica do solo (ácidos húmicos - CAH, ácidos fúlvicos - CAF e humina - CHM), assim como dos teores de chumbo pseudototal e extraível (extratores nítrico-perclórico e Mehlich 1) e os efeitos na produtividade da aveia preta e na absorção do elemento-traço. O experimento foi instalado em vasos em casa de vegetação. Usou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos (sem adição de Pb, 200, 400 e 600 mg Pb kg<sup>-1</sup> de solo na forma de PbCl<sub>2</sub> p.a.) e 4 repetições. O solo foi um Latossolo Vermelho eutroférrico de ocorrência no município de Jaboticabal, SP. Aos 44 dias após a contaminação do solo com Pb, foi semeada a aveia preta, deixando-se duas plantas por vaso até o final do experimento. Aos 60 dias após a semeadura, as plantas foram colhidas, secas em estufa com circulação forçada de ar (60±5 °C), pesadas, moídas em moinho tipo Willey e analisadas em relação ao teor de Pb. Na mesma oportunidade, foram colhidas amostras de solo, que foram secas ao ar e à sombra, passadas em peneira com 2 mm de malha e analisadas para chumbo pseudototal e disponível, COT, CAF, CAH e CHM. Os resultados obtidos permitiram concluir que: 1. Doses de chumbo solúveis de até

600 mg kg<sup>-1</sup> solo não afetaram o desenvolvimento da aveia preta. 2. O chumbo em forma solúvel adicionado ao solo foi rapidamente transformado em forma não disponível para aveia preta. 3. O acúmulo de Pb na parte aérea da planta de aveia preta aumentou linearmente com a dose de chumbo solúvel aplicada ao solo, mas mesmo na concentração de 240 mg kg<sup>-1</sup> de massa seca da parte aérea não se observaram sintomas de fitotoxicidade. 4. O Pb extraído pelo extrator nítrico-perclórico ( $y = 0,004x + 0,247$  R<sup>2</sup> = 0,97) e o extraído pelo extrator Mehlich 1 ( $y = 0,008x^2 - 0,244x + 1,942$  R<sup>2</sup> = 0,98) apresentaram boa correlação com o Pb acumulado na parte aérea da planta de aveia preta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Elementos-traço, substâncias húmicas, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, humina.

## BLACK OAT (*Avena strigosa*, Schreb) CULTIVATED IN SOIL CONTAMINATED WITH LEAD

**ABSTRACT:** Lead (Pb) is a trace element that poses a risk to the health of plants, animals and man, and black oat is a grass used in winter pastures, so that this plant, cropped in a soil contaminated can introduce lead in the food chain. The objective of this work was to evaluate the contamination of an Oxisol with lead on the total organic carbon (TOC) and on the soil organic matter fractions (humic acids - HAC, fulvic acids - FAC and humin - HMC), as well in the pseudototal and extractable lead contents (nitric perchloric and Mehlich 1 extractants) and the effects on the black oat productivity and Pb accumulation. The experiment was carried out in pots in a greenhouse. We used a completely randomized design with 4 treatments (without the addition of Pb, 200, 400 and 600 mg Pb kg<sup>-1</sup> of soil in the form of PbCl<sub>2</sub> p.a.) and 4 replications, using an Oxisol occurring in the municipality of Jaboticabal, SP. At 44 days after the soil contamination with Pb, black oats were sown, leaving two plants per pot until the end of the experiment. At 60 days after sowing, the plants were harvested, dried in a stove with forced air circulation (60±5 °C), weighed, ground in a Willey mill and analyzed for Pb content. On the same time, soil samples were collected, air-dried, passed through a 2 mm mesh sieve and analyzed for pseudototal and available lead, TOC, FA-C, HA-C and HM-C. The data allowed to conclude that: 1. Soluble lead doses of up to 600 mg kg<sup>-1</sup> soil did not affect the development of black oat. 2. Lead in a soluble form added to the soil was quickly transformed into a form not available to black oat plant. 3. Lead accumulated in the aerial part of black oat plant increased linearly with the dose of soluble lead applied to the soil, but even at the concentration of 240 mg kg<sup>-1</sup> dry mass of the aerial part of the plant, no symptoms of phytotoxicity were observed. 4. Lead extracted by the extractant nitric-perchloric ( $y = 0.004x + 0.247$  R<sup>2</sup> = 0.97) and Mehlich 1 ( $y = 0.008x^2 - 0.244x + 1.942$  R<sup>2</sup> = 0.98) showed good correlation with Pb accumulated in the aerial part of black oat plant.

**KEYWORDS:** Trace elements, humic substances, fulvic acid, humic acid, humin.

## 1 | INTRODUÇÃO

A aveia preta é uma forrageira para pastagens em condições de clima temperado, e existe poucas informações sobre seu comportamento, quando cultivada em solos contaminados com chumbo.

O chumbo é um elemento-traço que oferece grande risco à saúde e estabilidade do

ecossistema, e sua entrada na cadeia alimentar deve ser evitada ao máximo (ANDRADE et al., 2007). Ocorre naturalmente no solo, normalmente em concentrações abaixo de  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , mas em solos poluídos pode ocorrer em concentrações muitas vezes maior, principalmente devido às atividades antrópicas (UMASS, 2016).

A poluição do solo por elementos-traço está ligada a processos de acúmulo e transporte de espécies químicas que dependem, em grande parte, das suas interações com a fase sólida do sistema. Tal interação é bastante complexa, envolvendo reações de adsorção, dessorção, precipitação, dissolução, complexação e oxirredução, tanto com a fase inorgânica, quanto com a orgânica destes (AMARAL SOBRINHO et al., 1993).

O Pb apresenta baixa mobilidade no perfil do solo pela facilidade de formar quelados com a matéria orgânica (ALLOWAY et al., 1995). O acúmulo de Pb na superfície do solo é ecologicamente significativa devido ao metal afetar a atividade biológica do solo e o aumento no teor deste elemento-traço pode afetar negativamente a atividade de enzimas presentes no solo e, conseqüentemente, acúmulo de material orgânico, principalmente os de difícil decomposição como celulose e lipídeos.

A maioria das plantas de interesse agrícola apresenta baixo acúmulo de chumbo em seus tecidos. Entretanto, com a crescente utilização de resíduos urbanos como fertilizantes, a absorção de Pb e de outros elementos-traço potencialmente tóxicos vem aumentando o risco de entrada na cadeia alimentar, com reflexos na saúde do homem e dos animais (PENDIAS e PENDIAS, 1992).

Algumas plantas, especialmente gramíneas, podem apresentar tolerância a elevadas concentrações de Pb no solo, de tal forma que podem ser usadas para revegetar áreas contaminadas com o elemento (ALLOWAY et al., 1995).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de doses crescentes de chumbo aplicadas a um Latossolo Vermelho eutroférico sobre o teor de chumbo pseudototal e disponível (extração nítrico-perclórica e extrator Mehlich 1), sobre o teor de carbono orgânico total, carbono das frações ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina da matéria orgânica do solo, assim como sobre a produção de massa seca e absorção do elemento-traço pela planta de aveia preta.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias localizada no município de Jaboticabal, SP. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho eutroférico, textura média, retirado na camada 0-0,20 m na área da Fazenda de Ensino e Pesquisa do Campus, que apresentava as seguintes propriedades químicas:  $\text{pH} (\text{CaCl}_2) = 5,6$ ;  $\text{MO} = 21 \text{ g dm}^{-3}$ ;  $\text{P} (\text{resina}) = 51 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 2,7 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 30 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 13 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{H+Al} = 2,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{CTC} = 67 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $\text{V} = 68 \%$ . A análise textural revelou areia grossa =  $310 \text{ g kg}^{-1}$ , areia

fina=330 g kg<sup>-1</sup>, silte =20 g kg<sup>-1</sup> e argila=340 g kg<sup>-1</sup>.

A planta teste foi a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), planta importante nos sistemas conservacionistas de manejo do solo e forrageira utilizada em pastagens de inverno.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (sem adição de chumbo, 200, 400 e 600 mg Pb kg<sup>-1</sup> solo na forma de cloreto de chumbo) e quatro repetições.

A quantidade de Pb de cada tratamento foi misturada a 8 kg de solo seco ao ar, passado por peneira com malha de 5 mm de diâmetro e colocada em vaso de polietileno. Água destilada foi adicionada a cada vaso para manter o teor de umidade em torno de 70 % da capacidade máxima de retenção, umidade esta, mantida por reposição de água periódica.

Após 44 dias após a instalação do experimento, foram semeadas 15 sementes de aveia preta em cada vaso e, quando atingiram 5 cm de altura, foram cortadas rente ao solo, deixando-se 2 plantas por vaso, que foram conduzidas até o final do experimento.

A adubação de semeadura consistiu em 5 mL de uma solução de Fe-EDTA (24,98 g de sulfato ferroso heptaidratado, 33,2 g de EDTA, 80 mL de solução de NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> e 800 mL de água desionizada. A mistura foi transferida para balão volumétrico de 1000 mL e aerada com auxílio de um compressor de aquário durante uma noite, sendo o volume completado com água desionizada), 10 g de superfosfato triplo (41 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 15 mL de KCl p.a. 1 mol L<sup>-1</sup>. Adubações de cobertura foram realizadas a cada 15 dias, aplicando-se 150 mg N kg<sup>-1</sup> solo na forma de nitrato de amônio (32 % de N) e 100 mg K kg<sup>-1</sup> solo na forma de cloreto de potássio (58 % de K<sub>2</sub>O).

Aos 60 dias após a semeadura, as plantas foram cortadas 3 cm acima do primeiro nó, lavadas em água corrente e água destilada, secas em estufa com circulação forçada de ar mantida a 60±5 °C até massa constante, pesadas, moídas em moinho tipo Willey com peneira de 40 mesh e analisadas quanto ao teor de Pb no extrato nítrico-perclórico (SARRUGE e HAAG, 1974) e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica com chama de ar-acetileno.

No momento da amostragem de plantas, também foram obtidas amostras de solo, que foram secas ao ar e à sombra, passadas em peneira com 2 mm de abertura de malha para se obter a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises para avaliar os teores de Pb (pseudototal e extraído pelo extrator Mehlich 1), do carbono orgânico total (COT) e do carbono das frações ácido fúlvico (CAF), ácido húmico (CAH) e humina (CHM).

O teor de COT foi determinado pelo método de Walkley e Black conforme descrito em Leite et al. (2004). A extração e fracionamento da matéria orgânica do solo para obtenção dos ácidos fúlvicos, húmicos e humina seguiram as normas preconizadas pela IHSS (SWIFT, 1996). A uma amostra de solo, contendo cerca de 200 mg de ácidos húmicos, adicionaram-se 100 mL de solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, agitou-se por 2 horas em agitador mecânico e centrifugou-se por 20 minutos a 10.000 g. O precipitado, fração humina, foi

reservado para determinação do carbono orgânico. O sobrenadante foi transferido para tubo de centrifuga de 250 mL e imediatamente o pH foi ajustado para 1,0 por gotejamento de solução de HCl 20 %. As amostras foram mantidas em repouso durante uma noite para precipitação dos ácidos húmicos. Após esse período, centrifugou-se por 20 minutos a 10.000 g e o sobrenadante (ácidos fúlvicos) foi transferido para balão volumétrico de 200 mL. O precipitado (ácidos húmicos) foi lavado por 3 vezes com água deionizada, sendo o sobrenadante adicionado ao balão volumétrico contendo os ácidos fúlvicos, cujo volume foi completado com água deionizada. O precipitado de ácidos húmicos foi dissolvido com solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e o volume completado a 50 mL com água deionizada. O teor de carbono orgânico foi determinado em cada uma das frações da matéria orgânica pelo método de Walkley e Black.

O teor de Pb disponível foi extraído pelo extrator Mehlich 1 e teor de Pb pseudototal, por digestão nítrico-perclórica. Em ambos os casos, o teor de Pb nos extratos foi obtido por leitura em espectrofotômetro de absorção atômica com chama de ar-acetileno.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e, nos casos em que o teste F foi significativo a 5 %, aplicou-se o teste de Tukey a 5 % para comparação de médias.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de Pb pseudototal e extraído pelo extrator Mehlich 1 foram afetados significativamente pelas doses do elemento aplicadas ao solo, atingindo valores de 780,61 mg kg<sup>-1</sup> solo para o pseudototal e 34,73 mg kg<sup>-1</sup> solo para o extraído pelo extrator Mehlich 1 (Tabela 1). O Pb incorporado em forma solúvel foi rapidamente imobilizado, o que pode ser atribuído aos teores de MO e óxidos do solo em estudo, uma vez que o chumbo se liga preferentemente à MO e aos óxidos (BJERRE et al., 1985).

Tratamentos Pb mg kg <sup>-1</sup> solo	Chumbo		
	Mehlich 1	Pseudototal	Imobilizado
	mg kg <sup>-1</sup> na TFSA		%
0	8,44 a	106,18 a	-
200	28,46 b	266,04 ab	81,55
400	32,98 c	513,80 bc	89,65
600	34,73 d	780,61 d	92,81
Média			88,00

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Chumbo pseudototal e extraído pelo extrator Mehlich 1 em Latossolo Vermelho eutroférrico contaminado com doses do elemento-traço e cultivado com aveia preta, 104 dias após a aplicação do elemento-traço.

Amaral Sobrinho et al. (1997) verificaram que o Pb, nas diferentes formas químicas, apresenta comportamento típico de alta retenção, baixa mobilidade e baixa disponibilidade em solos contaminados com o elemento-traço. Sheppard e Thibault (1992) atribuíram tal comportamento à elevada afinidade do Pb com as frações óxido e residual do solo.

Segundo Bjerre e Schierup (1985), solos contaminados com Pb com elevados teores de areia e baixos teores de MO podem apresentar maior disponibilidade do elemento, porém menores teores de chumbo total. Nestas condições, o acúmulo do elemento nas plantas se torna menor neste tipo de solo, quando comparado a solos com maiores teores de argila e de MO para a mesma contaminação de Pb.

A análise dos dados contidos na Tabela 2 revela que existe teor considerável de chumbo no tratamento testemunha, que pode ser devido à contaminação por fontes antropogênicas diversas (GARCÍAMIRAGAYA, 1984), entre outros fatores.

O teor de carbono orgânico total (COT) e das frações ácidos fúlvicos (CAF) e humina CHM) (Tabela 2) não foram afetados pelos tratamentos. O teor de C orgânico na fração AH (CAH) diminuiu até a dose 400 mg Pb kg<sup>-1</sup> solo, mas voltou a atingir valor não diferente da testemunha com a dose 600 mg Pb kg<sup>-1</sup> solo.

Tratamentos Pb mg kg <sup>-1</sup> solo	COT	CAF	CAH	CHM
	g kg <sup>-1</sup> TFSA			
0	9,65 a	3,40 a	1,42 ab	5,06 a
200	9,55 a	3,43 a	1,16 bc	4,96 a
400	10,15 a	3,65 a	1,02 c	5,48 a
600	9,90 a	3,12 a	1,59 a	5,78 a

COT= carbono orgânico total, CHM= carbono na fração humina. CAH= carbono na fração ácido húmico. CAF= carbono na fração ácido fúlvico, TFSA= terra fina seca ao ar.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 2. Carbono orgânico total e nas frações da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho eutroférrico tratado com doses de Pb na forma de cloreto de chumbo e cultivado com aveia preta.

Apesar da grande quantidade de dados gerados em pesquisas sobre o efeito de elementos-traço no sistema solo-planta, existe grande disparidade no estabelecimento das concentrações tóxicas dos metais (BAATH, 1989).

Os metais pesados presentes na solução do solo não podem ser totalmente quantificados devido à quelação pelas moléculas orgânicas e à ocorrência de formas químicas que não são determinadas diretamente. Geralmente, as formas químicas livres dos elementos-traço na solução do solo, quando presentes em excesso, causam toxicidade para as plantas.

A produção de massa seca pelas plantas de aveia preta variou de 13,33 g planta<sup>-1</sup> a

12,64 g planta<sup>-1</sup> e não foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos (Tabela 3). Também não foram observados sintomas de fitotoxicidade, apesar da parte aérea da planta ter acumulado até 3,24 mg Pb. Ainda não há informações precisas sobre se os sintomas apresentados por planta que absorveu elemento-traço potencialmente tóxico se devem à concentração do metal ou a um desbalanço de outros nutrientes (BJERRE et al., 1985).

Tratamentos Pb mg kg <sup>-1</sup> solo	Massa Seca	Chumbo
	g planta <sup>-1</sup>	mg planta <sup>-1</sup>
0	13,33 a	0,45 a
200	12,96 a	1,54 a
400	12,87 a	2,41 a
600	12,64 a	3,24 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Massa seca e acúmulo de chumbo na parte aérea de plantas de aveia preta cultivadas em Latossolo Vermelho eutroférico contaminado com doses do elemento-traço na forma de cloreto de chumbo.

As plantas apresentam vários mecanismos para poderem se desenvolver em solos contaminados com elementos-traço como o Pb. Algumas imobilizam o elemento no exterior da raiz, sem o absorver em quantidades tóxicas, enquanto outras os absorvem, mas o acumulam no sistema radicular, no tronco ou nos vacúolos (MARQUES et al., 2002).

No caso da aveia preta, os valores de acúmulo de Pb têm sido muito variáveis. Gworek (1992) relatou valores de até 176,3 mg Pb kg<sup>-1</sup> em plantas de aveia cultivadas em solos contaminado com 1260 mg Pb kg<sup>-1</sup>. Freitas et al. (2010), cultivando aveia preta em Latossolo Vermelho distrófico tratado com 8 Mg ha<sup>-1</sup> de escória de aciaria, contendo 308 mg Pb kg<sup>-1</sup>, encontraram valores de Pb de 46,36 e 1,05 mg kg<sup>-1</sup> no primeiro e segundo anos de cultivo, respectivamente, o que permite concluir que o Pb se tornou rapidamente indisponível para a planta de aveia preta, como o que foi constatado neste trabalho.

Tanto o Pb extraído pelo extrator nítrico-perclórico ( $y = 0,004x + 0,247$   $R^2 = 0,97$ ) como o extraído pelo extrator Mehlich 1 ( $y = 0,008x^2 - 0,244x + 1,942$   $R^2 = 0,98$ ) apresentaram boa correlação com o Pb acumulado na parte aérea da planta de aveia preta, mas o extrator nítrico-perclórico teve a vantagem de ter uma regressão linear e extrair faixa mais ampla do elemento (Figura 1).

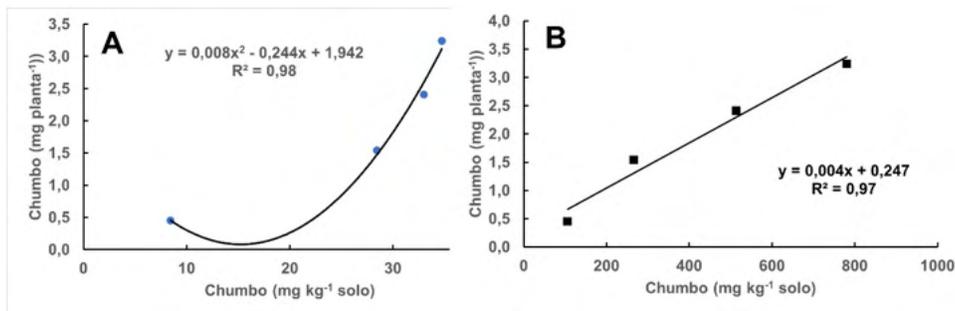


Figura 1. Relação entre os teores de chumbo extraídos pelos extratores nítrico-perclórico (A) e Mehlich 1 (B) com o Pb acumulado na parte aérea da planta de aveia preta.

A capacidade de um extrator em extrair determinado elemento do solo depende de sua forma de interação com o elemento e às características do solo que afetam sua disponibilidade (NASCIMENTO, et al., 2002). As soluções diluídas de ácidos fortes, como é o caso do extrator Mehlich 1, removem metais da solução do solo, dos sítios de troca e parte daqueles complexados ou adsorvidos (SANTOS et al., 2012). Em concentrações mais elevadas, além das formas citadas, são extraídas outras, como as ligadas à MO e a alguns silicatos.

Santos et al. (2012) avaliaram o extrator Mehlich 1 para disponibilidade de Pb para a cultura de milho cultivada em solo contaminado com o elemento e tratado com doses de três diferentes fontes de carbono e concluíram que foi um extrator eficiente e semelhante aos extratores DTPA e  $\text{CaCl}_2$ .

## 4 | CONCLUSÃO

Doses de chumbo solúveis de até  $600 \text{ mg kg}^{-1}$  solo não afetaram o desenvolvimento da aveia preta.

O chumbo em forma solúvel adicionado ao solo foi rapidamente transformado em forma não disponível para a planta de aveia preta.

O acúmulo de chumbo na parte aérea da planta de aveia preta aumentou linearmente com a dose de chumbo solúvel aplicada ao solo, mas mesmo na concentração de  $180 \text{ mg kg}^{-1}$  de massa seca da parte aérea não se observou sintomas de fitotoxicidade.

O Pb extraído pelo extrator nítrico-perclórico ( $y = 0,004x + 0,247$   $R^2 = 0,97$ ) e o extraído pelo extrator Mehlich 1 ( $y = 0,008x^2 - 0,244x + 1,942$   $R^2 = 0,98$ ) apresentaram boa correlação com o Pb acumulado na parte aérea da planta de aveia preta.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

e Tecnológico) pelo apoio financeiro e pela bolsa de Produtividade em Pesquisa, nível Sênior, concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B.J. (ed.) **Heavy metals in soils. Blackie Academic and Professional**, Glasgow, 1995, 664p.

AMARAL SOBRINHO, N.M.B. do. **Interação dos metais pesados de resíduos siderúrgicos com um solo podzólico vermelho amarelo**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1993, 163p. (Tese de doutorado).

AMARAL SOBRINHO, N.M.B. do; VELLOSO, A.C.X.; OLIVEIRA, D.C. Solubilidade de metais pesados em solo tratado com resíduo siderúrgico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p.9-16, 1997.

ANDRADE, J.C.M., TAVARES, S.R.L., MAHLER, C.F. **Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 176 p.

BAATH, E. Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations: a review. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 47, p. 335-379, 1989.

BJERRE, G.K; SCHIERUP, H.H. Uptake of six heavy metals by oat as influenced by soil type and additions of cadmium, lead, zinc and copper. **Plant and Soil**, v.88, 57-59, 1985.

CHEKAI, R.T., COREY, R.B., HELMKE, P.A. Effects of ionic and complexed metal concentrations on plant uptake of cadmium and micronutrient metals from solution. **Plant and Soil**, v.99, p.335-345,1987.

FREITAS, E.E., BÜLL, L.T., CORRÊA; J.C., BACKES, C., MIGGIOLARO, A.E., CRUSCIOL, C.A.C. Teor de Metais Pesados na Cultura da Aveia Preta em Função da Aplicação Superficial de Resíduos Urbanos e Industriais, no Sistema Plantio Direto. In: **Anais ... XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, Guarapari– ES, Brasil, 13 - 17 de setembro de 2010.

GARCÍA-MIRAGAYA, J. Levels, chemical fractionation and solubility of lead in roadside soils of Caracas, Venezuela. **Soil Science**, v.138, p.147-152, 1984.

LEITE, C.M.B, BERNARDES, R. S., OLIVEIRA, S.A. Método Walkley-Black na determinação da matéria orgânica m solos contaminados por chorume. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 111-115, 2004.

MARQUES, M.O., MELO, W.J., MARQUES, T.A. **Metais pesados e o uso de biossólidos na agricultura**. In: Tsutiya, M.T., Comparini, J.B., Alem Sobrinho, P., Hespanhol, I., Carvalho, P.C.T., Melfi, A.J., Melo, W.J., Marques, M.O.. (Org.). **Biossólidos na agricultura**. 2 ed., São Paulo, ABES, 2002, v. 1, p. 365-403.

NASCIMENTO, C.W.A.; FONTES, R.L.F.; NEVES, J.C.L. Dessorção, extração e fracionamento de manganês em Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 589-597, 2002.

PENDIAS-KABATA, A.; PENDIAS H. **Trace elements in soils and plants**. 2a ed., CRC Press, 1992, p.187-198.

SANTOS, N.M., ACCIOLY, A.M.A., NASCIMENTO, C.W.A., SANTOS, J.A.G. Avaliação de Extratores de Teores Disponíveis de Chumbo em Solo Contaminado Tratado com Ácidos Húmicos e Carvão Vegetal ativado, **Anais ... XXX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, Maceió, AL, Brasil, 17 - 21 de setembro de 2012.

SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56p.

SHEPPARD, M.I. e THIBAUT, D.H. Desorption and extraction of selected heavy metals from soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, p. 415-423, 1992.

SWIFT, R.S. **Organic matter characterization**. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMNER, M.E. (Eds.). **Methods of soil analysis**. SSSA: American Society of Agronomy, (SSSA, Book Series, 5). Part 3. Chemical methods. p.1011-1020, 1996.

UMass Soil and Plant Nutrient Testing lab. **Soil Lead: Testing, Interpretation, & Recommendations**. UMass Soil and Plant Tissue Testing Laboratory Revised document. Ref. No. 5, 2016.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA** - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de Olivicultura e Fruticultura. Participa na organização de eventos de transferência e difusão de tecnologias para produtores, técnicos e estudantes, bem como ações de popularização da Ciência para a comunidade em geral. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Fruticultura, principalmente no manejo de oliveira e de outras frutíferas de clima temperado.

**VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO** - Doutora (2017) e mestra (2014) em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras. Possui pós-graduação *lato sensu* em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela mesma instituição. Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009) e licenciada pela Universidade Vale do Rio Verde (2011). É membro do corpo docente dos cursos de Ciências Biológicas e Administração da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS). No ensino superior, já atuou como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e ocupou o cargo de professor substituto na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Também já ministrou aulas de Biologia no Cursinho Assistencial e Centro de Inteligência e Cultura (CACIC). Foi bolsista de Apoio Técnico na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - Campo Experimental de Maria da Fé. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ações ambientais 18, 31, 32

Agricultura 20, 61, 89, 90, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 108, 111, 161, 183, 277, 278, 280, 281, 282, 285, 289, 298, 304, 308, 319, 320, 328, 348

Agroecologia 175, 278, 280, 281, 282, 297, 298, 299, 338

Água 21, 24, 27, 30, 33, 38, 41, 46, 47, 57, 97, 98, 114, 130, 131, 140, 146, 152, 158, 159, 161, 170, 183, 185, 186, 191, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 211, 213, 214, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 227, 228, 230, 238, 245, 246, 247, 250, 251, 253, 256, 257, 287, 330, 331, 332, 333, 335, 343, 344

Águas pluviais 190, 206, 209, 210, 215, 219, 220

Anfíbios 265, 267

Aproveitamento 40, 46, 218, 219, 220, 222, 227, 228

Armazém verde 37, 38, 39, 42, 45

### B

Bicicleta 113, 114, 115, 116, 117, 119, 122, 125, 126, 127, 128

Bosque tropical 300

### C

Captação 41, 46, 177, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 226, 227

Carport 142, 143, 144, 147, 148

Chuva 41, 46, 146, 213, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 227, 228, 248, 250, 251, 257

Cidades 35, 39, 77, 114, 115, 117, 143, 149, 150, 152, 153, 154, 160, 186, 195, 207, 216, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 255, 280

Competências ambientais 52, 54, 55, 56, 57, 58, 65, 66

Comunidades urbanas 206, 211

Conservação 9, 10, 11, 12, 13, 19, 22, 23, 24, 34, 58, 74, 77, 153, 156, 177, 185, 187, 194, 205, 229, 230, 235, 239, 242, 243, 255, 263, 265, 267, 270, 278, 281, 283, 297

Conservación 300, 301, 302, 305, 306, 307, 308

Controle biológico 310, 311, 313, 315, 316, 320, 324, 325, 327

### D

Dano ambiental 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 56, 59

Degradação 2, 3, 4, 8, 9, 10, 14, 19, 20, 27, 69, 76, 77, 78, 80, 114, 153, 155, 186, 191, 198, 230, 231, 245, 254, 255

Dengue 27, 252, 253, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263

Desastres 2, 36, 206, 212, 215, 216, 217, 230, 262

Desenvolvimento 7, 8, 16, 20, 21, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 42, 56, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 127, 130, 140, 141, 143, 144, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 165, 166, 167, 170, 173, 175, 177, 186, 209, 210, 216, 217, 229, 246, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 268, 269, 270, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 287, 297, 298, 299, 314, 315, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 326, 328, 334, 336, 341, 347

Desenvolvimento económico 84, 86, 87, 89, 92, 94, 98, 99, 106, 107, 108, 109, 110, 112

Desenvolvimento sustentável 21, 23, 29, 35, 36, 56, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 96, 98, 99, 111, 112, 116, 127, 130, 140, 149, 150, 151, 152, 217, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 263, 278, 297

Desigualdade social 153

Direito ambiental 6, 7, 16, 17, 35, 52, 55, 67, 68, 82

## E

Educação ambiental 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 63, 155, 157, 159, 160, 162, 163, 184, 185, 186, 187, 194, 195, 196, 229, 230, 231, 232, 237, 240, 241, 242, 261, 263, 278, 280, 282, 291, 292, 295, 350

Eficiência energética 129, 138, 140, 141, 152

Elementos-traço 341, 342, 345, 346

Energia solar fotovoltaica 142, 143, 144, 148

## F

Federalismo 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 65

Formação docente 155

## G

Gestão hospitalar 129

## H

Heterogeneidade ambiental 265

## I

ICMS ecológico 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 31, 32, 34, 35, 36

Indicadores ambientais 37, 39, 40, 41, 43, 45, 47

## L

Livre iniciativa 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82

## M

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 114, 115, 116, 130, 131, 140, 154, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 173, 184, 187, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 207, 209, 229, 230, 231, 241, 242, 251, 252, 254, 255, 256, 260, 262, 288, 319, 320, 329, 336

Micotoxinas 328, 334

Monitoramento 37, 42, 48, 124, 243, 246, 247, 248, 250, 251, 260

Municipalismo 52

## O

Orgânico 177, 198, 270, 287, 291, 328, 330, 335, 336, 337, 340, 342, 343, 344, 345

## P

Parasitismo 310, 313, 315, 316, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325

Pavimento permeável 197, 198, 199

Planejamento 29, 30, 34, 35, 72, 74, 111, 112, 118, 131, 149, 150, 152, 153, 154, 164, 165, 166, 167, 169, 173, 175, 176, 183, 195, 207, 210, 213, 216, 269, 283

Política 5, 19, 21, 24, 28, 29, 31, 34, 35, 54, 63, 66, 78, 81, 82, 85, 88, 99, 100, 104, 105, 110, 116, 162, 209, 230, 231, 278, 280, 299, 301

Poluição 7, 8, 9, 12, 20, 21, 24, 29, 30, 57, 58, 62, 114, 115, 120, 123, 124, 126, 153, 162, 184, 185, 191, 194, 211, 229, 230, 231, 342

Precipitação pluviométrica 176, 269

Problemas ambientais 29, 52, 59, 113, 114, 143, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 229, 230, 231

## Q

Química verde 165, 170, 171, 173

## R

Recuperação 9, 10, 21, 24, 29, 33, 76, 78, 185, 186, 197, 199, 202, 203, 204, 205, 208, 210, 213, 281, 283, 289, 290, 291, 293, 298, 334

Responsabilidade civil 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 17

## S

Semiárido 175, 176, 177, 183, 268, 269, 270, 273, 276, 277

Solo 24, 28, 33, 58, 114, 152, 153, 161, 191, 195, 211, 215, 230, 245, 246, 251, 253, 256, 289, 290, 293, 298, 328, 330, 331, 333, 335, 338, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349

Sustentabilidade 4, 34, 35, 42, 43, 47, 48, 50, 75, 77, 82, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 129, 131, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 195, 208, 255, 262, 263, 278, 281, 283, 285, 292, 299

## T

Tendências tecnológicas 164, 166

Terra indígena 155, 157, 158, 159, 161, 163, 282

Turbidez 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251

# Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

# Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)   
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)   
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)   
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021