

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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

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

SOBRE O ORGANIZADOR.....	241
ÍNDICE REMISSIVO.....	242

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLUÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 19/01/2021

Amanda Silva Nunes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Ambiental
Londrina – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9736168486712372>

Ricardo Nagamine Costanzi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Ambiental
Londrina – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/2163782874335830>

RESUMO: Os *wetlands* construídos (WCs) têm um potencial significativo para eliminação de matéria orgânica e nitrogênio, no entanto nem sempre são eficazes na remoção de fósforo. Os mecanismos de adsorção e precipitação junto ao meio suporte são reconhecidos como os principais responsáveis pela remoção deste nutriente. O desempenho da unidade de tratamento pode ser aprimorado mediante a seleção de meios com alta capacidade de interação com fósforo, assim sendo o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a capacidade de adsorção de fósforo em solução por cinco variedades de materiais: areia, bloco cerâmico, casca de arroz, escória e saibro. Os materiais investigados incluem resíduos de atividades de processamento e beneficiamento de arroz, ferro

e aço, construção civil e setor esportivo. Para a variedade de meios suportes avaliados, a ordem de melhor capacidade de adsorção de fósforo foi: casca de arroz (92,14%) > saibro (90,35%) > escória (89,06%) > areia (88,94%) > bloco cerâmico (88,83%). As características físico-químicas dos materiais, como área superficial adsorptiva, capacidade de troca iônica, conteúdo de Ca, Al e Fe e dimensão dos grãos mostraram-se cruciais para a adsorção do fósforo em solução. Os resultados obtidos contribuem para uma melhor compreensão quanto à seleção de meios de preenchimento propícios a remoção deste nutriente, auxiliam no aprimoramento do desempenho destas unidades de tratamento descentralizadas e conseqüentemente minimizam efeitos motivados pela falta de tratamento de águas residuárias e pela disposição de resíduos sólidos no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Meio suporte; *wetlands* construídos; nutrientes; tratamento de esgoto.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF PHOSPHORUS ADSORPTION IN SOLUTION BY SOLID WASTE FROM DIFFERENT SOURCES

ABSTRACT: Constructed wetlands (WCs) have significant potential for eliminating organic matter and nitrogen, however they are not always effective in removing phosphorus. The mechanisms of adsorption and precipitation along the support medium are recognized as the main responsible for the removal of this nutrient. The performance of the treatment unit can be improved through the selection of media with a high capacity for interaction with phosphorus,

so the objective of this study was to evaluate and compare the capacity of phosphorus adsorption in solution by five materials: sand, ceramic block, rice husk, slag and gravel. The investigated materials include residues from rice, iron and steel processing; civil construction and sports sector. For the variety of media evaluated, the order of best phosphorus adsorption capacity was: rice husk (92.14%) > gravel (90.35%) > slag (89.06%) > sand (88.94 %) > ceramic block (88.83%). The physical-chemical characteristics of the materials, such as adsorptive surface area, ion exchange capacity, Ca, Al and Fe content and grain size were crucial for the adsorption of phosphorus in solution. The results obtained contribute to a better understanding to the selection of materials of filling conducive to the removal of this nutrient, help to improve the performance of these decentralized treatment units and consequently minimize effects motivated by the lack of wastewater treatment and the disposal of waste solids in the environment.

KEYWORDS: Support medium; constructed wetlands; nutrients; sewage treatment.

1 | INTRODUÇÃO

O fósforo é um macronutriente indispensável e insubstituível para desenvolvimento de inúmeros organismos vivos, especialmente as plantas. Nos ecossistemas aquáticos, origina-se por efeito de fontes difusas (escoamento agrícola) e pontuais (esgoto doméstico e industrial, tratados ou não tratados), que em elevadas concentrações conduzem a uma série de efeitos ecológicos adversos, como o processo de eutrofização, considerado por muitos, um dos principais problemas enfrentados nos cursos d'água (DI LUCA et al., 2017).

Diante destas circunstâncias, o controle deste nutriente é imprescindível. No tocante aos esgotos, em estações de tratamento convencionais, o fósforo é removido mediante processos físicos, químicos e biológicos, no entanto estes são apontados como complexos e dispendiosos. Na tentativa de reduzir as descargas de despejos com elevadas cargas de contaminantes (BALLANTINE; TANNER, 2010), estudos aprofundados relativos a soluções de tratamento confiáveis e economicamente acessíveis tornaram-se cada vez mais frequentes.

Os *wetlands* construídos (WCs) são ecotecnologias de baixa complexidade e custo reduzido, projetados para utilizar e aprimorar componentes naturais, como vegetação, meio suporte e associações microbianas na depuração de águas residuárias (ZHU et al., 2011). O fósforo, em especial, é potencialmente removido nos WCs através dos mecanismos de adsorção e precipitação junto ao meio suporte (YIN; YAN; GU, 2017), ainda que expressivos estes mecanismos são vistos como finitos. Estudos evidenciam que a remoção por parte deste constituinte esteja entre 36,2% a 87,5% (GAO et al., 2019) e que sua seleção determinará amplamente o bom desempenho e prolongamento da vida útil da unidade de tratamento (YANG et al., 2019).

A efetividade do mecanismo de adsorção é controlada pelas propriedades físicas e químicas do meio suporte, como área superficial adsortiva, distribuição granulométrica,

presença de íons cálcio (Ca), ferro (Fe) e alumínio (Al) e pelo potencial hidrogênionico (DI LUCA et al., 2017; XU et al., 2019). Habitualmente, os materiais adotados para compor leitos de WCs são solo, areia e cascalho. Contudo, o uso destes meios, denominados de convencionais pode estar diretamente correlacionada a situações adversas como: baixo desempenho da unidade de tratamento e entupimento do meio suporte em curto prazo (ZHU et al., 2011).

Recente, inúmeras pesquisas direcionadas à seleção de meios alternativos potencialmente removedores de fósforo têm sido realizadas. Além das características físicas e químicas apropriadas a adsorção, os materiais selecionados devem ser economicamente acessíveis e disponíveis localmente, de modo a reduzir os custos de implantação e preservar os princípios da sustentabilidade dos WCs (WANG et al., 2013).

Materiais de ocorrência natural, subprodutos industriais e sintéticos são as três categorias de meios alternativos potenciais. A reutilização de resíduos gerados em diferentes atividades da sociedade tem se tornado gradualmente relevante, pois subprodutos que anteriormente eram dispostos sem nenhum valor econômico passam a ser inseridos em outro âmbito, minimizando seu depósito em aterros e reduzindo o acúmulo desses no meio ambiente (BALLANTINE; TANNER, 2010).

Dado o exposto acima, estudos que exploram a relação entre o uso de meios suportes alternativos e suas respectivas capacidades de adsorção de fósforo são imprescindíveis e possibilitam o aperfeiçoamento do desempenho da unidade de tratamento, assegurando taxas estáveis de remoção de fósforo a longo prazo. Tais trabalhos são ambientalmente relevantes, seus resultados contribuem com a minimização dos impactos ocasionados pela destinação de resíduos sólidos e águas residuárias com elevadas cargas de poluentes no meio ambiente.

2 | OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivos investigar e comparar a capacidade de adsorção de fósforo em cinco variedades de resíduos e avaliar a viabilidade de possível reutilização dos mesmos como meio suporte em sistemas de tratamento descentralizados, *wetlands* construídos (WCs), de modo a aprimorar a eficiência do tratamento quanto à remoção deste nutriente, prolongar a vida útil do resíduo em uma função adaptada e reduzir o volume de subprodutos dispostos no meio ambiente.

3 | METODOLOGIA

Areia, bloco cerâmico, casca de arroz, escória e saibro foram os cinco materiais investigados neste estudo. Em nível prático, a disponibilidade, as propriedades físico-químicas e a eficiência relatada em outros estudos foram os fatores fundamentais que determinaram a seleção dos mesmos.

A princípio, os materiais foram fragmentados manualmente e com auxílio de uma peneira granulométrica de abertura 4 mm (mesh 5) foram selecionadas as porções que seriam utilizadas para o ensaio. Após isso, todos os 5 materiais foram acondicionados em estufa de secagem e esterilização (SOLAB, Modelo SL-100) ao longo de 24 horas e a uma temperatura de 105°C.

Para o experimento foi preparada uma solução estoque, para isso pesou-se 200 mg de Fosfato de Sódio Dibásico (Na_2HPO_4), e posteriormente esta quantia foi transferida a um balão volumétrico com capacidade de 1000 ml. Para a dissolução do composto foi moderadamente adicionada água destilada e logo após o volume do balão foi completado. Para a concepção da curva de calibração (Figura 1) foram utilizadas soluções padrão de fosfato com concentrações entre 0,5 a 2,0 mg.

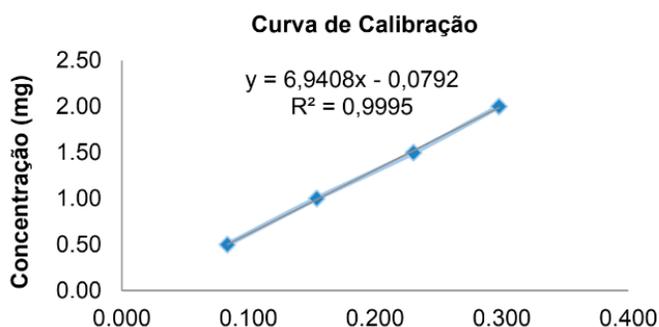


Figura 1: Curva de Calibração.

Fonte: Autor do trabalho.

O ensaio procedeu-se da seguinte forma: Em triplicata, pesou-se 0,2 g de cada um dos materiais devidamente livres de umidade. As porções foram destinadas a frascos de *erlenmeyer* com capacidade de 250 ml juntamente com os substratos e a adição de 100 ml da solução estoque diluída 20 vezes. Todos os frascos foram acomodados em uma incubadora *shaker* com agitação orbital e aquecimento (QUIMIS, Modelo Q315IA), na qual foram mantidos por 48 horas a uma temperatura de 30°C e rotação de 100 rpm.

Após o período estabelecido, todas as amostras foram filtradas a vácuo utilizando membranas filtrantes *Macherey-Nagel* de 0,47 μm . Em tubos de ensaio foram adicionadas 10 ml de amostra filtrada e 1 ml de solução de Persulfato de Potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), os tubos foram corretamente tampados e acondicionados em autoclave (PRISMATEC – Modelo CS-75 litros) a 120°C e pressão de 1 atm, no decorrer de 1 hora. O restante do ensaio seguiu os procedimentos descritos no *Standard Methods* (4500 - P - C), a concentração de fósforo excedente em solução foi determinada com base na equação da reta obtida pela curva de calibração. A eficiência de adsorção dos materiais foi calculada por meio da diferença das

concentrações antes e após a exposição a cada um deles, disposta na equação (1):

$$E = ((S_0 - S) / (S_0)) \times 100 \quad \text{equação (1)}$$

Em que E representa à eficiência de adsorção (%), S_0 é a concentração de fósforo em solução obtida antecedentemente a exposição aos materiais e S posteriormente a exposição.

4 | RESULTADOS

Decorrido o tempo de experimento, foram alcançados os seguintes resultados (Tabela 1). A ordem de melhor capacidade de adsorção de fósforo foi: casca de arroz > saibro > escória > areia > bloco cerâmico.

Materiais	Tamanho da partícula (mm)	Concentração inicial média de P (mg.L ⁻¹)	Concentração final média de P (mg.L ⁻¹)	Eficiência (%)
Areia	≤ 4	200	22,107	88,94
Bloco cerâmico	≤ 4	200	22,338	88,83
Casca de Arroz	≤ 4	200	15,711	92,14
Escória	≤ 4	200	21,878	89,06
Saibro	≤ 4	200	19,285	90,35

Tabela 1. Resumo dos resultados obtidos pelo ensaio de adsorção proposto. Fonte: Autor do trabalho.

O resíduo de processamento e beneficiamento de arroz é caracterizado pelo alto teor de sílica e pelo lento processo de biodegradabilidade. No ensaio de adsorção proposto, exibiu excelente desempenho de adsorção de fósforo em solução. Em média, durante o período de exposição, a concentração foi reduzida para 15,711 mg.l⁻¹. A partir da Equação (1), pode-se avaliar que a eficiência média de adsorção para a casca de arroz foi de 92,14%. Em materiais naturais, como este subproduto, quanto maior a área superficial específica do material em que fósforo pode ser ligado, maior será sua retenção (VOHLA et al., 2011), este fato está diretamente relacionado ao resultado observado neste trabalho.

O saibro obteve desempenho de remoção de 90,35%, apresentando concentração média final de 19,285 mg.l⁻¹. Rousso, Pelissari e Sezerino (2015) avaliaram o desempenho de WCs na remoção de fósforo total durante 20 anos de operação e constataram resultados expressivos variando entre 68% e 98% para WCs utilizando camadas de saibro como material suporte, infere-se que o resultado obtido esteja possivelmente relacionado com a

elevada capacidade de adsorção de compostos argilosos (ZHU et al., 2011).

Com relação à escória, a concentração média final de fósforo em solução para o ensaio foi de 21,878 mg.l⁻¹ e o desempenho médio de adsorção foi de 89,06%. A escória é um subproduto metalúrgico poroso, gerado durante o processo de fundição de ferro e aço, infere-se que a mesma obteve um dos melhores resultados neste estudo devido ao fato de seus principais constituintes (CaO, MgO, Al₂O₃, FeO, Fe₂O₃ e SiO₂) deterem forte afinidade de ligação com fósforo e conseqüentemente, serem favoráveis a adsorção (XU et al., 2019). Sua utilização em WCs é uma opção imensamente promissora para a remoção de fósforo (YIN;YAN; GU, 2017).

Xu et al. (2019) avaliando a adsorção em WCs constituídos de escória, constataram desempenho superior a 95 %. Matos et al. (2018) trabalharam com escória de alto forno e observaram remoção de média de fósforo acima de 83% e apontaram a liberação de oxi-hidróxidos de Fe e Al pelo substrato como sendo o fator crucial para o desempenho alcançado.

Os resultados exibem que a eficiência de remoção de fósforo em solução pela areia, material convencional, comumente utilizado em WCs, foi de 88,95%. Dentro das 48 horas de exposição houve uma redução da concentração de fósforo de 200 mg.l⁻¹ para menos de 23 mg.l⁻¹. A utilização de areias é conveniente em virtude do custo reduzido e abundância natural (LIU et al., 2018), no entanto, estas são reconhecidas por apresentarem resposta instável e limitada quanto à capacidade de adsorção de fósforo.

Este comportamento pode ser elucidado pela sua composição principal, especificamente devido aos baixos teores de compostos com capacidade de troca catiônica (CTC) (SEZERINO et al., 2007). No entanto, a associação da areia a outros materiais, ricos em Ca, Al e Fe, aprimora substancialmente a taxa de adsorção de fósforo auxilia a remoção deste nutriente em longo prazo (BALLANTINE; TANNER, 2010).

O bloco cerâmico foi o material que apresentou resultado inferior aos demais, considerando a concentração inicial de 200 mg.l⁻¹, a eficiência de adsorção foi de 88,83%. A literatura considera este resíduo promissor na redução das concentrações de fósforo em meio líquido, devido a maior área superficial e elevada porosidade (LIMA et al., 2018). A capacidade de absorção de fósforo em meio suporte argiloso também foi examinada por White et al. (2011), quando expostos a concentrações máximas de 100 mg.l⁻¹, a eficiência de adsorção foi de 98%.

5 | CONCLUSÃO

O ensaio de adsorção denotou a viabilidade de utilização dos resíduos avaliados como meios promissores a remoção de fósforo em WCs, tendo em vista que os mesmos apresentaram excelentes desempenhos na adsorção deste nutriente em solução. A reutilização de resíduos de diferentes procedências como meio suporte mantém os

princípios da sustentabilidade dos WCs e aprimora a eficácia do tratamento proposto. Além disto, é uma maneira benéfica de reduzir os impactos ambientais ocasionados pela disposição inadequada e os gastos com transporte e destinação dos mesmos.

REFERÊNCIAS

1. BALLANTINE, D. J.; TANNER, C. C. **Substrate and filter materials to enhance phosphorus removal in constructed wetlands treating diffuse farm runoff: a review.** *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v. 53, n. 1, p. 71-95, 2010.
2. DI LUCA, G. A. et al. **Phosphorus distribution pattern in sediments of natural and constructed wetlands.** *Ecological Engineering*, v. 108, p. 227-233, 2017.
3. GAO, Y. et al. **Photovoltaic electrolysis improves nitrogen and phosphorus removals of biochar-amended constructed wetlands.** *Ecological Engineering*, v. 138, p. 71-78, 2019.
4. LIMA, M. X. **Performance of different substrates in constructed wetlands planted with *E. crassipes* treating low-strength sewage under subtropical conditions.** *Science of the Total Environment*, v. 630, p. 1365-1373, 2018.
5. LIU, S. et al. **Modification of sand with iron and copper derived from electroplating wastewater for eficiente adsorption of phosphorus from aqueous solutions: A combinatorial approach for na effective waste minimization.** *Journal of Cleaner Production*, v. 200, p. 471-477, 2018.
6. MATOS, M. P. et al. **Colmatação e desempenho de sistemas alagados construídos de escoamento horizontal subsuperficial ao longo de oito anos de operação.** *Eng. Sanit. Ambient*, v. 23, n. 6, p. 1227-1237, 2018.
7. ROUSSO, B.Z.; PELISSARI, C.; SEZERINO, P. H. **Desempenho de um wetland construído horizontal empregado no tratamento de esgoto doméstico ao longo de 20 anos de operação.** In: 2º Simpósio Brasileiro sobre Wetlands Construídos, 2015, Curitiba, PR.
8. SEZERINO, P. H. **Tratamento terciário de efluentes da indústria processadora de aves e suínos – Estudo em colunas de areia.** *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 13, n. 1, p. 73-79, 2007.
9. VOHLA, C. et al. **Filter materials for phosphorus removal from wastewater in treatment wetlands - A review.** *Ecological Engineering*, v. 37, p. 70-89, 2011.
10. XU, R. et al. **Effects of different substrates on nitrogen and phosphorus removal in horizontal subsurface flow constructed wetlands.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 26, p. 16229-16238, 2019.
11. WANG, Z. et al. **Screening of phosphate-removing substrates for use in constructed wetlands treating swine wastewater.** *Ecological Engineering*, v. 54, p. 57-65, 2013.
12. WHITE, R. H. et al. **Phosphorus retention in lab and field-scale subsurface-flow wetlands treating plant nursery runoff.** *Ecological Engineering*, v. 37, p. 1968-1976, 2011.

13. YANG, Y. et al. **Global development of various emerged substrates utilized in constructed wetlands**. *Bioresource Technology*, v. 261, p. 441-452, 2019.
14. YIN, H. YAN, X. GU, X. **Evaluation of thermally-modified calcium-rich attapulgite as a lowcost substrate for rapid phosphorus removal in constructed wetlands**. *Water Research*, v. 115, p. 329-338, 2017.
15. ZHU, W. L. et al. **Kinetic adsorption of ammonium nitrogen by substrate materials for constructed wetlands**. *Pedosphere*, v. 21, n. 4, p. 454-463, 2011.

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

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2

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