

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 3

MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)



O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 3

MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

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.



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 Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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. 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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural
3 / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-711-6

DOI 10.22533/at.ed.116210801

1. Meio Ambiente. I. Silva, Maria Elanny Damasceno
(Organizadora). II. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

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.

APRESENTAÇÃO

É com grande estima que apresento o livro “*O Meio Ambiente e a Interface dos Sistemas Social e Natural 3*” e seus 27 capítulos que contemplam debates acadêmicos acerca do desenvolvimento social e econômico e o trato ambiental.

Esta obra possui a interação de áreas afins da ciência que atuam em conjunto para resolver problemáticas sociais envolvendo as dinâmicas naturais das regiões do Brasil e Internacionais.

Os conceitos históricos e econômicos são esclarecidos e divulgados em resultados de pesquisas acadêmicas, possibilitando embasamento científico e ideias para trabalhos futuros. Também encontrará relatórios técnicos e revisões integrativas contendo o estado da arte da literatura científica.

As atividades de extensão possibilitam aos estudantes a visão prática do cotidiano de comunidades rurais, a participação na agroecologia e agricultura em geral como elos entre a teoria e o saber tradicional. A temática do ensino e aprendizagem é bem explorada no contexto da educação ambiental.

As leis, projetos, auditorias e licenciamentos ambientais são objetos de estudos entre pesquisadores que atuam na política de preservação do meio ambiente. Assim como, as energias renováveis ganham destaque pelo baixo custo e sustentabilidade. As pesquisas laboratoriais químicas e biológicas são fortes aliadas na identificação de resíduos encontrados na água e solo, garantindo tratamentos e correções.

Também encontrará estudos envolvendo animais e plantas e as últimas descobertas científicas para preservação da fauna e flora regional.

Aprecie os resultados e confira o esmero dos trabalhos.

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

HISTÓRIA, MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E IMPACTOS DAS MONOCULTURAS NO SUL DA BAHIA

Aline Guimarães

Juliana Cristina Ribeiro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1162108011

CAPÍTULO 2..... 13

OXIMORO DO DESENVOLVIMENTO DITO SUSTENTÁVEL E O PARADOXO DO CAPITAL VERDE

Ednael Macedo Felix

Larissa Félix Macêdo

Charles Macedo Félix

Evilasio Macedo Félix

Jonatan da Costa

José Inácio Lopes Lima

Márcio Henrique Marques da Cunha

Maria Mayara Rufino de Souza

DOI 10.22533/at.ed.1162108012

CAPÍTULO 3..... 28

WOOOF PORTUGAL: DINÂMICA ANFITRIÃO-VOLUNTÁRIO EM QUINTAS BIOLÓGICAS E A SUA INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO LOCAL SUSTENTÁVEL

Ana Rafaela de Simões Calheiros

Nuno Manuel dos Santos Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.1162108013

CAPÍTULO 4..... 37

DESENVOLVIMENTO LOCAL SUSTENTÁVEL NAS ÁREAS PROTEGIDAS

Nuno Manuel dos Santos Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.1162108014

CAPÍTULO 5..... 50

O ECOCACHING E A INTERPRETAÇÃO DA NATUREZA EM PARQUES ESTADUAIS NO SUL DO BRASIL

Stefania da Silva Gorski

Suzane Bevilacqua Marcuzzo

Carolina Cobra Barbieri

DOI 10.22533/at.ed.1162108015

CAPÍTULO 6..... 62

JOVENS RURAIS: A FORMAÇÃO EM AGROECOLOGIA E A PEDAGOGIA DE ALTERNÂNCIA NA ESCOLA JARAGUÁ, ÁGUA BOA-MT

Ana Heloisa Maia

Flaviana Cavalcanti da Silva

DOI 10.22533/at.ed.1162108016

CAPÍTULO 7..... 73

COMPLEXOS SUSTENTÁVEIS E SOLIDÁRIOS A PARTIR DE PROJETOS AMBIENTAIS: CONTRIBUINDO PARA O PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Douglas Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.1162108017

CAPÍTULO 8..... 87

LIXO E ANIMAIS PEÇONHENTOS: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DE ATIVIDADE DE EXTENSÃO EM ESCOLAS COMO FORMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES COM ANIMAIS PEÇONHENTOS

Mayara Duarte da Silva

Patrícia Mileane Santos de Almeida

Fábio Marques Aprile

Joacir Stolarz-de-Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.1162108018

CAPÍTULO 9..... 130

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA EM ÁREAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO NOROESTE FLUMINENSE

Thais Cristina Vargas Garrido

Sebastião Duarte Dias

Fabio Luiz Fully Teixeira

Rafael Dutra da Cruz

André Campos Rocha Pinto

DOI 10.22533/at.ed.1162108019

CAPÍTULO 10..... 145

A RELEVÂNCIA DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA NA PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Léo Rosa Campos

Dion Piero Pereira Veras

DOI 10.22533/at.ed.11621080110

CAPÍTULO 11..... 158

CONTRIBUIÇÕES DA EXTRAFISCALIDADE PARA A ECONOMIA E GESTÃO DE PROPRIEDADES RURAIS VOLTADAS PARA PECUÁRIA BOVINA

Jéssica Romagnoli Freire Campos

Priscila Lini

DOI 10.22533/at.ed.11621080111

CAPÍTULO 12..... 172

RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DO TRT19 ANO BASE 2019

Emanoel Ferdinando da Rocha Júnior

Flávia Caroline Fonseca Amorim

Thiago Camelo Fonseca
Victor Rezende Dorea
Marcus Paulo Veríssimo de Souza
DOI 10.22533/at.ed.11621080112

CAPÍTULO 13..... 183

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA): EXPERIÊNCIA NO PROJETO “BERÇO DO RIO ITAPECURURU”

Werly Barbosa Soeiro
Anne Caroline Bezerra dos Santos
Elimilton Pereira Brasil
Karlene Fernandes de Almeida
Nathalia Viana Pestana
Jennifer da Cruz Arouche Silva

DOI 10.22533/at.ed.11621080113

CAPÍTULO 14..... 197

AUDITORIA AMBIENTAL EM UMA COOPERATIVA DE RECICLAGEM, EM RIO GRANDE (RS, BRASIL) E DESEMPENHO EM RELAÇÃO AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Roberta de Souza Pohren
Jéssica Carvalho de Oliveira
Dóris Back Perius
Maria Angélica Machado Braga
Lucia Regina Nobre

DOI 10.22533/at.ed.11621080114

CAPÍTULO 15..... 210

IDENTIFICAÇÃO Y EVALUAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NO UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO: O CASO DO CAMPUS COLÓN

José Isabel Juan Pérez

DOI 10.22533/at.ed.11621080115

CAPÍTULO 16..... 231

REVISÃO INTEGRATIVA: GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM ESTABELECIMENTOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Victória Maria Scremin Corrêa Lima Ferreira
Stéphanie Fonseca
Maiza Karine Barcia
Tatiane Bonametti Veiga

DOI 10.22533/at.ed.11621080116

CAPÍTULO 17..... 246

ÁREAS POTENCIAIS DE FORNECIMENTO DE SEDIMENTOS POR MEIO DO MODELO DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL À PERDA DE SOLOS NA BACIA DO RIO CASCA/MG

Ewerton Ferreira Cruz
Alecir Antonio Maciel Moreira

José Henrique Izidoro Apezteguia Martinez

DOI 10.22533/at.ed.11621080117

CAPÍTULO 18.....259

ESTUDO ACERCA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM ÁREAS COSTEIRAS DO NORDESTE PARAENSE

Julita Maria Heinen do Nascimento

Tereza Lopes Farias

Luís André de Sousa Miranda

Mateus Souza da Silva

Antônio Pereira Júnior

DOI 10.22533/at.ed.11621080118

CAPÍTULO 19.....273

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO

Ana Beatriz de Souza Gomes Brandão

Mariana da Silva Melo Nogueira Contreiras Cesar

Fátima Cristina Conceição de Gouvêa

DOI 10.22533/at.ed.11621080119

CAPÍTULO 20.....285

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DA INDÚSTRIA CALÇADISTA COMO ADSORVENTE DE AZO-CORANTES

Janiny Souza Silva

Matheus de Araújo Moura

Rennan Noronha de Franca

Alexilda Oliveira de Souza

Flávia Mariani Barros

DOI 10.22533/at.ed.11621080120

CAPÍTULO 21.....296

LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA: COMPOSTAGEM E CULTIVO EM MILHO

Gislayne de Araujo Bitencourt

Regina Teresa Rosim Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.11621080121

CAPÍTULO 22.....308

AVALIAÇÃO DO MANEJO QUÍMICO DE HERBICIDA PARA CONTROLE DE SOJA E ALGODÃO RESISTENTES A GLYPHOSATE

Gabriel Amorim Medrado

Marcus Aurélio de Medeiros

Leandra Brito de Oliveira

Danielle Cristina Cruz da Silva

Joyce das Neves Cruz

Klever de Sousa Calixto

Karine dos Santos de Santana

Gabriela Pereira de Carvalho
Bruna Makyssine Alcantara Silva
Denize Sampaio Chagas
Marina Aparecida Costa Lima
Érika Beatriz Nogueira Machado

DOI 10.22533/at.ed.11621080122

CAPÍTULO 23.....318

**ESTRUTURA METALORGÂNICA CONTENDO FERRO (III) E ÁCIDO TEREFTÁLICO
COMO UM ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE PARACETAMOL DA ÁGUA**

Jocacia Murieli de Oliveira Miranda Kister
Alesandro Bail

DOI 10.22533/at.ed.11621080123

CAPÍTULO 24.....331

**ENERGIA LIMPA E RENOVÁVEL: SOLUÇÕES SÓCIO AMBIENTAIS PARA O ACESSO
À ENERGIA SOLAR DE BAIXO CUSTO**

Yuri Lucian Pilissão
Aline Ferrão Custódio Passini
Alexandre Couto Rodrigues
Caroline Emiliano Santos
Willian Fernando de Borba

DOI 10.22533/at.ed.11621080124

CAPÍTULO 25.....337

**ENERGIA E INDÚSTRIA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DO MOMENTO ATUAL E A
IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NESTE CENÁRIO**

Bruna Coelho da Conceição Pôjo
Vitória Aguiar Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.11621080125

CAPÍTULO 26.....350

**FAUNA ATROPELADA NA BR-343 ÀS MARGENS DA FLORESTA NACIONAL DE
PALMARES – ALTOS/PI**

Marcelo Cardoso da Silva Ventura
Mayky Carvalho de Oliveira
Jurecir da Silva
Darlane Freitas Moraes da Silva
Rômulo Oliveira Barros
Bruno Alves de Sousa Santos
Gaspar da Silva Alencar
Jossuely Rocha Mendes
Wendell Kennedy Azevedo Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.11621080126

CAPÍTULO 27.....361

**ESTUDO DA ANATOMIA OVARIANA E COMPLEXOS *CUMULUS OOPHORUS*
RECUPERADOS DE CADELAS SEM RAÇA DEFINIDA SUBMETIDAS À**

OVARIOHISTERECTOMIA

Ingrid Caroline da Silva

Fernanda Antunes Martins

Valquiria Nanuncio ChocheI

Maria Aparecida Gonçalves da Fonseca Martins

Luciana da Silva Leal Karolewski

DOI 10.22533/at.ed.11621080127

SOBRE A ORGANIZADORA.....372

ÍNDICE REMISSIVO.....373

LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA: COMPOSTAGEM E CULTIVO EM MILHO

Data de aceite: 04/01/2021

Gislayne de Araujo Bitencourt

Centro de Energia Nuclear na Agricultura–CENA
Universidade de São Paulo – SP
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/6281770652280338>

Regina Teresa Rosim Monteiro

Centro de Energia Nuclear na Agricultura–CENA
Universidade de São Paulo – SP
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1738711000109855>

RESUMO: O lodo é o principal resíduo gerado na Estação de Tratamento de Água (ETA), é oriundo do processo de potabilização da água, apresenta grande concentração de sólidos e principalmente, alumínio (Al) e ferro (Fe). Em razão disso, o mesmo não pode ser destinado nos mananciais, necessitando de alternativas ambientalmente seguras para a destinação. A presente pesquisa objetivou avaliar o potencial de reutilização do lodo de ETA agregado ao bagaço e vinhaça na formulação de um composto orgânico e verificar o crescimento de *Zea mays* L., para a identificação de uma dose segura sem interferir na performance das plantas. O lodo foi agregado a mistura de bagaço e vinhaça e, inoculado com *Pleurotus sajor-caju*, compostado por 60 dias. No início e ao final do processo (60 dias), avaliou o potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) e relação carbono e nitrogênio. O composto foi incorporado ao solo nas doses de 0; 1; 10 e 100 de composto/solo

(g kg⁻¹) e foram semeadas sementes de *Z. mays* (milho híbrido 2B433Hx da Dow Agrosciences). Após 21 dias, foram avaliados: porcentagem de emergência; índice de velocidade de emergência; comprimento e massa seca de raízes e parte aérea. Foram quantificados os teores de alumínio e ferro no composto e nas plantas. A compostagem realizada com *P. sajor-caju* ao final de 60 dias, foi eficiente na redução de 54,96% de Al e 36,47% de Fe. Na dose 100 g kg⁻¹ de composto, promoveu o aumento do comprimento das raízes de 26,96%, entretanto, reduziu em 70% a velocidade de emergência das plântulas e 21,44% o crescimento de parte aérea. Além disso, observou o maior acúmulo de Al de Fe na parte aérea das plantas em comparação ao controle. Para o uso seguro, recomendamos a dose de 10 g.kg⁻¹ do composto de lodo de ETA.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura.
Biodegradação. Passivo ambiental.
Reciclagem. Tratamento.

SLUDGE OF WATER TREATMENT PLANT: COMPOSTING AND GROWING IN CORN

ABSTRACT: Sludge is the main waste generated at the Water Treatment plant (WTP), it comes from the water potabilization process, has a high concentration of solids and mainly aluminum (Al) and iron (Fe). As a result, it cannot be used in water sources, requiring environmentally safe alternatives for disposal. This research aimed to evaluate the potential for reuse of WTP sludge added to bagasse and vinasse in the formulation of an organic compound and to verify the growth of *Zea mays* L., to identify a safe dose without

interfering with the performance of the plants. The sludge was added to the mixture of bagasse and vinasse and, inoculated with *Pleurotus sajor-caju*, composted for 60 days. At the beginning and the end of the process (60 days), it evaluated the hydrogen potential (pH), electrical conductivity (EC) and carbon and nitrogen ratio. The compost was incorporated in soil at doses of 0; 1; 10 and 100 compost/soil (g kg^{-1}) and seeds of *Z. mays* (hybrid corn 2B433Hx from Dow Agrosociences) were sown. After 21 days, were evaluated: percentage of emergence; emergency speed index; length and dry mass of roots and shoots. Al and Fe contents in the compost and plants were quantified. The composting carried out with *P. sajor-caju* at the end of 60 days was efficient in reducing 54,96% of Al and 36,47% of Fe. In the dose of 100 g kg^{-1} of compost, promoted an increase in the length of the roots of 26,96%, however, reduced the speed of seedling emergence by 70% and the growth of aerial part by 21.44%. In addition, observed the greater accumulation of Al and Fe in the aerial part of the plants compared to the control. For safe use, we recommend the dose of 10 g.kg^{-1} of WTP sludge compound.

KEYWORDS: Agriculture. Biodegradation. Environmental liability. Recycling. Treatment.

1 | INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Água (ETAs) transformam a água bruta captada nos mananciais em água potável, por meio dos processos de coagulação, floculação, decantação e filtração (LUCON *et al.*, 2017). Em virtude da elevada demanda de água potável com qualidade, sua composição varia de acordo com as atividades do entorno do rio, da qualidade da água e dos elementos químicos utilizados no tratamento, sendo os principais coagulantes aplicados: sulfato de alumínio, policloreto de alumínio, sulfato férrico, sulfato ferroso clorado e cloreto férrico (CUNHA *et al.*, 2019).

Ao final do tratamento da água, é gerada grande quantidade de resíduo, conhecido como lodo de Estação de Tratamento de Água (LETA), que é constituído por uma massa de partículas orgânicas e inorgânicas, densa e viscosa, apresenta hidróxidos de alumínio, partículas como silte e argila, coloides coloridos e microrganismos como o plâncton (MOREIRA *et al.*, 2017).

O lodo de ETA (LETA) é classificado como um resíduo sólido classe II A – não perigoso e não inerte e, deve ser tratado e destinado de maneira ambientalmente correta, conforme a Lei 12.305, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, priorizando a possibilidade de redução, reuso e reciclagem (BRASIL, 2010).

A respeito da disposição final deste resíduo, grande parte das ETAs contrariam a legislação e lançam seus resíduos nos mananciais de captação da água, armazenam em leiras em áreas na própria ETA ou fazem o tratamento em conjunto com o lodo proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) (ALMEIDA NETO *et al.*, 2016; CUNHA *et al.*, 2019; BITENCOURT *et al.*, 2020). A disposição inadequada, pode ocasionar o aumento da concentração de metais, como alumínio (Al) e ferro (Fe); aumentar a quantidade de sólidos provendo o assoreamento dos mananciais, que conseqüentemente altera a turbidez e cor,

dentre outros aspectos (CUNHA *et al.*, 2019; LUCON *et al.*, 2017).

Nesse contexto, são requeridas alternativas ambientalmente seguras para a destinação e/ou reutilização do LETA. A aplicação em solos agricultáveis pode ser uma opção interessante, pois o LETA não apresenta patógenos na sua composição, diferente do lodo de ETE (LUCON *et al.*, 2017). No entanto, o mesmo não pode ser aplicado na sua forma *in natura*, devido a textura pastosa que ocasiona a compactação do solo (BITENCOURT *et al.*, 2020).

A compostagem vem como alternativa econômica e ambientalmente segura para a estabilização de resíduos orgânicos industriais e de estações de tratamento, possibilitando o aproveitamento agrônomico desses resíduos (PAREDES FILHO, 2011). Para tanto, o enriquecimento do LETA associado aos subprodutos ou resíduos da indústria canavieira, como a vinhaça e o bagaço de cana de açúcar, constituem uma alternativa de matéria prima de um composto orgânico. Desse modo, a presente pesquisa objetivou avaliar o potencial de reutilização do lodo de ETA agregado ao bagaço e vinhaça na formulação de um composto orgânico e verificar o crescimento de milho, para a identificação de uma dose segura que não interfira na performance das plantas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do LETA foi feita na ETA – Capim Fino no município de Piracicaba - SP, localizada na saída 27 da rodovia Fausto Santo Mauro – SP 127, que liga Piracicaba a Rio Claro, São Paulo, Brasil. A vinhaça foi coletada na usina Iracema do grupo de usinas São Martinho, no município de Iracemápolis, sendo realizada na saída da dorna de fermentação e o bagaço triturado de cana-de-açúcar foi cedido pelo Laboratório de Radiobiologia e Ambiente do CENA/USP, foram secos ao ar livre, peneirados em peneira de malha de 50 mm e armazenadas em latão de aço hermeticamente fechado. Os materiais foram armazenados a 4° C até a utilização.

O LETA foi analisado pelo método de fertilidade conforme a metodologia descrita no manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos IN 28 SP-5189-6 (BRASIL, 2013) (Tabela 1).

pH	CE	Densidade	Umidade total		
CaCl ₂	ds.m ⁻¹	(g cm ⁻³)	(%)		
7,0	2,0	1,0	79,42		
Matéria orgânica (%)					
Compostável		Resistente compostagem		Total	
17,51		5,94		23,46	
Carbono (%)		Nitrogênio (%)		Relação	CTC
total	orgânico	total		C/N	mmolc.Kg ⁻¹
13,03	9,74	1,23		8:1	310
Macronutrientes totais (%)					
P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Ca	Mg	S	
0,82	0,27	1,97	0,5	0,23	
Micronutrientes totais (mg/kg)					
Cu	Al	Zn	Fe	B	Na
23	55575	110	39941	5,0	572

Tabela 1. Caracterização do lodo gerado na Estação de Tratamento de Água - Capim Fino, Piracicaba - SP.

pH = potencial hidrogeniônico; CE = condutividade elétrica; CTC = capacidade de troca catiônica; P = fósforo disponível extraído por Melich-1; K= potássio; Ca= cálcio; Fe= ferro; Mg = magnésio; S = enxofre; Cu = cobre; ; Mn = manganês; Al = alumínio; Zn = zinco; Fe= ferro; B = boro; Na = sódio.

Foi elaborada uma mistura utilizando a proporção de 1:2 (LETA/Bagaço). A relação foi feita com base na matéria seca de lodo e bagaço, a umidade foi corrigida com a adição de vinhaça para 60%. O composto foi inoculado com *Pleurotus sajor-caju* CCB020 de acordo com a metodologia de Bononi *et al.* (1995) e compostada por 60 dias a 28°C, conforme realizado por Bitencourt *et al.* (2020).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições. No momento da instalação do experimento (tempo zero) e no final da compostagem (60 dias), foram retiradas amostras para a avaliação dos parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH) em CaCl₂; condutividade elétrica (CE) e relação C/N (carbono/nitrogênio) conforme recomendações de Kiehl (2012). Análises pseudo-totais de alumínio (Al) e ferro (Fe) foram realizadas em ICP-OES no Laboratório de Análises Ambientais do Departamento de Ciência do Solos da ESALQ/USP utilizando o método 3051a SW-846 (USEPA, 2007).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey (p<0,05) utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

Amostras de solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013), foi coletado na camada de 0-30 cm, em uma área do campo experimental da Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP). O solo foi seco ao ar livre, seguido de peneiramento manual, utilizando uma peneira de malha 5 mm. O solo foi analisado quantos aos atributos químicos pelo laboratório Pirasolo (Tabela 2).

pH	MO	P	CTC	SB	SAI
CaCl ₂	g/kg	g/kg	mmol _c dm ⁻³	(V%)	(m%)
4,3	7,0	0,008	41,0	16	43
H+Al	Al	K	Ca	Mg	
----- mmol _c dm ⁻³ -----					
34,0	5,0	0,6	5,0	1,0	
S (SO₄)	Cu	Fe	Zn	Mn	B
----- mg/kg -----					
25	0,1	3,0	0,2	2,2	0,14

Tabela 2. Atributos químicos do solo coletado na Esalq/USP, Piracicaba-SP.

pH = potencial hidrogeniônico; MO = matéria orgânica; P = fósforo; CTC = capacidade de troca catiônica; SB = saturação de bases; SAI = saturação alumínio; H+Al = acidez trocável; Al = alumínio; K= potássio; Ca= cálcio; Mg = magnésio; S = enxofre; Cu = cobre; ; Fe= ferro; Zn = zinco; Mn = manganês; B = boro.

A acidez do solo foi corrigida pelo método da elevação da saturação por bases para 70%, de acordo com as recomendações de Raij *et al.* (1996), utilizando-se carbonato de cálcio (reagente analítico) com corretivo de acidez.

O composto a base de LETA foi incorporado ao solo nas doses de 0; 1; 10 e 100 de composto/solo (g kg⁻¹) na base seca, em vasos com capacidade de 2 kg. O controle representa as condições ideais de desenvolvimento das plântulas e, portanto, considerada como crescimento 100%, sendo fundamental para a quantificação dos efeitos tóxicos. Foram semeadas 10 sementes de *Z. mays* híbrido 2B433Hx da Dow Agrosociences em cada vaso. A porcentagem e o índice de velocidade de emergência foram avaliados por meio da contagem diária das sementes germinadas durante os sete primeiros dias de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009a). Após esse período, foi realizado o desbaste de todos os tratamentos, de forma aleatória, mantendo cinco plântulas em cada vaso.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Utilizou-se quatro doses do composto a base de LETA, em cada vaso foram mantidas cinco plantas, totalizando 80 unidades experimentais.

O experimento foi realizado com base na norma ISO 11269-2 (2014) em casa de

vegetação com temperatura aproximada de 30°C, a umidade do solo foi mantida em 50% da capacidade de retenção de água, por meio da pesagem dos vasos e adição de água conforme metodologia descrita na norma ISO 1169-1 (1993).

Após 14 dias da realização do desbaste, totalizando 21 dias da semeadura, as plantas foram removidas dos vasos, lavadas em água e avaliados os seguintes parâmetros: comprimento e biomassa seca das raízes e parte aérea. Para a obtenção do comprimento foi utilizada uma régua milimetrada e para a massa seca, as raízes e a parte aérea foram separadas e secas em estufa de aeração forçada a 60°C por 16 horas e, pesadas em balança analítica.

A quantificação pseudo-totais de Al e Fe foi realizada no Laboratório de Análises Ambientais do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, utilizando peróxido de hidrogênio e ácido nítrico na proporção de 1:1 com digestão em micro-ondas e detecção em ICP-OES Thermo Scientific, modelo iCAP 6300 Duo, conforme metodologia de Araujo *et al.* (2002).

Os dados foram submetidos a análise de variância (teste F) e regressão polinomial utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados antes e após a compostagem servem para avaliar a eficácia do processo. Houve diferença significativa do pH e da CE no composto, no momento da implantação (tempo zero) e após 60 dias de compostagem (Tabela 3).

ANOVA (Teste F)				
FV	GL	pH	CE	C/N
Tempo	1	186,05*	8,94*	3,71
Erro	4			

Teste de Tukey			
Tempo	pH	CE	C/N
0	4,23 b	697,00 b	28,29 a
60	6,26 a	1029,66 a	17,85 a

Tabela 3. Resumo da análise de variância (teste F) e teste de comparação de médias (teste de Tukey) para potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) em $\mu\text{S cm}^{-1}$ e relação C/N (carbono/nitrogênio) no composto antes (Tempo zero) e após a compostagem (Tempo 60 dias).

*significativo ($p < 0,05$) FV= Fontes de variação; GL= Grau de Liberdade; CV= coeficiente de variação. Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O aumento do pH e da CE após 60 dias de compostagem são decorrentes do aumento das concentrações de elementos químicos oriundos da composição do LETA. Valores de pH acima de 6,0, indicam que o composto atingiu o estágio de maturação (KIEHL, 2012). De acordo com a instrução normativa nº 25, de 23 de julho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o pH mínimo para a comercialização de composto orgânico no Brasil é 6,0. Deste modo, o composto a base de LETA, atende tal legislação (BRASIL, 2009b).

A CE está relacionada com a quantidade de sais dissolvidos em solução, que são os cátions Ca^{2+} , Na^{2+} e Mg^{2+} . Valores acima de $1,10 \text{ mS cm}^{-1}$ pode interferir no crescimento e produtividade de plantas sensíveis a salinidade, sendo considerado um fator de estresse (KIEHL, 2012).

A quantidade de cada resíduo foi determinada buscando-se atender a relação C/N de 28:1, conforme recomendado por Kiehl (2012). Após 60 dias, a relação C/N reduziu para 17,85. De acordo com a instrução normativa nº 25 (BRASIL, 2009b), o valor máximo aceitável da relação C/N é de 20:1. Sendo assim, o composto produzido está apto a ser utilizado na agricultura.

A análise química de Al e Fe no composto após 60 dias, revelou a redução de 54,9% de Al e 36,47% de Fe. Esses resultados, evidenciam que a compostagem com *P. sajor-caju* foi eficiente na redução da concentração dos elementos químicos considerados limitantes para o uso do LETA em solos (Tabela 4).

Elementos químicos	Compostagem	
	0	60
	mg kg ⁻¹	
Alumínio	28077,57	12646,29
Ferro	12058,85	7660,73

Tabela 4. Concentração de alumínio (Al) e ferro (Fe) em mg kg⁻¹ no composto a base de lodo gerado em Estação de Tratamento de Água (LETA), antes (tempo zero) e após (60 dias) da compostagem com *Pleurotus sajor-caju*.

A incorporação do composto a base de LETA nas diferentes doses apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) nas variáveis: índice de velocidade de emergência (IVE); crescimento de parte aérea (CPA) e de raiz (CR). O IVE apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) somente na dose de 100 g kg^{-1} que reduziu a velocidade em 70% em comparação com o controle. Além disso, a mesma dose, ocasionou a redução significativa ($p < 0,05$) do comprimento da parte aérea (caule + folhas) em 21,44% e, aumentou o comprimento de raiz (CR) em 26,96% em relação a dose controle. Em contrapartida, não apresentou diferença estatística para massa seca de parte aérea (MSPA) e das raízes

(MSR) (Tabela 5).

LETA	PE	IVE	CPA	CR	MSPA	MSR
g kg ⁻¹	%	PE/dias	cm	cm	g	g
0	82,50 a	6,52 a	40,47 a	38,12 b	1,62 a	0,73 a
1,0	92,50 a	5,55 a	42,08 a	38,62 b	1,86 a	0,82 a
10	95,00 a	7,45 a	41,32 a	40,85 b	2,30 a	0,87 a
100	77,50 a	1,92 b	31,79 b	48,40 a	1,63 a	0,82 a

Tabela 5. Teste de comparação de médias para porcentagem de germinação (PE), índice de velocidade de emergência (IVE) comprimento da parte aérea (CPA) e de raiz (CR), massa seca da parte aérea (CPA) e de raiz (MSR) submetidas a quatro doses de lodo gerado em Estação de Tratamento de Água (LETA).

Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados evidenciam o potencial de reutilização do composto a base de LETA. A aplicação até a dose de 10 g kg⁻¹ não interferiu no comportamento das variáveis avaliadas. Exceto na dose de 100 g kg⁻¹ que reduziu a velocidade de emergência das plantas e o crescimento de parte aérea, fato esse, que precisa ser melhor investigado para a recomendação dessa dosagem.

Outros trabalhos testaram a reutilização do LETA na agricultura. A incorporação *in natura* do LETA e, em conjunto com o lodo de ETE foi avaliada no crescimento em plantas de milho. Não foram verificadas diferenças significativas para o uso do LETA com o objetivo de fertilidade de solo (BITTENCOURT *et al.*, 2012). Um experimento similar foi realizado por Ferreira *et al.* (2017) que utilizou LETA como adubo no solo e não verificou diferenças significativas no desenvolvimento do capim Tifton. Diante das exposições acima, o uso do LETA em seu estado *in natura* não é recomendada. Nesse contexto, salienta-se o uso de outros materiais na melhoria da estruturação e fertilidade do LETA (BITTENCOURT *et al.*, 2020)

O uso do LETA oriundo da mesma ETA dessa pesquisa, foi utilizado agregado ao substrato comercial e, notou-se melhorias no crescimento das plantas quando utilizada a concentração de 50% de LETA (MESSIAS, 2013). Os resultados sugerem que o substrato comercial apresenta material estruturante na sua composição, e assim, evitou a compactação do solo, fato esse, já relatado anteriormente por Ferreira *et al.* (2017) que é um fator limitante ao uso do lodo na forma *in natura*.

Em um estudo similar, Souza (2014) elaborou uma mistura de LETA tratado em condições laboratoriais por 15 dias com *P. sajor-caju* e, aplicou incorporado ao substrato comercial no cultivo de plantas de milho e girassol. Os resultados inferiram melhorias na

performance das plantas.

Outro estudo foi realizado por Bitencourt *et al.* (2020), testou diferentes composições de compostos a base de LETA e, realizou a compostagem por 20 e 60 dias utilizando duas espécies de fungos (*P. sajor-caju* e *P. ostreatus*). Os compostos foram aplicados ao solo e avaliou o crescimento de plantas de milho e feijão guandu. Os diferentes compostos, não interferiram no crescimento de milho. Entretanto, resultados diferentes foram observados em feijão guandu, as melhores respostas foram verificadas nas misturas compostadas por 60 dias com ambas as espécies de fungos.

A toxicidade do composto depende da dose e composição química no qual as plantas são expostas. A interferência das substâncias afeta inicialmente a germinação e, posteriormente o crescimento e desenvolvimento das raízes. As raízes desempenham funções de sustentação, absorção de água e nutrientes, por esse motivo, os poluentes, elementos químicos e agrotóxicos são também absorvidos e, dependendo da concentração podem afetar o desenvolvimento das plantas (MATA *et al.*, 2011).

A presença de Al e Fe no composto são provenientes dos coagulantes utilizados no tratamento da água, podendo ser, o sulfato de alumínio, policloreto de alumínio, sulfato férrico, sulfato ferroso clorado e cloreto férrico, que são sedimentados na lagoa de decantação, formando o LETA.

Não foram observadas diferenças significativas na concentração de Al e Fe nas diferentes doses aplicadas do composto a base de LETA nos órgãos vegetais. Entretanto, quando avaliados separadamente, o maior acúmulo de Al e Fe foi na raiz das plantas (significativo $p < 0,05$) (Tabela 6).

LETA	Parte aérea		Raiz	
	Al	Fe	Al	Fe
g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹	
0	528,59 aB	536,79 aA	10266,62 aA	8623,42 aB
1,0	966,93 aB	923,61 aB	13863,35 aA	12010,61 aA
10	2257,02 aB	1436,27 aB	9886,07 aA	9006,71 aA
100	1426,02 aB	2242,69 aB	8242,22 aA	7386,98 aA

Tabela 6. Teste de comparação de médias para concentração de alumínio (Al) e ferro (Fe) (mg kg⁻¹) nos diferentes órgãos vegetais (raiz e parte aérea) submetidas a quatro doses de lodo de gerado em Estação de Tratamento de Água (LETA).

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A redução no comprimento de parte aérea e o aumento no crescimento das raízes das plantas podem ser indicativos de estresse. A toxicidade ao Al é citada em condições de

pH abaixo de 5,5 devido a solubilidade dos íons Al^{3+} em meio ácido, o que não representa as condições utilizadas no experimento, o pH foi mantido dentro da neutralidade. De acordo com Bitencourt *et al.* (2011), o sintoma mais evidente da toxicidade ao Al é a redução no comprimento e engrossamento das raízes em plantas sensíveis. No entanto, foi observado o contrário.

A concentração absorvida e a translocação nas plantas, depende da quantidade do elemento químico e, também da disponibilidade no solo, fato esse, relacionado principalmente ao pH. Quando realizada a comparação da dose de 100 g kg^{-1} com o controle (0 g kg^{-1}), observou o aumento de 169% de Al na parte aérea das plantas de milho e, redução de 19,71% nas raízes. Com relação ao acúmulo de Fe, verificou o aumento de 317% na parte aérea e diminuição de 14% nas raízes (Tabela 6). Esses resultados, podem justificar a redução da parte aérea das plantas na dose de 100 g.kg^{-1} que apresentou os maiores teores de metais pesados e, conseqüentemente, o aumento do crescimento das raízes. O acúmulo na parte aérea, pode sugerir que a espécie realizou alterações fisiológicas e estratégias de tolerância a metais pesados, que pode ser a translocação e o acúmulo de metais pesados nos tecidos aéreos. Além disso, não podemos destacar a hipótese de deficiência nutricional provocada pelo desbalanço dos nutrientes em função do excesso de Al e Fe.

Algumas espécies possuem a capacidade de tolerar altas concentrações de metais pesados, devido a sua complexação com ácidos orgânicos exsudados pelo sistema radicular e promover adequações as condições físico-químicas adversas, minimizando os problemas causados. Além de, apresentarem a capacidade de fitorremediação (SOUZA *et al.*, 2015).

O LETA é uma matéria-prima interessante para compor compostos orgânicos, no caso, associado ao bagaço e vinhaça, apresentou potencial de uso. Os resultados, sugeriram a aplicação segura desse composto em solo até a dose de 10 g kg^{-1} . A dose acima desta, de 100 g kg^{-1} , precisa ser melhor monitorada, pois, as plantas apresentaram redução no crescimento aéreo, que podem ser oriundos de deficiência nutricional ou pela fitoextração de Al e Fe.

4 | CONCLUSÃO

O composto a base de lodo gerado em Estação de Tratamento de Água, produzido ao final da compostagem, mostrou-se de qualidade considerando os parâmetros pH, CE e relação C/N, dentro dos requisitos da instrução normativa nº 25/2009 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

A compostagem realizada com *P. sajor-caju* ao final de 60 dias, foi eficiente na redução de 54,96% de Al e 36,47% de Fe.

A aplicação da dose 100 g kg^{-1} de composto, promoveu o aumento do comprimento

das raízes de 26,96%, entretanto, reduziu em 70% a velocidade de emergência das plântulas e 21,44% o crescimento de parte aérea das plantas de milho. Além disso, observou o maior acúmulo de Al de Fe na parte aérea das plantas em comparação ao controle.

Para o uso seguro, recomendamos a dose de 10 g.kg⁻¹ do composto de lodo de ETA.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, G.C.L.; GONZALEZ, M.H.; FERREIRA, A.G.; NOGUEIRA, A.R.A.; NOBREGA, J.A. Effect of acid concentration on closed-vessel microwave-assisted digestion of plant materials. **Spectrochimica Acta Part B- Atomic Spectroscopy**, Oxford, v. 57, p. 2121-2132, 2002.

BITTENCOURT, S.; SERRAT, B.M.; AISSE, M.M.; MARIN, L.M.K.de S.; SIMÃO, C.C. Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v.17, n.3, p. 315-324, 2012.

BITENCOURT, G.A.; CHIARI, L.; LAURA, V.A.; VALLE, C.; JANK, L.; MORO, J.R. Aluminum tolerance on genotypes of signal Grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p. 245-250, 2011.

BITENCOURT, G.A.; SOUZA, G. de.; FRAZÃO, J.J.; APOLARI, J.P.A.; MONTEIRO, R.T.R. Uso do lodo de ETA no crescimento de feijão guandu e milheto. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n.20, v.1, p.10-16, 2020.

BONONI, V.L.R.; CAPELARI, M.; MAZIERO, R.; TRUFEM, S.F. (Ed.) **Cultivo de cogumelos comestíveis**. São Paulo: Ícone, 1995. 209 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Divisão de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, p 365, 2009a.

BRASIL. **Instrução normativa n. 25, de 23 de julho de 2009**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 Jul. Seção I, 2009b.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Dispõe sobre a política nacional de resíduos sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 ago, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos**. Brasília, DF, 2013.

CUNHA, G.D. da.; LIMA, J.A.V.; STACIHW, R.; TRONCO, K.M. de. Q. Caracterização e destinação ambientalmente corretas do lodo gerado pelas estações de tratamento de água. **Nature and conservation**, v.12 - n.2, p. 19-30, 2019.

FERREIRA, A.C. de. S.; SILVA, J.B.G.; PEREIRA, R.de. O.; OLIVEIRA, A.P.de.S. Avaliação do desenvolvimento do capim Tifton cultivado em latossolo adubado com lodo de ETA. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 07, n. 01, p. 64-83, 2017.

FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

KIEHL, R.J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. 6. ed. Piracicaba: O autor, 2012. 171 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11269-1**: Soil quality - Determination of the effects of pollutants on soil flora - Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth. Geneva, 1993.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1269:2**. Qualidade do solo – determinação dos efeitos de poluentes na flora terrestre. 2. ed. Rio de Janeiro, 2014. 23 p.

LUCON, I.M.; BERTON, R.S.; COSCIONE, A.R. Adsorção de fósforo em latossolo tratado com lodo de estação de tratamento de água. **Revista AIDIS de Ingeniería y ciencia ambientales: investigación, desarrollo y práctica**, v. 10, n. 3, p. 317-326, 2017.

MOREIRA, V.T.G.; PAIVA, G.S.de.; SOARES, A.F.S. Lodo de estação de tratamento de água (LETA): resíduo ou insumo?. **Revista Petra**, v.3, n.1, p. 17-37, 2017.

PAREDES FILHO, M.V. Compostagem de lodo de esgoto para uso agrícola. **Revista Agrogeoambiental**, v.3, n.3, p. 73- 80, 2011.

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SOUZA, G. de. **Produção, extração e estabilidade de enzimas lignocelulolíticas para uso em degradação de compostos poluentes**. 2012. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

SOUZA, L.C. de.; MELO, N.C.; SIQUEIRA, J.A.M.; SILVA, V.F.A.; OLIVEIRA NETO, C.F. de. Comportamento bioquímico no milho submetido ao déficit hídrico e a diferentes concentrações de sílicio. **Revista Agrarian**, v.8, n.29, p.260-267, 2015.

MATA, JF, PEREIRA, JCS, CHAGAS, JFR, VIEIRA, LM. Germinação e emergência de milho híbrido sob doses de esterco bovino. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v.6, n.12, p. 31-40, 2011.

MESSIAS, T.G. **Avaliação ecotoxicológica de lodo gerado por estação de tratamento de água**. 2013. 163 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

PAREDES FILHO, M.V. Compostagem de lodo de esgoto para uso agrícola. **Revista Agrogeoambiental**, v.3, n.3, p. 73- 80, 2011.

USEPA. **Method 3051a** – Microwave assisted digestion of sediments, sludges, soils and oils. Washington, DC, 2007. (SW-846).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ações socioambientais 178, 180, 273
Adsorventes 285, 287, 288, 321, 323
Agencia Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia 310
Agricultura biológica 28
Atropelamento 351, 353, 355, 356, 358, 359, 360

B

Bioteχνologias da reprodução 362, 363

C

Cenário ambiental 130
Cenário econômico 13, 14, 25, 26
Cobertura vegetal 190, 195, 246, 256
Companhia Siderúrgica Nacional 340
Conferência das Nações Unidas 146, 161, 169, 232, 244
Conservação da natureza 37, 45, 47, 48, 166

D

Desenvolvimento rural 62, 63, 372
Desmatamento 16, 67, 109, 116, 117, 143, 269, 351
Diálogo acadêmico 14
Doenças 15, 68, 87, 89, 100, 106, 122, 130, 137, 138, 141, 153, 154, 191, 267, 309

E

Ecossistemas 42, 91, 106, 150, 162, 183, 185, 259, 261, 269, 288, 346
Ecossistemas oceânicos 259, 261
Empresas multinacionais 5, 340
Equidade social 28, 30, 31, 33, 35, 42, 43
Escola pública 73, 75, 87, 101, 102, 106, 107, 118, 121, 122, 124, 126, 137
Espaços universitários 210
Estação de tratamento de água 296, 297, 299, 302, 303, 304, 305, 307
Estruturas metalorgânicas 318, 320, 321, 328
Êxodo rural 1, 9, 11

F

Força Aérea Brasileira 273, 274, 283

H

Herbicidas 308, 310, 312, 313, 316, 317

I

Indicadores estratégicos 177, 178

J

Jogo de caça-tesouro 50

M

Matriz energética 331, 332, 333, 334, 335, 337, 340

Matriz qualitativa de interações de Leopold 210

Medicamentos 182, 235, 243, 318, 319, 320

Morfometria dos ovários 361, 363, 367

O

Objetivos do desenvolvimento sustentável 38, 42, 332, 333, 335

P

Padrões ambientais 197, 200

Parque Estadual do Mirador 183, 185, 186, 187, 189, 191

Plantio do eucalipto 1

Poder Judiciário 177, 178

Poder público 106, 150, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 168, 169, 199, 260

Políticas públicas 150, 151, 158, 159, 161, 164, 168, 170, 242, 256, 265, 266, 269, 271, 332, 343, 347, 372

Poluições 147

Potabilização da água 296

Projetos ambientais 11, 73, 75, 79, 80, 84

R

Recursos endógenos 37, 40, 47, 48, 49

Reeducação cultural 145

Resíduos de serviços de saúde 231, 233, 235, 237, 240, 243, 244, 245

Rio Casca 246, 247, 248, 250, 251, 253, 254, 255, 256

S

Saúde pública 87, 89, 91, 92, 99, 111, 239, 242, 245, 261

Secretaria de Meio Ambiente 200, 207

T


Técnico em agroecologia 62, 66, 67, 68, 69, 70

Tecnologias da informação 51

Tratamento de águas 285


Turismo 47, 259, 260, 265, 266, 269, 271, 272, 351

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 3

www.arenaeditora.com.br 

contato@arenaeditora.com.br 

[@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora) 

www.facebook.com/arenaeditora.com.br 