

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

**Kristian Andrade Paz de la Torre  
(Organizador)**



# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

**Kristian Andrade Paz de la Torre  
(Organizador)**



### **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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional 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. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> 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/UFPA  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>a</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>a</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>a</sup> 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

## Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais 2

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Kristian Andrade Paz de la Torre

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

D451 Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais 2 / Organizador Kristian Andrade Paz de la Torre. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-969-1

DOI 10.22533/at.ed.691211304

1. Ciências ambientais. 2. Sustentabilidade. I. Torre, Kristian Andrade Paz de la (Organizador). II. 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

## 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

A coleção “Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais” é uma obra que tem, como foco principal, a discussão científica, por meio dos diversos trabalhos que compõem seus capítulos. O volume 2, focado em tecnologias de melhoria ambiental, abordará, de forma categorizada e multidisciplinar, trabalhos, pesquisas, relatos de casos e revisões que apresentam técnicas de intervenção que resultam em melhorias ambientais.

O objetivo central foi apresentar, de forma organizada e clara, estudos realizados em diversas instituições de ensino e pesquisa. Em todos esses trabalhos, o fio condutor foi o aspecto relacionado ao desenvolvimento sustentável, em suas dimensões social, econômica e, com maior destaque, ambiental; na qual englobaram-se as esferas do solo, água, ar, seres vivos e transmissão dos conhecimentos associados a tais assuntos. Com isso, configura-se uma discussão de enorme relevância, dado que os desequilíbrios ambientais têm sido um problema há muitos anos, o que demanda ações adequadas para a correta compreensão das questões ambientais.

Assuntos diversos e interessantes são, dessa forma, abordados aqui, com o intuito de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, professores e demais pessoas que, de alguma forma, interessam-se pelo desenvolvimento sustentável. É válido ressaltar, ainda, que possuir um material que agrupe dados sobre tantas faces desse conceito é muito importante, por constituir uma completa descrição de um tema tão atual e de interesse direto da sociedade.

Desse modo, a obra apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos autores, que arduamente elaboraram seus trabalhos e aqui os apresentam de maneira concisa e didática. Sabe-se o quão importante é a divulgação científica e, por isso, evidencia-se aqui também a estrutura da Atena Editora, capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para que esses pesquisadores exponham e divulguem seus resultados.

Kristian Andrade Paz de la Torre

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

TRATAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DE DIFERENTES ORIGENS PELO PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM LARGA ESCALA

Fulvio Cavalheri Parajara

Luiz Mauro Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.6912113041**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

SUSTENTABILIDADE NO DESCARTE DE MEDICAMENTOS E RESÍDUOS FARMACÊUTICOS

Sabina Maria da Silva Batista

Daniel Gustavo Luiz Felício

Francisco Angelim de Sousa

Jales Cavalcante de Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.6912113042**

### **CAPÍTULO 3..... 18**

CROMATOGRAFIA CONFIRMA VIABILIDADE ECONÔMICA DA EXPLORAÇÃO DE BIOGAS GERADAS NO ATERRO SANITÁRIO DE PALMAS TO

João Evangelista Marques Soares

Marcel Sousa Marques

Marcelo Mendes Pedroza

Aurélio Pêssoa Picanço

Antonio Adeluzio Gomes de Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.6912113043**

### **CAPÍTULO 4..... 25**

GERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DA LIBERAÇÃO DE GASES DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Bruno Martins Ferreira

Cesar Tatari

Felipe Batista Amaral

Gustavo Gonçalves Evangelista

**DOI 10.22533/at.ed.6912113044**

### **CAPÍTULO 5..... 35**

SEMENTES DE AÇÁI: ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DOS IMPACTOS PRODUZIDOS PELA UTILIZAÇÃO DE LENHAS EM PIZZARIAS

Celso Boulhosa Mendes Neto

Leon Gabriel Brasil Costa

Rebeca Izabela Fernandes Noronha

Stefany Monteiro Lucena

**DOI 10.22533/at.ed.6912113045**

### **CAPÍTULO 6..... 44**

AValiação DA EFICIÊNCIA DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO POR

## RESÍDUOS SÓLIDOS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS

Amanda Silva Nunes

Ricardo Nagamine Costanzi

**DOI 10.22533/at.ed.6912113046**

## **CAPÍTULO 7.....52**

### CHEMICAL COMPOSITION OF WASTES FROM OLIVE OIL INDUSTRY AND ITS UTILIZATION IN ANIMAL FEEDING

Carolina Oreques de Oliveira

Fernanda Medeiros Gonçalves

Denise Calisto Bongalharo

Júlia Nobre Parada Castro

Leonel dos Santos Guido

**DOI 10.22533/at.ed.6912113047**

## **CAPÍTULO 8.....62**

### APLICAÇÃO DE FUNGOS NA BIORREMEDIAÇÃO DE RESÍDUOS LÁCTICOS: UMA MINI REVISÃO

Nayara Lizandra Leal Cardoso

Felipe Ferreira Silva

Júlia Antunes Tavares Ribeiro

Raquel Valinhas e Valinhas

Wanderson Duarte Penido

Anna Kelly Moura Silva

Daniel Bonoto Gonçalves

**DOI 10.22533/at.ed.6912113048**

## **CAPÍTULO 9.....72**

### FORRO MODULAR TERMOACÚSTICO CONFECCIONADO A PARTIR DE PAPEL KRAFT RECICLADO E FIBRA DE MADEIRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Beatriz Silva de Oliveira

Ricardo Ramos da Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.6912113049**

## **CAPÍTULO 10.....89**

### TÉCNICAS PARA EVITAR A DERIVA E VOLATILIZAÇÃO DE HERBICIDAS

Dilma Francisca de Paula

Kassio Ferreira Mendes

Maura Gabriela da Silva Brochado

Ana Flávia Souza Laube

Levi Andres Bonilla Rave

**DOI 10.22533/at.ed.69121130410**

## **CAPÍTULO 11.....117**

### EFEITOS DOS INSETICIDAS METOMIL E CIPERMETRINA SOBRE O SISTEMA REPRODUTOR E A AÇÃO PROTETORA DA MELATONINA

Ketsia Sabrina do Nascimento Marinho

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Valéria Wanderley Teixeira  
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira  
Katharine Raquel Pereira dos Santos  
Cristiano Aparecido Chagas  
Ilka Dayane Duarte de Sousa Coelho  
Clovis José Cavalcanti Lapa Neto  
Laís Caroline da Silva Santos

**DOI 10.22533/at.ed.69121130411**

**CAPÍTULO 12..... 129**

**APLICAÇÃO DA MADEIRA DE CULTURAS FLORESTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Fernando Nunes Cavalheiro  
Giovani Richard Pitilin  
Lara Victoria Meotti de Souza  
Gustavo Savaris  
Reinaldo Aparecido Bariccatti

**DOI 10.22533/at.ed.69121130412**

**CAPÍTULO 13..... 135**

**PLANTAS MEDICINAIS DO SEMIÁRIDO SERGIPANO: USOS E INDICAÇÕES**

Heloísa Thaís Rodrigues de Souza  
Douglas Vieira Gois  
Wandison Silva Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.69121130413**

**CAPÍTULO 14..... 148**

**SEMENTES DA AGROBIODIVERSIDADE: REGISTRO DAS VARIEDADES LOCAIS CULTIVADAS PELOS AGRICULTORES FAMILIARES DA COSTA DO PESQUEIRO, MANACAPURU/AM**

Suzy Cristina Pedroza da Silva  
Cloves Farias Pereira  
Jozane Lima Santiago  
Henrique dos Santos Pereira  
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe  
Ademar Roberto Martins de Vasconcelos  
Selton Machado Silva  
Márcia Cristina Rodrigues Silva  
Gislany Mendonça de Sena  
Ane Karoline Rosas Brito  
Nayara Mariana da Silva Machado  
Janderlin Patrick Rodrigues Carneiro

**DOI 10.22533/at.ed.69121130414**

**CAPÍTULO 15..... 160**

**ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA PARA RESTAURAÇÃO AMBIENTAL, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL (BAHIA, BRASIL)**

Wilma Santos Silva

Maria Dolores Ribeiro Orge  
José Antonio da Silva Dantas  
Mara Rojane Barros de Matos  
Ludmilla de Santana Luz

**DOI 10.22533/at.ed.69121130415**

**CAPÍTULO 16..... 177**

**AQUICULTURA COMO ALTERNATIVA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS LAGOSTAS PALINURIDAE LATREILLE, 1802, NO BRASIL: REVISÃO E CONSIDERAÇÕES**

André Prata Santiago  
Janaína de Araújo Sousa Santiago  
Luiz Gonzaga Alves dos Santos Filho  
George Satander Sá Freire

**DOI 10.22533/at.ed.69121130416**

**CAPÍTULO 17..... 204**

**AQUAPONICS BY (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) NFT AS A PROFITABLE OPTION FOR THE CULTIVATION OF TILAPIA *Oreochromis niloticus* AND SWEET CUCUMBER *Solanum muricatum***

Lucy Goretti Huallpa Quispe  
Isabel del Carmen Espinoza Reynoso  
Mario Román Flores Roque  
Lucilda Stefani Herrera Maquera  
Brígida Dionicia Huallpa Quispe  
Alfredo Maquera Maquera  
Giovanna Verónica Guevara Cancho  
Walter Merma Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.69121130417**

**CAPÍTULO 18..... 218**

**RESULTADOS PARCIAIS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE UMA PESQUISA SOBRE O PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL E SOBRE APLICATIVO DE GESTÃO AMBIENTAL – SUA UTILIZAÇÃO NO TRIBUNAL REGIONAL DO TRABALHO DE ALAGOAS**

Emanoel Ferdinando da Rocha Junior  
Cicera Maria Alencar do Nascimento  
Adriana dos Santos Franco  
Thiago José Matos Rocha  
Adriane Borges Cabral

**DOI 10.22533/at.ed.69121130418**

**CAPÍTULO 19..... 229**

**OBSTRUÇÃO POR CORPO ESTRANHO EM INGLÚVIO DE CALOPSITA (*Nymphicus hollandicus*) – RELATO DE CASO**

Diogo Joffily  
Giovanna Medeiros Guimarães  
Jéssica Rodrigues Assis de Oliveira  
Tábata Torres Megda

Bianca Moreira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.69121130419

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>241</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>242</b>

# CAPÍTULO 1

## TRATAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DE DIFERENTES ORIGENS PELO PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM LARGA ESCALA

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/02/2021

### Fulvio Cavalheri Parajara

Pós-Graduação do Instituto de Botânica de São Paulo – Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente  
São Paulo – SP  
<http://lattes.cnpq.br/2238154422445460>

### Luiz Mauro Barbosa

Instituto de Botânica de São Paulo – Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente  
São Paulo – SP  
<http://lattes.cnpq.br/1855154159047375>

**RESUMO:** A utilização de resíduos orgânicos no processo de compostagem visando à produção de um composto orgânico de alta qualidade para a agricultura é a principal alternativa sustentável para o tratamento destes materiais, especialmente para resíduos oriundos de indústrias, que são gerados em grandes quantidades. Em virtude desta demanda, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do composto obtido, a partir de um processo de compostagem em escala industrial com uso do sistema de aeração forçada. O experimento foi implantado em 15 tratamentos e três repetições, utilizando como matéria prima diferentes composições com os resíduos de lodo de ETE de indústria de alimento, terra diatomácea do processo de filtragem da indústria de óleos vegetais, cinzas de biomassa de indústria de papel e celulose, sobras de alimentos e

alimentação de restaurantes industriais e, ainda, resíduos de verdes de áreas urbana. Durante a condução do processo, foi realizado o monitoramento diário da temperatura das leiras, como indicador do processo de compostagem. Os parâmetros avaliados para classificação dos compostos orgânicos obtidos em cada tratamento foram percentual de nitrogênio total, carbono orgânico, relação C/N, pH, capacidade de troca de cátions (CTC), relação CTC/C, CRA e umidade. Com base nos resultados alcançados, os compostos obtidos em todos os tratamentos puderam ser qualificados como condicionador de solos de qualidade para uso na agricultura, conforme exigência da atual legislação brasileira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade; reciclagem; compostagem; resíduos orgânicos.

### SUSTAINABLE TREATMENT OF SOLID ORGANIC WASTE FROM DIFFERENT ORIGINS THROUGH THE LARGE SCALE COMPOSTING PROCESS

**ABSTRACT:** The use of organic residues in the composting process aiming at the production of a high quality organic compost for agriculture is the main sustainable alternative for the treatment of these materials, especially for residues from industries, which are generated in large quantities. In view of this demand, the objective of this work was to evaluate the quality of the compost obtained, from an industrial scale composting process using the forced aeration system. The experiment carried out on an industrial scale by the forced aeration system, with 15 treatments and three replicates, using as raw material sludge

residues from food industries, diatomaceous earth from the filtration process of production of vegetable oils; ashes from biomass, leftovers from food preparation and feeding of industrial restaurants and pruning waste from trees and gardens. During the conduction of the process, the daily temperature monitoring of the logs was performed as an indicator of the composting process. The parameters evaluated for the classification of organic compounds were percentage of total nitrogen, organic carbon, C/N ratio, pH, cation-exchange capacity (CEC), CEC/C ratio, CRA e moisture. Based on the results obtained, the composts obtained in all treatments can be classified as soil conditioning.

**KEYWORDS:** Sustainability; recycling; composting; organic waste.

## 1 | INTRODUÇÃO

A quantidade de resíduos gerados em agroindústrias e indústrias de alimentos aumentaram significativamente na última década, devido ao crescimento da população e mudança no perfil de hábitos de consumo, onde as pessoas têm priorizado alimentos industrializados. Wei *et al.*, 2019 comentaram que isso levou à geração em massa de diversos tipos de resíduos orgânicos, como lodos de estação de tratamento de águas residuais e resíduos de processos produtivos industriais.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 2010), o processo de compostagem é considerado uma destinação final ambientalmente adequada para o tratamento e a reciclagem de resíduos orgânicos. Este processo é baseado em reações naturais de mineralização e humificação, que ocorrem durante a decomposição de matéria orgânica nos solos.

Para tanto, a compostagem industrial é realizada em larga escala com alto volume de matéria prima (resíduos), ou seja, trata-se de uma soma de processos metabólicos complexos, realizados por diferentes microrganismos que, na presença de oxigênio, usam o nitrogênio (N) e o carbono (C) disponíveis para produzir sua própria biomassa, gerando calor e um substrato sólido, com menos carbono e nitrogênio, entretanto mais estável, o que é chamado composto (Roman *et al.*, 2015).

Estrella-González *et al.* (2019) mostraram que não existem dois processos iguais de compostagem e que isso pode estar diretamente relacionado aos resíduos utilizados e seus perfis físico-químicos, relatando que não existe receita ou protocolo fixo para a prática de compostagem, mas que as diferentes situações e materiais utilizados devem ser controlados desde o início do processo.

O produto resultante é obtido pela ação de uma diversidade de populações microbianas em condições aeróbicas, que transformam biologicamente os resíduos orgânicos, gerando um produto estável chamado composto (Kiehl, 2012). Para controlar a qualidade dos produtos obtidos pelo processo de compostagem, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamentou as características ideais que o composto deve possuir para aplicação no solo em legislações específicas para cada tipo de produto.

Para testar a hipótese de viabilidade do tratamento por compostagem de cinco tipos distintos de resíduos de diferentes origens (lodo de ETE industrial; terra diatomácea de indústria de alimentos; cinzas de biomassa, restos do preparo de alimentos e alimentação; e, resíduos de podas urbana) e em concentrações variadas, este trabalho avaliou os parâmetros agrônômicos dos compostos produzidos com os parâmetros exigidos pelo MAPA, para o registro do produto como fertilizante orgânico composto ou condicionador de solos.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi implantado e conduzido nas dependências industriais da empresa Ecomark Indústria e Comércio de Fertilizantes Especiais Ltda., situada no município de Elias Fausto, SP, nas coordenadas geográficas 23° 08' de latitude Sul e 47° 21' de longitude Oeste, com altitude média 580 metros acima do nível do mar.

O experimento foi implantado em escala industrial, ou seja, o delineamento experimental foi feito em leiras de aproximadamente 90 toneladas cada, em formato piramidal, constituindo-se de 15 tratamentos (leiras), inteiramente casualizados e três repetições, totalizando 45 lotes (leiras) industriais, compostos por diferentes misturas e quantidades dos resíduos a seguir relacionados: Resíduo A (Lodo de ETE); Resíduo B (terra diatomácea); Resíduo C (cinzas de biomassa); Resíduo D (sobras de alimentos); e, Resíduo E (podas de árvores e restos de jardinagem).

Tratamento	Resíduo A	Resíduo B	Resíduo C	Resíduo D	Resíduo E
1	50	0,0	0,0	25	25
2	50	25	0,0	25	0,0
3	50	0,0	25	25	0,0
4	50	25	0,0	0,0	25
5	50	0,0	25	0,0	25
6	0,0	50	0,0	25	25
7	25	50	0,0	25	0,0
8	0,0	50	25	25	0,0
9	25	50	0,0	0,0	25
10	0,0	50	25	0,0	25
11	0,0	0,0	50	25	25
12	0,0	25	50	25	0,0
13	25	0,0	50	25	0,0
14	0,0	25	50	0,0	25
15	25	0,0	50	0,0	25

Tabela 1. Percentual de cada resíduo utilizado na implantação dos diferentes tratamentos utilizados.

O volume e misturas dos resíduos utilizados foram determinados em virtude da disponibilidade dos materiais no momento da implantação do estudo, sendo realizada análises para as principais características agrônômicas em cada resíduo.

O lodo utilizado no experimento é um material parcialmente desidratado, oriundo do processo de tratamento biológico dos efluentes de indústria de abatedouros e sem a presença de efluente sanitário.

A terra diatomácea tem origem mineral pela precipitação dos restos microscópicos de frústulas das diatomáceas, sendo este um material altamente absorvente, utilizado em processos produtivos em indústrias de alimentos e bebidas. No caso deste experimento, o resíduo é utilizado como agente filtrante na clarificação e classificação de óleos vegetais, devido à sua alta permeabilidade e capacidade de retenção de material sólido entre as partículas.

As cinzas de biomassa utilizadas são resíduos provenientes da queima de madeira (galhos, troncos, paletes, madeiras de resíduos de construção, etc.) para produção de energia, em uma indústria do segmento de celulose.

Os resíduos de preparo de alimentos são provenientes de diversos restaurantes industriais. Este material inclui alimentos crus, processados e cozidos, como arroz, feijão, macarrão, carnes e peixes.

Os resíduos de podas e jardinagem são provenientes das atividades de manutenção de áreas verdes, principalmente do município de Salto, sendo que os materiais lenhosos passaram por uma trituração mecânica antes da utilização no processo de compostagem.

Para a instalação do experimento, os resíduos foram pesados em balança rodoviária, no momento da entrada na área da empresa, sendo descarregados no pátio de homogeneização, à exceção das podas e jardinagem, que foram descarregados ao lado do triturador de galhos e posteriormente trazidas ao pátio. A homogeneização dos materiais foi realizada em área coberta, com piso impermeabilizado, sendo misturados com a utilização de equipamentos projetados para esta finalidade, ou seja, através de uma compostadeira tracionada por trator.

Após o processo de homogeneização, procedeu-se à montagem das leiras em pátio impermeabilizado e sem cobertura, tendo cada leira a dimensão aproximada de 25 metros de comprimento por 3,5 metros de largura e 2,5 metros de altura, montadas na forma piramidal, sobre uma camada de 50 cm de altura dos resíduos de podas triturados que foram colocados sob uma tubulação de 4" de PVC, perfurada com dois furos de 10mm de diâmetro a cada 50 cm de distância.

Nesta fase do experimento, a leira permaneceu estática, sendo utilizado o sistema de aeração forçada, composto por ventiladores centrífugos com vazão de 35 m<sup>3</sup> de ar por minuto, dotado de sistema automático de controle e visando a evitar a necessidade de revolvimento mecânico das leiras. O sistema de aeração forçada funcionou de maneira intermitente, sendo programado para permanecer 10 minutos em funcionamento, alternando

com 10 minutos desligado, durante todo o período em que as leiras foram mantidas nesta fase.

Após 60 dias em processo de compostagem em leiras estáticas, os lotes experimentais foram encaminhados ao pátio de cura, onde passaram por revolvimento periódico, visando à estabilização final e humificação do composto orgânico, onde as leiras foram revolvidas com utilização de compostadeira tracionada por trator sempre que a temperatura ultrapassasse os 50 °C.

Durante todo o experimento, foram realizados controles diários de temperatura, devido à necessidade de se manter a temperatura da leira entre 55 e 65 °C na fase termófila, e como indicador de estabilização e humificação dos diferentes tratamentos considerou-se que a temperatura média de cada leira ficasse sempre abaixo de 40 °C, por mais de três revolvimentos consecutivos. Assim, para esta pesquisa adotou-se o controle de temperatura como medida referencial para a estabilização do processo de compostagem.

A coleta de amostras do composto orgânico ocorreu após a identificação de estabilização de temperatura e peneiramento dos lotes em malha 8 mm, sendo encaminhadas para análise em laboratórios interno e externo, seguindo metodologia de análises determinado pelo MAPA.

Para a análise estatística dos dados obtidos nesta pesquisa foi utilizada o software SAS 9.4, realizando-se a análise de variância e com as médias analisadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos à composição química indicam que os produtos obtidos pelo processo de compostagem apresentam todos os elementos necessários à avaliação deste experimento e consequente classificação do composto orgânico em conformidade com a legislação brasileira.

Treatamento	N total (%)	C (%)	C/N	pH	CTC (mmol <sub>c</sub> /Kg)	CTC/C
1	0,66 a	16,09 a	24,5/1 a	7,8 bcdef	752,1 a	47/1 C
2	0,52 cd	4,32 g	8,3/1 e	7,8 bcdef	307,6 ef	71,2/1 C
3	0,62 ab	4,00 g	6,5/1 f	7,7 ef	272,1 gh	68/1 C
4	0,54 bcd	9,35 b	17,3/1 b	7,7 def	488,7 b	52,3/1 c
5	0,59 abcd	8,54 c	14,5/1 c	8,3 a	459,6 b	53,8/1 c
6	0,58 abcd	7,62 d	13,2/1 c	7,8 cdef	337,0 e	44,2/1 c
7	0,54 bcd	1,39 j	2,6/1 h	7,9 bcd	247,2 h	186,1/1 a
8	0,54 bcd	2,31 i	4,3/1 g	8,1 ab	423,7 c	185,1/1 a
9	0,52 cd	5,52 f	10,8/1 d	7,6 f	372,1 d	67,7/1 c

10	0,38 e	3,14 h	8,3/1 e	8,0 bc	189,4 i	60,6/1 c
11	0,61 abc	6,30 e	10,4/1 d	7,8 bcdef	382,1 d	60,7/1 c
12	0,51 d	1,68 ij	3,3/1 gh	7,8 cdef	251,1 h	151,8/1 b
13	0,54 bcd	1,98 ij	3,6/1 gh	7,9 bcde	280,6 fgh	143,8/1 b
14	0,57 abcd	2,00 ij	3,5/1 gh	7,8 bcde	285,8 fg	143,6/1 b
15	0,61 abc	5,03 f	8,4/1 e	7,8 bcdef	334,6 e	66,5/1 c

Tabela 2. Média dos parâmetros agrônômicos nitrogênio (%), carbono orgânico (%), relação carbono nitrogênio (C/N), pH, CTC (mmol<sub>c</sub>/Kg), relação CTC/C.

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Turkey (P>0,05).

Ao final do estudo todos os tratamentos, à exceção do tratamento 10, alcançaram teores médios de nitrogênio acima do mínimo exigido pela IN 25/09, que estabelece o conteúdo mínimo de 0,5% de N para classificação do produto como fertilizante orgânico composto.

Este resultado pode ser explicado pelo fato de que os resíduos utilizados em maiores volumes possuíam baixos teores de nitrogênio, associado ao maior pH das cinzas utilizadas no tratamento que podem ser considerados um dos principais fatores na determinação das perdas de N, pois valores acima da neutralidade favorecem a formação de amônia. Souza *et al.* (2017) constataram que, em leiras de compostagem constituídas pelas mesmas fontes de carbono e nitrogênio, variando apenas a adição ou não de cinzas, os tratamentos sem a presença de cinzas apresentaram maiores concentrações de bactérias heterotróficas ao longo do processo, favorecendo, desta forma, a diminuição da perda de nitrogênio durante o processo de compostagem.

Apesar do baixo percentual médio de N em todos os tratamentos, difere-se dos demais o tratamento 1, que em sua composição utilizou apenas os resíduos com N total acima de 1%, sendo 50% do volume referente ao Lodo de ETE que, em sua caracterização inicial, apresentou teor de nitrogênio acima de 2%.

Os resultados de todos os tratamentos também foram similares aos obtidos por Cunha Queda (1999), que afirma que as moléculas de nitrogênio presentes nos resíduos são degradadas durante a compostagem por microrganismos heterotróficos e transformadas em N amoniacal, o qual sofre volatilização por efeito de aumento da temperatura e do pH, originando uma diminuição do nitrogênio total do composto obtido, ao final do processo de compostagem.

Com referência ao carbono orgânico no processo de compostagem, este elemento é considerado fonte de energia para os microrganismos heterotróficos que degradam a massa, enquanto o nitrogênio é um elemento importante para a síntese de proteínas e consequente crescimento de suas colônias (Sharma *et al.*, 1997)

Ao avaliarmos o percentual de carbono nos produtos obtidos após a compostagem,

apenas o tratamento 1 obteve média acima de 15% de carbono orgânico, conforme determina a IN 25/09, para classificação como fertilizante orgânico composto. Para os demais tratamentos, houve redução acima do esperado na porcentagem média de carbono orgânico.

Kiehl (2012) afirma que as reduções de carbono observadas durante o processo de compostagem são decorrentes da assimilação deste elemento pelos microrganismos, sendo convertido da forma mineral para orgânica e o restante eliminado em forma de gás carbônico (CO<sub>2</sub>). É possível constatar que, apesar das reduções indicadas, os resíduos utilizados no tratamento 1 possuíam teores de carbono orgânico de 28,55%, 34,1% e 57,6%, permitindo que o produto final alcançasse o percentual obtido.

A redução elevada no carbono orgânico dos demais tratamentos pode ser explicada não só pela utilização de C pelos microrganismos que atuam na compostagem, mas também pela perda para o meio ambiente na forma de gás carbônico e, se avaliarmos os tratamentos que obtiveram teores de carbono abaixo de 7%, podemos inferir que a presença das cinzas, nos tratamentos 11, 12, 13, 14 e 15, foi a causadora dos baixos teores alcançados, tendo influenciado negativamente nos tratamentos 3, 8 e 10.

Os valores obtidos neste trabalho para relação C/N nos tratamentos podem ser explicados por Zhu (2007), Li *et al.* (2008), Cayuela *et al.* (2009) e Gao *et al.* (2010) e Kiehl (2012), que indica a causa da redução de carbono orgânico por degradação da matéria orgânica e o aumento do nitrogênio em virtude da mineralização no nutriente.

A relação entre carbono e nitrogênio (C/N) é considerada um dos indicadores que melhor caracteriza a maturação do composto, pois a própria definição de compostagem, como processo biológico, considera os elementos carbono e nitrogênio fundamentais, em que C representa em média 50% e N de 2 a 8%. A relação C/N depende dos microrganismos e do meio de crescimento, onde dois terços do carbono perdem-se como CO<sub>2</sub> e o outro terço é combinado com o nitrogênio nas reações celulares (Russo, 2004).

Para o pleno desenvolvimento da compostagem recomenda-se que a relação C/N inicial esteja entre 26/1 e 35/1 são considerados como favoráveis (Kiehl, 2012). Na prática, compostagens realizadas com diferentes fontes resíduos apresentam uma variação grande na relação C/N inicial, de 5/1 até mais de 100/1, indicando ser possível a ocorrência da compostagem mesmo em valores fora da faixa de relação ótima.

Considerando que a legislação brasileira exige que a relação C/N máxima seja de 20:1, para fertilizante orgânico composto, todos os tratamentos obtiveram esta classificação, sendo que apenas o tratamento 1 ultrapassou o limite máximo estabelecido, entretanto, esta mesma legislação não estabelece um indicador de tolerância para excesso neste caso.

Quando avaliamos o pH dos compostos obtidos nesta pesquisa, todos os tratamentos ficaram com teores próximos à neutralidade, ou levemente alcalinos e acima do mínimo exigido pela legislação brasileira, para classificação como fertilizante orgânico composto.

Os resultados obtidos são corroborados por Fiori *et al.*, (2008), que acompanharam

o pH durante o processo de compostagem de resíduos agroindustriais, incluindo dejetos e resíduos de beneficiamento de grãos, constatando pH 8,0 nos compostos obtidos. Kawatoko (2010), estudando compostagem de lodo gerado em indústria de papel e celulose, constatou resultados que evidenciam ter ocorrido um aumento do pH durante o processo de compostagem, corroborando os valores obtidos neste trabalho. Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos de Yang *et al.* (2008) e Kalamdhad e Kazmi (2009).

Conforme Kiehl (2012), este fato pode ser explicado pela maior concentração do nitrogênio, no início do processo de compostagem, estar em forma orgânica e, no decorrer do processo, transformar-se em nitratos, tornando o material em decomposição com pH mais elevado ainda, pela reação alcalina, característica da transformação da forma de nitrogênio por ações de microrganismos, ou seja, matérias-primas ou massa de compostagem com pH inicial ácido podem produzir compostos orgânicos com pH alcalino, em função da utilização dos ácidos formados como substrato para microrganismos que realizam o processo de humificação.

A capacidade de troca de cátions (CTC) indica a taxa de degradação do material e a capacidade do composto em reter nutrientes, sendo de grande importância para verificar o grau de estabilidade do composto. Isto ocorre porque as substâncias húmicas, que compõem o composto, são coloides eletronegativos com grande superfície específica. Gomes *et al.*, (2018) mencionam que valores de CTC e CTC/C mais elevados, bem como menor relação C/N, apontam também para a maior estabilização da matéria orgânica (maior grau de humificação) do composto.

Dores-Silva *et al.*, (2013) constataram que CTC apresentou uma tendência de aumento após os processos de compostagem, sugerindo que os coloides orgânicos do composto têm uma maior habilidade em adsorver cátions na solução do solo, podendo depois cedê-los ou efetuar trocas, caso ocorra uma concentração de íons diferente ou uma variação de pH.

Comparando-se a média dos tratamentos com o mínimo exigido pela legislação brasileira para registro como condicionador de solos, apenas o tratamento 10, que apresentou média de 189 mmol<sub>c</sub>/kg, não atinge o mínimo necessário de 200 mmol<sub>c</sub>/kg.

A relação CTC/C também pode ser utilizada para estimar o grau de maturação dos compostos, de forma que quanto maior o valor, mais humificado o composto (Kiehl, 2012). A relação CTC/C pode ser considerada mais apropriada que a relação C/N, para indicar o grau de humificação de materiais orgânicos, pois esta pode ser afetada pela presença de N amoniacal, como o caso do esterco de galinha, fato este também mostrado em estudos como os de Paiva *et al.*, (2013). Neste trabalho, todos os tratamentos obtiveram resultado de relação CTC/C acima de 44, sendo maiores que os de Massukado (2008), Melo *et al.*, (2008) e Guermandi (2015), indicando, desta forma, que os compostos produzidos foram devidamente maturados.

Tratamento	CRA (%)	Umidade (%)	P (%)	K(%)
1	117,3 a	26,0 a	2,62 a	0,94 abc
2	114,4 a	27,3 a	1,13 efg	1,00 ab
3	92,3 b	27,6 a	1,90 abcd	0,97 abc
4	93,6 b	28,1 a	2,05 abc	1,03 a
5	92,1 b	27,0 a	2,40 a	1,00 ab
6	92,0 bc	29,6 a	2,05 abc	0,79 bc
7	94,1 bc	27,0 a	1,44 bcdefg	0,85 abc
8	90,7 bcd	27,1 a	1,34 cdefg	0,93 abc
9	80,8 bcde	28,3 a	2,18 ab	0,88 abc
10	76,9 bcde	27,1 a	0,87 fg	1,05 a
11	73,4 bcde	24,3 a	0,79 g	1,01 ab
12	74,4 cde	26,9 a	1,20 defg	0,75 c
13	79,6 cde	27,7 a	2,06 abc	0,97 abc
14	78,0 de	28,1 a	1,65 bcde	0,83 abc
15	76,4 e	28,6 a	1,55 bcdef	0,99 ab

Tabela 3. Média dos parâmetros agrônômicos capacidade de retenção de água (%), umidade (%), fósforo (%) e potássio (%).

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Turkey ( $P>0,05$ ).

A capacidade de retenção de água é a porcentagem de absorção de água em relação à massa de um composto orgânico. Quando avaliamos as médias de CRA obtidas neste estudo, os resultados encontrados foram próximos aos constatados por Massukado (2008), Melo *et al.*, (2008), e menores que os obtidos por Guermandi (2015). Segundo Kiehl (2012), conforme o resíduo orgânico vai se decompondo e formando o húmus, a capacidade de retenção de água aumenta, portanto, este parâmetro está interligado à quantidade de matéria orgânica ao final do processo de humificação. A maior CRA observada ocorreu no tratamento 1, que se avaliado em conjunto com o resultado obtido no carbono orgânico, indica que este tratamento obteve o composto melhor humificado.

O decréscimo da umidade na compostagem é um comportamento esperado, pois vários são os fatores que interferem na umidade, principalmente o revolvimento das pilhas e altas temperaturas. Os valores ideais para a umidade final são de 25-35%, como descrito por Kiehl (2012). Nesta pesquisa, a umidade foi o parâmetro analisado que apresentou menor variação e sendo assim todos os tratamentos, que não apresentaram diferença significativa estatisticamente estão dentro dos padrões preestabelecidos, atendendo à legislação brasileira vigente.

Apesar de não possuírem um percentual mínimo exigido na legislação vigente,

avaliou-se também os macronutrientes fósforo (P) e potássio (K). Os resultados mostraram maior presença nos tratamentos 1 e 10 respectivamente. Os resultados sugerem que o pH alcalino favoreceu a adsorção do fósforo às moléculas de cálcio e magnésio, causando sua indisponibilidade temporária, concordando com Tumuhairwe et al. (2009) que verificaram reduções no teor de fósforo durante a compostagem da mistura de resíduos de vegetais e atribuíram tal fato a pouca mobilidade desse macromineral e à formação de complexos insolúveis com o cálcio e o magnésio da matéria orgânica em pH alcalino. Para K, a variabilidade dos resultados pode ser atribuída à lixiviação, uma vez que o K<sup>+</sup> é muito solúvel e móvel.

Vários autores consideram o resíduo de lodo como baixo K, pois é encontrado predominantemente na forma iônica, que tende a permanecer em solução durante o processo de tratamento de efluentes, sendo recomendada constantemente a complementação química com esse elemento (Simonete *et al.* 2003; Bueno *et al.*, 2011; Guedes *et al.*, 2016;).

Segundo Orrico Junior *et al.* (2012), a lixiviação dos nutrientes pode ocorrer principalmente no final do processo de compostagem, quando grande parte dos nutrientes está na forma solúvel, aumentando a chance de perda. Entretanto, no presente estudo, o fósforo e potássio não foram considerados elementos limitadores, pois as quantidades encontradas podem ser declaradas no momento de registro do produto junto ao MAPA, não havendo um mínimo estipulado para declaração destes nutrientes.

## 4 | CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos nesta pesquisa, conclui-se o processo de compostagem é uma alternativa viável para o tratamento dos resíduos orgânicos estudados, sendo que, novos estudos podem completar a investigação para definir os melhores percentuais de misturas destes materiais e ainda, os mecanismos que levam à diminuição ou aumento dos elementos químicos analisados, visando a facilitar a produção de compostos capazes de atingir a classificação como fertilizante orgânico composto, em conformidade com a legislação vigente.

Conforme a Instrução Normativa MAPA/SDA 35 de 2006, vigente à época do estudo, os compostos orgânicos obtidos pelo processo de compostagem podem ser classificados como condicionador de solos, incluindo o tratamento 10, conforme limites de tolerância determinados pela legislação brasileira.

## REFERÊNCIAS

Bueno J.R.P.; Berton, R.S.; Silveira, A.P.D.; Chiba, M.K.; Andrade, C.A; Maria, I.C. **Atributos químicos e microbiológicos de um latossolo tratado com aplicações sucessivas de lodo de esgoto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35: 1461-1470. 2011. DOI: 10.1590/S0100-06832011000400040

Cayuela, M.L., Mondini, C., Insam, H., Sinnico, T., Franke–Whittle, I. Plant and animal wastes composting: **Effects of the N source on process performance**. *Bioresource Technology*, v.100, p.3096-3106, 2009. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.01.027

Cunha Queda, A.C.F. **Dinâmica do azoto durante a compostagem de materiais biológicos putrescíveis**. Tese (Doutorado). Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 257 p. 1999.

Dores-Silva, P.R., Landgraf, M.D., Rezende, M.O.O. **Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem**. *Química Nova*, 36(5), 2013, p.640-645. DOI: 10.1590/S0100-40422013000500005

Estrella-González, M.J.; Jurado, M.M.; Suárez-Estrella, F., López, M.J.; López-González, J.A.; Siles-Castellano, A.; Moreno, J. **Enzymatic profiles associated with the evolution of the lignocellulosic fraction during industrial-scale composting of anthropogenic waste: Comparative analysis**. *Journal of Environmental Management* 248, 2019, p 1-11. DOI:10.1016/j.jenvman.2019.109602

Fiori, M.G.S.; Schoenhals, M.; Follador, F.A.C. **Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia**. *Engenharia Ambiental*, v.5, n.3, p. 178-191, 2008.

Gao, M., Li, B., Yu, a., Liang, F., Yang, F., Sun, Y. **The effect of aeration rate on forced-aeration composting of chicken manure and sawdust**. *Bioresource Technology*, v.101, p.1899-1903, 2010. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.10.027

Gomes, T.C.A., Araújo, J.L.P., Santos, T.A., Melo, P.L.A., Pereira, K.T.O., Costa Junior, J.C.C., Santos, T.C. **Reciclagem de vinhaça via compostagem em larga escala**. *Embrapa CT 218*, 2018 18p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1104282/1/COT218.pdf>

Guedes, M.C.; Andrade, C.A.; Poggiani, F.; Mattiazzo, M.E. **Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:267-280. 2016. DOI: 10.1590/S0100-06832006000200008

Guermandi, J.I. **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos fertilizantes orgânicos produzidos pelas técnicas de compostagem e vermicompostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos coletada em estabelecimentos alimentícios de São Carlos/SP**. Dissertação (mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos – USP. 2015. 181 p. DOI:10.11606/D.18.2015.tde-16122015-142245

Kalamdhad, A.S.; Kazmi, A.A. **Rotary drum composting of different organic waste mixtures**. *Waste Management & Research*, v.27, p.129-137, 2009 DOI: 10.1177/0734242X08091865

Kawatoko, I; Rizk, M.C. **Tratamento do lodo gerado na indústria de reciclagem de papel por compostagem**. *Estudos Tecnológicos* 6. 2010. p. 68- 81. DOI: 10.4013/ete.2010.62.02

Kiehl, E.J. **Manual de Compostagem - Maturação e Qualidade do Composto**. Piracicaba, 2012. 6 ed., 171 p.

Li. X., Zhang. R., Pang, Y. Characteristics of dairy manure composting with rice straw. *Bioresource Technology*, v.99, p.367-368, 2008. DOI: 10.1016/j.biortech.2006.12.009

Massukado, L.M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta para software livre para o gerenciamento municipal de resíduos sólidos domiciliares.** 2008. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP. DOI: 10.11606/T.18.2008.tde-18112008-084858

Melo, L.C.A.; Silva, C.A.; Dias, B.O. **Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, n.1, p.101-110, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214230010>

Orrico Junior, M.A.P.; Orrico, A.C.A; Lucas Junior, J.de; Sampaio, A.A.M.; Fernandes, A.R.M.; Oliveira, E.A. **Compostagem dos dejetos de bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 41, n. 5, p. 1301-1307, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000500030

Paiva, E.C.R., Matos, A.T., Barros, R.T., Costa, T.D.R. **Análise comparativa da adequação da relação C/N e do índice CT / COT como parâmetros da evolução da compostagem.** In: Congresso Brasileiro De Gestão Ambiental, 4., 2013, Salvador. Anais: Salvador: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento

Roman, P., Martinez, M.M.; Pantoja, A. **Farmer's Compost Handbook: Experiences in Latin America.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3388e.pdf>

Russo, M.A.T. **Introdução à compostagem de resíduos sólidos.** Escola Superior de tecnologia e Gestão, Instituto Superior Politécnico de Viana do Castelo, 81 p. 2004.

Sharma, V.K., Canditelli, M., Fortuna, F., Cornacchia, C. **Processing of urban and agroindustrial residues by anaerobic composting: review.** Energy Conversion and Management. v.38, p.453-478, 1997.

Simonete, M.A.; Kiehl, J.C.; Andrade, C.A.; Teixeira, C.F.A. **Efeito do lodo de esgoto em um argissolo e no crescimento e nutrição de milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38:1187-195. 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003001000008

Souza, A.V.D., Pimenta, A.F., Marques, V.C., Presumido, P.H., Silva, J.S., Betio, M.M., Dal Bosco, T.C., Prates, K.V.M.C. **Pré-compostagem e vermicompostagem de lodo biológico de laticínio.** In: Dal Bosco, T.C. (Org.). **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas.** São Paulo: Ed. Blucher, 2017. 266 p. DOI: 10.5151/9788580392371-06

Tumuhairwe, J.B.; Tenywa, J.S.; Otabbong E.; Ledin, S. **Comparison of four low-technology composting methods for market crop wastes.** Waste Management, v.29, p.2274-2281, 2009. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.03.015

Yang, Y.; Zhang, X.; Yang, Z.; Xi, B.; Liu, H. **Turnover and loss of nitrogenous compounds during composting of food wastes.** Frontiers of Environmental Science & Engineering in China, v.2, p.251-256, 2008. DOI: 10.1007/s11783-008-0042-8

Valente, B.S.; Xavier, E.G., Morselli, T.B.G.A., Jahnke D.S., Brum Jr., B.de S.; Cabrera, B.R.; Moraes, P.de O.; Lopes, D.C.N. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos.** Archivos de Zootecnia, Córdoba, v. 58, n. 1, p. 9-85, abr. 2009.

Wei Y., Wua, D., Weic D., Zhaoa, Y., Wua, J., Xiea, X., Zhanga R., Weia, Z. **Improved lignocellulose-degrading performance during straw composting from diverse sources with actinomycetes inoculation by regulating the key enzyme activities.** *Bioresource Technology* 271, 2019, p. 66–74. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.09.081

ZHU, N. **Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw.** *Bioresource Technology*, v.101, p.222-227, 2007. DOI: 10.1016/j.biortech.2005.12.003

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agricultura familiar 149, 150, 158, 159  
Agrotóxicos 111, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 125, 126  
Alimentação animal 52, 53  
Antioxidantes 118, 119, 123, 124  
Aquaponia 183  
Aqüicultura 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 191, 193, 195, 198, 199, 200  
Aterro sanitário de Palmas - TO 18, 21, 22, 23

### B

Bagaço de azeitona 53  
Biodiversidade 130, 135, 153, 158, 160, 162, 163, 174, 175, 200  
Biogás 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24  
Biomassa 1, 2, 3, 4, 36, 37, 38, 39, 41, 64, 66, 67  
Biorremediação 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71

### C

Caroços de açaí 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42  
Carvão 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34  
Compostagem 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12  
Construção civil 44, 72, 73, 74, 85, 86, 129, 130, 132, 133  
Contaminação ambiental 89, 91, 92, 95, 100, 101, 106, 108

### D

Dados catalogados 218, 220  
Descarte 14, 15, 16, 19, 42, 62, 63  
Desflorestamento 25

### E

Eficiência energética 25, 35, 37, 38, 39  
Energias renováveis 18  
Enriquecimento ambiental 229, 231, 236, 237, 239, 240  
Estratégia agronômica 89

## F

Floresta plantada 130, 131  
Formulações 89, 99, 100, 101, 108, 109, 110, 115  
Forro sustentável 72  
Fungos filamentosos 62, 63, 66, 67, 68

## G

Gases poluentes 25, 133  
Gestão de resíduos 35

## I

Ingluviotomia 229, 234, 235, 238, 239, 240

## L

Lenha 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43  
Leveduras 62, 63, 64, 65, 66

## M

Madeira 4, 25, 26, 27, 30, 31, 35, 37, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 86, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 152, 173, 192, 193, 237  
Manejo de sementes 149, 150  
Maricultura 177, 178, 198, 200  
Mata Atlântica 160, 162, 163, 164, 169, 172, 174, 175, 176  
Medicamentos 14, 15, 16, 145, 146, 238  
Meio suporte 44, 45, 46, 49

## O

Óleo residual 53

## P

Painel anti-chamas 72  
Palinurocultura 177, 178, 198  
Plantas medicinais 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 153, 154, 158  
Progressos na pesquisa 218  
Protocolo anestésico 229, 234

## R

Reciclagem 1, 2, 11, 66

Rentabilidade 183

Resíduos 10, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 24, 35, 36, 37, 41, 42, 44, 46, 49, 52, 53, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 72, 73, 86, 101, 109, 125, 129, 131, 132, 133, 183, 218, 226

Resíduos lácticos 62, 63

Resíduos orgânicos 1, 2, 10, 11, 12, 36, 62

Resultados parciais 218, 220, 221, 226

## S

Saberes tradicionais 135, 136, 137, 141, 145

Saco de cimento 72

Semiárido 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 144, 146

Sistema reprodutor 117, 118, 119, 120, 122

Sustentabilidade 1, 14, 24, 27, 29, 40, 41, 46, 50, 72, 133, 135, 148, 158, 160, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 191, 193, 220, 228

## T

Tecnologia de aplicação 89, 100, 101, 102, 110, 111, 112, 113, 114, 116

Tratamento de esgoto 44, 50

## V

Variedades locais 148, 149, 150

## W

*Wetlands* construídos 44, 45, 46, 50

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

-  [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)

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

-  [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)