

# Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Mauricio Zadra Pacheco  
(Organizadores)**

# Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Mauricio Zadra Pacheco  
(Organizadores)**

**Atena**  
Editora

Ano 2021

### **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 Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

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

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª 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  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. 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  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª 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  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Meio ambiente: enfoque socioambiental e interdisciplinar

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Mauricio Zadra Pacheco

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

M514 Meio ambiente: enfoque socioambiental e interdisciplinar / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-042-8

DOI 10.22533/at.ed.428211005

1. Meio ambiente. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues (Organizadora). I. Pacheco, Mauricio Zadra (Organizador). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](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 “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar” volumes 1 e 2 traz o necessário e urgente debate sobre a questão ambiental, apresentam importantes reflexões sobre desenvolvimento sustentável, e a temática do Meio Ambiente e sua faceta multidisciplinar.

O volume 1 aborda com riqueza as questões ambientais e científicas que impactam na preservação do meio, a influência dos produtos nativos na sociedade e sua utilização em ações que promovam a cíclica renovação deste mesmo meio.

Os 17 artigos perpassam por temas que se harmonizam e geram conhecimento fundamental à sociedade tanto a nível de promoção do progresso como a própria ação do ser humano como agente transformador desse meio.

Tendo como alvo pesquisadores e discentes, mas também como uma agradável referência para o leitor que busca conhecimento sobre este importante tema, a obra perpassa por áreas como desenvolvimento econômico, cadeia produtiva, utilização de óleos essenciais, geotecnologias e a promoção de políticas públicas.

Desta maneira, a obra “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar - Volume 1”, traz à tona as experiências e estudos desenvolvidos pelos autores, sejam professores, acadêmicos ou pesquisadores, de maneira fluente e precisa.

A obra “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar - Volume 2” é uma prazerosa leitura, seja com objetivo específico para consulta bibliográfica em um dos temas abordados, seja com objetivo de busca de conhecimento em diversas áreas, construindo conhecimento multidisciplinar através dos diversos enfoques apresentados pelos artigos deste volume.

Em 18 artigos apresentados nesse volume 2, apresenta-se a temática da Educação Ambiental como ponto focal, bem como temas que remetem à revisão da legislação ambiental, à caracterização do ambiente regional, identificação de bactérias presentes no meio ambiente brasileiro para a produção de vinho até a construção de ilhas flutuantes utilizando material reciclável.

Um leque de áreas, ações e projetos que contribuem sobremaneira para com o estudo sério e complexo que o tema exige, abordando a contribuição dos mais diversos eixos científicos na construção do saber.

A Atena Editora, como meio de promoção do conhecimento científico, tem em sua plataforma o comprometimento com a divulgação dos trabalhos seriamente desenvolvidos por professores e pesquisadores.

O compromisso com a veracidade científica, a difusão do conhecimento e a consolidação de projetos promotores da interdisciplinaridade no estudo do Meio Ambiente, com enfoque também no social são a marca desse e-book, evidenciando a Atena Editora

como plataforma consolidada para exposição e divulgação de ciência no Brasil.

A todos, uma ótima leitura!

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco

Mauricio Zadra Pacheco

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ESTUDO DA SAÚDE E DOS RISCOS AMBIENTAIS DAS MARISQUEIRAS DE SÃO FRANCISCO DO CONDE - BA

Lin Kan

Rita Maria Weste Nano

Wagna Piler Carvalho dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.4282110051**

### **CAPÍTULO 2..... 24**

QUALIDADE AMBIENTAL X AÇÕES ANTRÓPICAS: ESTUDO DE CASO EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, JARAGUÁ DO SUL, SC

Mário Cesar Sedrez

Anderson José Antonietti

Miriam Hennig

Patrícia de Assis

Thomas Saalfeld Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4282110052**

### **CAPÍTULO 3..... 33**

MEDIDAS MITIGATÓRIAS PARA A RECUPERAÇÃO DE UM CÓRREGO E MATA CILIAR, EM JARAGUÁ DO SUL, SANTA CATARINA, BRASIL

Anderson José Antonietti

Mário Cesar Sedrez

Miriam Hennig

Thomas Saalfeld Silva

Patrícia de Assis

**DOI 10.22533/at.ed.4282110053**

### **CAPÍTULO 4..... 44**

CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA PROVENIENTE DA PALHA DO MILHO *Zea mays* PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE DE PRODUÇÃO DE BRIQUETE

Isaac Anderson Alves de Moura

Joelda Dantas

Nyara Aschoff Cavalcanti Figueirêdo

Rogério Moura Maia

Daguimar Ferreira de Sousa

Ingrid Lélis Ricarte Cavalcanti

Riuzuani Michelle Bezerra Pedrosa Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.4282110054**

### **CAPÍTULO 5..... 54**

CINÉTICA DE DECAIMENTO DE PATÓGENOS ENTÉRICOS EM FARINHA DE CARNE E OSSO SOB CONDIÇÕES SUBTROPICAIS DE TEMPERATURA

Fabiane Toniazzo

Martha Mayumi Higarashi

Nivia Rosana Weber Peter

Daniel Celestino Fornari Bocchese  
Helton Araujo Couto Carneiro  
Denilson Lorenzatto  
Marinara da Silva Machado  
Deivid Roque de Moraes  
Tainá Seidel Durante  
Aline Viancelli  
William Michelin

**DOI 10.22533/at.ed.4282110055**

**CAPÍTULO 6..... 63**

**IDENTIFICAÇÃO DE GENES DE RESISTÊNCIA À FERRUGEM-DA-FOLHA EM TRIGO  
COMO ESTRATÉGIA PARA SEGURANÇA ALIMENTAR E AMBIENTAL**

Sabrina Fátima Dreyer  
Fátima Husein Abdalla  
Sandra Patussi Brammer  
Cássia Canzi Ceccon

**DOI 10.22533/at.ed.4282110056**

**CAPÍTULO 7..... 75**

**INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DAS CINZAS DE CARVÃO EM MISTURAS ASFÁLTICAS  
DENSAS**

Estéfani Clara  
Breno Salgado Barra

**DOI 10.22533/at.ed.4282110057**

**CAPÍTULO 8..... 95**

**COCOS NUCIFERA L. A REVIEW OF THEIR BIOMASS IN BRAZIL**

Lucas dos Santos Azevedo  
Simone Ramires  
Samuel Vinícios Bonato  
Diego Marisco Perez  
Beatriz Ferreira Webber

**DOI 10.22533/at.ed.4282110058**

**CAPÍTULO 9..... 114**

**ESTUDO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM BALDES COM O USO DE  
DIFERENTES TIPOS DE INOCULANTES**

Ester Pereira de Souza  
Lucélia Souza Barbosa  
Janaina Anacleto Nunes  
Juliano da Cunha Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.4282110059**

**CAPÍTULO 10..... 123**

**REMOÇÃO DE PARACETAMOL UTILIZANDO RESÍDUOS DA CASCA DE ARROZ COMO  
BIOSSORVENTE**

Renata Farias Oliveira

Lucas Winter

Nádia Teresinha Schröder

**DOI 10.22533/at.ed.42821100510**

**CAPÍTULO 11..... 136**

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO REPELENTE NATURAL CONTENDO O ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM (*Rosmarinus officinalis L.*)

Juliane Tormena Bresciani

Ariana Ferrari

Daniele Fernanda Felipe

**DOI 10.22533/at.ed.42821100511**

**CAPÍTULO 12..... 145**

ÓLEOS ESSENCIAIS, UMA ALTERNATIVA AO USO DOS INSETICIDAS NA AGRICULTURA: BREVE REVISÃO

Glaucilane dos Santos Cruz

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Carolina Arruda Guedes

Valéria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

Maria Clara da Nobrega Ferreira

Kamilla de Andrade Dutra

Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Camila Santos Teixeira

Jose Vargas de Oliveira

Catiane Oliveira Souza

**DOI 10.22533/at.ed.42821100512**

**CAPÍTULO 13..... 154**

EFEITOS SUBLETAIS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS E DE SEUS COMPOSTOS NA NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO EM INSETOS

Glaucilane dos Santos Cruz

Valeria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

José Vargas de Oliveira

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Maria Clara da Nobrega Ferreira

Carolina Arruda Guedes

Kamilla de Andrade Dutra

Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Catiane Oliveira Souza

**DOI 10.22533/at.ed.42821100513**

**CAPÍTULO 14..... 164**

CONSEQUÊNCIAS DO USO EXCESSIVO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM ABELHAS: UMA DAS PROVÁVEIS CAUSAS DO CCD

Catiane Oliveira Souza

Valeria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira  
Glaucilane dos Santos Cruz  
Carolina Arruda Guedes  
Júlio César dos Santos Nascimento  
Camila Santos Teixeira

**DOI 10.22533/at.ed.42821100514**

**CAPÍTULO 15..... 172**

**ESPACIALIZAÇÃO DAS SUBCLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DE UMA MICROBACIA ATRAVÉS DE GEOPROCESSAMENTO, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS**

Sérgio Campos  
Fábio Villar da Silva  
Marcelo Campos

**DOI 10.22533/at.ed.42821100515**

**CAPÍTULO 16..... 182**

**FRAGILIDADE AMBIENTAL DO RIBEIRÃO ÁGUA DA LÚCIA – BOTUCATU (SP), VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Sérgio Campos  
Felipe de Souza Nogueira Tagliarini  
Marcelo Campos

**DOI 10.22533/at.ed.42821100516**

**CAPÍTULO 17..... 194**

**MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS NO CINTURÃO VERDE DE ILHA SOLTEIRA (SP)**

Adriano Souza  
Artur Pantoja Marques  
Amandio José Cabral D'Almeida Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.42821100517**

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 207**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 208**

## REMOÇÃO DE PARACETAMOL UTILIZANDO RESÍDUOS DA CASCA DE ARROZ COMO BIOSSORVENTE

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 04/02/2021

### Renata Farias Oliveira

Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária  
Canoas – RS  
<https://orcid.org/0000-0002-9587-5568>

### Lucas Winter

Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária  
Canoas – RS  
<https://orcid.org/0000-0003-4151-6874>

### Nádia Teresinha Schröder

Universidade Luterana do Brasil, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária  
Canoas – RS  
<https://orcid.org/0000-0001-5505-1137>

**RESUMO:** A presença de fármacos em meio aquático causa efeitos adversos a saúde pública e aos ecossistemas, mesmo em concentrações baixas. A remoção desses produtos em sistemas de tratamento de efluentes não é completa, o que permite a sua acumulação em corpos hídricos. Há necessidade de avaliar os efeitos à longo prazo, de fármacos como o paracetamol, analgésico de uso global, pois sua remoção não ocorre nos sistemas de tratamentos convencionais. A adsorção é um processo que tem se mostrado promissor para a remoção desse tipo de contaminante. Neste sentido, este estudo avaliou a remoção de paracetamol em

soluções aquosas pelo processo de adsorção com uso de casca e cinza de casca de arroz. Para o experimento, buscou-se as melhores condições para a biossorção do contaminante. Foram avaliados os parâmetros: pH entre 4 e 8, concentração inicial do adsorbato de 20 mg.L<sup>-1</sup> de paracetamol, massa de biossorvente entre 0,5 e 1,5 g e tempo de contato entre adsorbente e adsorbato até 120 minutos. Para os ensaios com a casca de arroz não foi possível avaliar a adsorção do paracetamol, pois houve liberação de cor da casca na solução, interferindo na leitura em espectrofotômetro UV-vis. Os resultados do biossorvente cinza de casca de arroz apresentaram-se positivos, uma vez que adsorveu o paracetamol em todas as faixas de pH testadas e o melhor desempenho foi sem ajuste de pH. A massa que mais adsorveu paracetamol foi a de 1,5 g em 50 mL de solução e o melhor tempo foi de 30 minutos. Os melhores valores de remoção foram entre 12 e 32%, demonstrando que a cinza da casca de arroz se apresenta como um material alternativo para adsorção de paracetamol em soluções aquosas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção, Paracetamol, Casca de arroz, Cinza de casca de arroz.

### PARACETAMOL REMOVAL USING RICE SHELL RESIDUES AS BIOSORBENT

**ABSTRACT:** The presence of drugs in the aquatic environment has adverse effects on public health and on ecosystems, even at low levels. The removal of these products in effluent treatment systems is not complete, which allows their accumulation in water bodies. There is a need to evaluate the long-term effects of drugs such as

paracetamol, an analgesic of global use, since its removal does not occur in conventional treatment systems. Adsorption is a process that holds promise for removing this type of contaminant. In this sense, this study evaluated the removal of paracetamol in aqueous solutions by the adsorption process using husk and rice husk ash. For the experiment, the best conditions for the biosorption of the contaminant were sought. The parameters adopted were: pH between 4 and 8, initial concentration of 20 mg.L<sup>-1</sup> of paracetamol, mass of biosorbent between 0.5 and 1.5 g and contact time between adsorbent and adsorbate up to 120 minutes. For the tests with rice husk it was not possible to evaluate an adsorption of paracetamol, as there was release of color of the husk in the solution, interfering with the reading on the UV-vis spectrophotometer. The results of the gray rice husk biosorbent were positive, since it adsorbed paracetamol in all tested pH ranges and the best performance for pH adjustment. The mass that most absorbed paracetamol was 1.5 g in 50 mL of solution and the best time was 30 minutes. The best removal values were between 12 and 32%, demonstrating that the rice husk ash presents itself as an alternative material for adsorption of paracetamol in aqueous solutions.

**KEYWORDS:** Adsorption, Paracetamol, Rice husk, Rice husk ash.

## 1 | INTRODUÇÃO

A contaminação dos ecossistemas aquáticos por fármacos, com capacidade de persistência ambiental e com alto grau de resistência aos processos de degradação natural, intensificou-se devido ao aumento da produção e do alto consumo. Além disso, há o impacto gerado pelo desenvolvimento de novas drogas e o aumento da expectativa de vida (RAD; HARIRIAN; DIVSAR, 2015; REINA et al., 2015; RHEINHEIMER, 2016). A necessidade da produção de fármacos é indiscutível, mas se faz necessário investigar os possíveis impactos ambientais e a consequente contaminação de ambientes aquáticos por esses produtos. Os fármacos são considerados como poluentes persistentes no ambiente, com alto grau de resistência aos processos de degradação natural (OLIVEIRA, 2016). Estes contaminantes são encontrados em águas de abastecimento público e em efluentes. A contaminação dos corpos hídricos ocorre após o lançamento do efluente tratado nos mananciais, uma vez que não há tratamento convencional com eficiência necessária para removê-los, desse modo, esses sistemas ineficientes comprometem o reuso sustentável da água. Até mesmo em baixas concentrações e com exposição contínua e crescente, os fármacos oferecem riscos à saúde, resultando em efeitos tóxicos e danos irreversíveis a vários níveis tróficos, porém pouco se sabe sobre o grau que pode afetar os organismos (AMÉRICO et al., 2013; COELHO, 2014). Entre os principais grupos de fármacos que podem gerar estes danos estão os analgésicos, antibióticos, antiepilépticos, antidepressivos, betabloqueadores e contraceptivos. Um deles, que possui elevada representação de toxicidade é o paracetamol (MONTAGNERA; VIDALA; ACAYABAB, 2017; OLIVEIRA, 2016).

A adsorção pode ser uma alternativa a ser utilizada no processo de remoção de paracetamol de ambiente aquático, uma vez que processos tradicionais não são suficientes

para garantir a qualidade da água (KIELING, 2016). Ela é um processo exotérmico de separação física e purificação, no qual o material adsorvido não é alterado quimicamente e ocorre adesão de moléculas do adsorvido ao adsorvente (PENHA et al., 2016). A capacidade de adsorção de um material é medida pela sua área superficial específica, tamanho e distribuição de poros, teor de cinzas, densidade e a natureza de grupos funcionais presentes em sua superfície. O comportamento do adsorbato é determinado por fatores fundamentais como hidrofobicidade, polaridade, dimensão da molécula, solubilidade em meio líquido e pH determinado pelo grupo funcional da amostra (KIELING, 2016; RAD; HARIRIAN; DIVSAR, 2015; REINA et al., 2015).

A possibilidade de utilização de novos adsorventes de origem vegetal, como por exemplo biomassa resultante das atividades agroindustriais, a partir de processos produtivos e de consumo, é uma alternativa sustentável. A biomassa residual de atividades agrícolas ainda é pouco aproveitada sendo muitas vezes descartada para decomposição natural gerando passivos ambientais como a geração de gás carbônico e metano, além de aumentar o potencial poluidor de solos e de água, que associado à disposição inadequada compromete, também, a saúde pública (BARBIERI, et al., 2013; BARBOSA, et al., 2014; NUNES, 2014; PENHA et al., 2016; SANTANA, et al., 2018). Ao inserir um resíduo, como material alternativo com baixo custo, dentro de uma cadeia produtiva, ele passa a ser um coproduto. Um fator determinante para o uso de resíduos sólidos como um coproduto é a necessidade da determinação correta do uso, com enfoque na sua viabilidade técnica, econômica e ambiental (BRAGA et al., 2005; DONATO; BARBOSA; BARBOSA, 2015).

O Brasil apresenta todas as condições necessárias para o processo natural de bioconversão para produção de biomassa, quer seja para fins energéticos, produção de alimentos e até mesmo para tratamento de efluentes (FERNANDES, et al., 2018). Uma biomassa abundante de atividade agrícola é a casca de arroz. A casca de arroz possui as características necessárias para ser inserida como matéria-prima na constituição de diversos materiais, em diferentes segmentos industriais (FONTOURA, 2015). Ela é formada por um revestimento ou capa protetora que se desenvolve durante o crescimento do grão, sendo de baixa densidade e elevado volume. Trata-se de um material fibroso, onde os maiores constituintes são celulose (50%), lignina (30%) e resíduos inorgânicos (20%). O resíduo inorgânico contém, em média, 95 a 98%, em massa, de sílica, na forma amorfa hidratada, perfazendo 13 a 29% do total da casca (POUEY, 2006). É comum ocorrer variação do percentual de sílica na casca de arroz, pois varia conforme: variedade da espécie, tipo de clima, condições do solo e localização geográfica. Eles influenciam diretamente nos percentuais de  $\text{SiO}_2$ , do material orgânico e água. Também há outros elementos constituintes como  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  e  $\text{MnO}_2$ , Alginina e a celulose. A casca de arroz corresponde a 20% da massa do grão (POUEY, 2006).

No processo de combustão da casca de arroz, a matéria orgânica (lignina e celulose) é perdida e cerca de 20% da casca é convertido em cinza. A cinza da casca de arroz (Figura

1) é o resultado do processo de combustão em caldeiras para geração de energia/vapor. Faz-se necessário a combinação de três variáveis no processo de combustão: tipo de equipamento utilizado (a céu aberto, fornalhas tipo grelha ou leito fluidizado); temperatura de queima e tempo de exposição durante o processo. A combinação destes elementos determina o tipo resultante de cinza (FONTOURA, 2015).

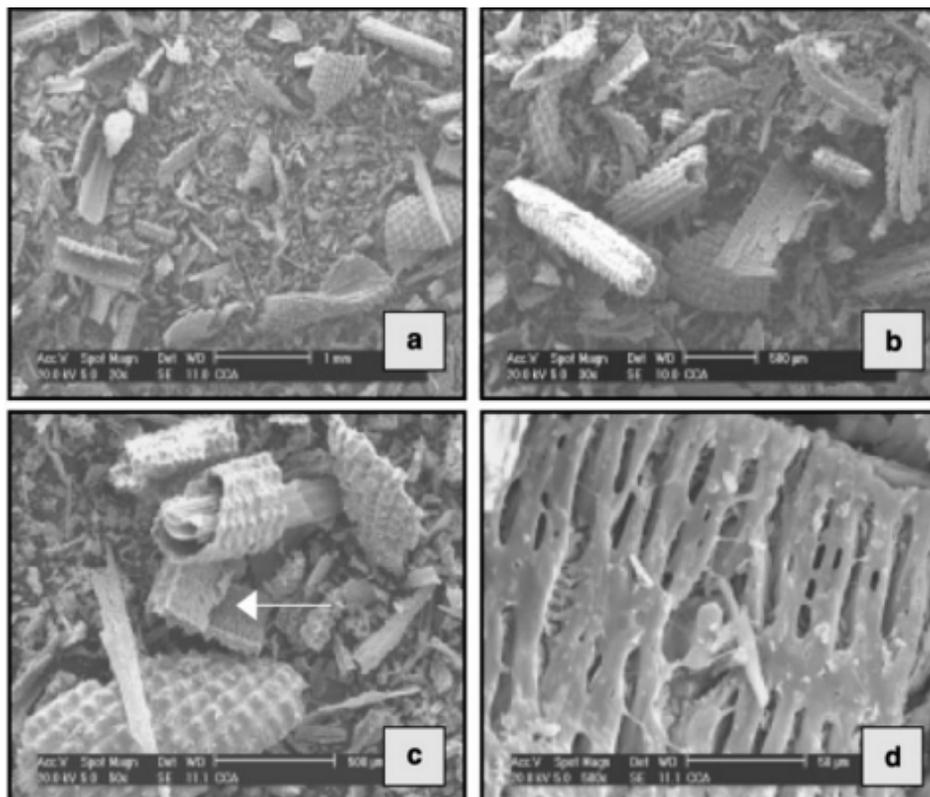


Figura 1: Características da cinza de casca de arroz, sendo: (a) distribuição granulométrica variada; (b) aspecto morfológico; (c) epidermes internas e externas em destaque; (d) estrutura da epiderme interna da cinza.

Fonte: Della; Kühn; Hotza (2001).

A cinza da casca de arroz possui uma estrutura celular porosa com grande quantidade de sílica, em torno de (85 a 95%). Nela há impurezas como óxido de potássio ( $K_2O$ ) e óxido de sódio ( $Na_2O$ ), que estão relacionados com o uso de fertilizantes em lavoura (CAMARGO, et al., 2018). A microporosidade e a cristalinidade da sílica da cinza da casca de arroz dependem dos parâmetros da combustão. Isto foi verificado pela observação de dois parâmetros aplicados: tempo (de 1 a 30 horas) e temperatura (de 300 a 900°C). O aumento da temperatura acima de 870°C e do tempo de combustão faz a sílica, existente

na cinza da casca de arroz, ser transformada em formas cristalinas, tais como cristobalite e tridimite, tornando-se perigosa para a saúde humana, principalmente no caso de inalação (POUEY, 2006; CAMARGO, et al., 2018).

A escolha da melhor opção a ser utilizada no processo de adsorção deve ser baseada nas características do adsorvente como seletividade, capacidade, compatibilidade, regenerabilidade e baixo custo (NASCIMENTO et al., 2014). A cinza da casca de arroz possui como características a insolubilidade em água, estabilidade química, alta resistência, baixo custo e uma estrutura granular e porosa, apresentando-se como um possível material adsorvente. Para se viabilizar o uso da cinza da casca de arroz como material adsorvente no processo de adsorção, há necessidade de se realizar a segregação granulométrica dos resíduos da fonte geradora. Separar a cinza da casca de arroz dos demais resíduos se faz necessário para que o processo de adsorção seja o mais eficiente possível (FERNANDES et al., 2015, FONTOURA, 2015; KIELING, 2016).

A cinza da casca de arroz, mesmo sem um pré-tratamento ou somente tratamento físico, apresenta propriedades que indicam seu uso como material adsorvente. Ela já foi utilizada, por exemplo, em soluções aquosas contaminadas com zinco (II), cromo (VI) e chumbo (II) com resultados de remoção superior a 90% (VASQUES, 2008). Algumas indústrias incorporam a cinza em uma etapa do processo produtivo. Outras utilizam a compostagem como destino para este resíduo agroindustrial, que apesar da redução da carga orgânica há formação de metano (CH<sub>4</sub>). A maioria das indústrias não reaproveitam a casca e nem cinza da casca de arroz criando um passivo ambiental pela poluição que causam sendo descartada em aterro (CALHEIRO et al., 2016). Dentro deste contexto, este estudo avaliou a casca e a cinza da casca de arroz como biossorvente na remoção de paracetamol em efluentes sintéticos.

## 2 | METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados em bancada de laboratório no Centro de Pesquisa em Produto e Desenvolvimento (CEPPED) da ULBRA e os parâmetros de processo e procedimentos metodológicos, para estudo de adsorção, estão de acordo com Oliveira (2013). As amostras dos adsorventes casca e cinza da casca de arroz utilizados neste experimento foram disponibilizados por uma cervejaria. A casca de arroz é utilizada como combustível para geração de vapor em três caldeiras de biomassa da cervejaria originando a cinza da casca de arroz. A cinza é abatida no sistema de filtros de manga e encaminhada para o silo de armazenamento, onde ela é comercializada posteriormente.

Os adsorventes foram colocados em estufa a 60°C por 24 horas com a finalidade de remover a umidade e foram mantidos em dessecador até o momento dos ensaios. O estudo de adsorção foi realizado segundo a metodologia de Oliveira (2013).

A solução estoque (20 mg.L<sup>-1</sup>) foi preparada pela dissolução de 20 mg de paracetamol p.a em água destilada utilizando um balão volumétrico de 1000 mL. As soluções com concentração menores foram preparadas por diluição. O método de leitura do paracetamol em espectrofotômetro UV-vis foi a varredura da solução obtendo-se maior absorvância em 242 nm. Os parâmetros analisados foram: pH, concentração do sólido variável e tempo de retenção.

## 2.1 Avaliação preliminar da eficiência de remoção dos biossorventes

Para avaliação preliminar da casca e da cinza da casca de arroz no processo de adsorção do fármaco foram realizados ensaios com solução sintética de paracetamol em meio aquoso. Para isso foi utilizado uma solução sintética de paracetamol com concentração de 20 mg.L<sup>-1</sup>, massa de sólido adsorvente de 0,5 g em 50 mL de solução com tempo de contato de 2 horas a rotação constante em um agitador de Wagner. As leituras foram feitas no comprimento de onda 242 nm. O adsorvente utilizado foi aquele que apresentou maior remoção de paracetamol no ensaio preliminar.

## 2.2 Efeito do pH no processo de adsorção

Os ensaios foram realizados em batelada com solução sintética variando o pH em 4, 6 e 8 e testagem da casca e a cinza da casca de arroz como sólidos adsorventes. Nestes testes foram usados 0,5 g de sólido adsorvente em frascos do tipo Schott contendo 50 mL da solução aquosa com concentração de 20 mg.L<sup>-1</sup> de paracetamol. O pH foi ajustado utilizando NaOH (0,1 N) ou HCl (0,1 N). Em agitador de Wagner, a agitação foi constante por um período de 2 horas. Após, os sólidos em suspensão foram filtrados e a amostra líquida analisada em espectrofotômetro UV-vis. Esta metodologia foi usada para determinar o pH ótimo de adsorção para casca e a cinza da casca de arroz em solução aquosa. Com a finalidade de quantificar a remoção do poluente (R) após a adsorção dos sólidos, foi calculada a remoção de paracetamol da solução aquosa através da Equação 1.

$$R (\%) = \frac{ABS_i - ABS_f}{ABS_i} \cdot 100 \quad \text{Equação 1}$$

ABS<sub>i</sub> é a absorvância inicial da solução aquosa

ABS<sub>f</sub> a absorvância final

## 2.3 Determinação da concentração do sólido adsorvente

Os testes foram realizados em diferentes concentrações dos resíduos selecionados variando entre 0,5, 1,0 e 1,5 g.L<sup>-1</sup> em 50 mL de solução de paracetamol com concentração de 20 m.L<sup>-1</sup>. Foi aplicado um tempo de retenção de 2 horas em um Agitador de Wagner, de forma constante. Após esta etapa os adsorventes em suspensão foram removidos por filtração e a solução foi analisada em espectrofotômetro UV-vis.

## 2.4 Determinação do Tempo de Contato

Para determinar a influência do tempo de contato foram realizados ensaios com variação do tempo entre 15 a 120 minutos. Foi usado um volume de 50 mL de solução sintética de paracetamol  $20 \text{ m.L}^{-1}$  agitada com 1,5 g de bioissorvente. Após os sólidos suspensos foram filtrados e a solução analisada em equipamento de espectrofotometria UV-vis.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios de pH, concentração de sólido adsorvente e tempo de contato em solução sintética de paracetamol utilizando casca e cinza da casca de arroz como sólidos adsorventes demonstram as condições de processo em que foram obtidos resultados na remoção do poluente. No gráfico 1 visualiza-se a curva de calibração da concentração do paracetamol. O valor de  $R^2$  foi de 0,95.

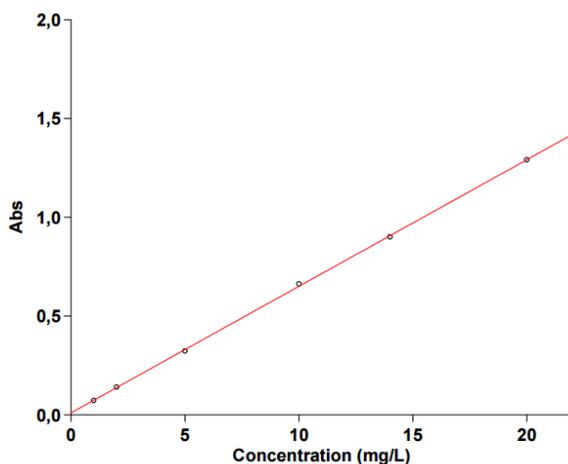


Gráfico 1. Curva de calibração do paracetamol.

### 3.1 Avaliação preliminar dos bioissorventes

A casca e a cinza da casca de arroz foram testados a fim de identificar o melhor bioissorvente para remoção de paracetamol em efluentes. Os dados apresentados são da cinza da casca de arroz, pois a casca de arroz liberou cor em contato com a solução, não sendo possível avaliar o seu potencial como bioissorvente. Este fato impossibilitou a leitura em espectrofotômetro UV-vis, uma vez que a cor interferiu no resultado. Em contrapartida, a cinza da casca de arroz apresentou eficiência de remoção de paracetamol. Esse dado corrobora com os resultados de Kieling (2016), onde a cinza da casca de arroz foi usada

como bioissorvente para a remoção de benzeno, tolueno e xileno. No ensaio a concentração de remoção foi de 96,5 % para o benzeno e tolueno e de 98,7 % para o xileno.

### 3.2 Avaliação do efeito do pH

A eficiência de remoção com pH 4 foi de 8,0%, com pH 6 foi de 3,2% e com pH 8 foi de 6,0%. O ajuste de pH é uma etapa que acrescenta custos pela adição de produtos químicos e o pH da solução sem ajuste varia entre 7 e 8, optou-se por continuar os experimentos sem ajustar o pH das soluções. Pode ser observada a variação na absorvância final do paracetamol referente a eficiência da remoção de acordo com o pH. O pH mais baixo foi o mais eficiente na remoção.

De acordo com Cosmo, Ribeiro e Ribeiro (2011), a maior adsorção do paracetamol, quando utilizado o bioissorvente quitosana, ocorreu no pH 1,5. Em experimento com carvão ativado e bagaço de dendê realizados por Rheinheimer (2016), a influência do pH na adsorção apresentou pouca variação entre pH ácido e neutro. A remoção foi de 65,87% com pH 2 e 64,85% com pH 6,5. Com o pH básico foi verificado uma menor remoção do paracetamol (44,12%). Este comportamento também foi registrado por Dutta et al. (2015), com uma remoção de 97% com pH 2 e 44% com pH 9, que está associado a competitividade de adsorção com íons OH<sup>-</sup>.

### 3.3 Avaliação da concentração de sólido adsorvente

A capacidade de adsorção com base na quantidade de sólido adsorvente em solução foi avaliada variando a quantidade aplicada. O gráfico 2 ilustra a remoção do paracetamol de forma gradual em relação à concentração de sólido sorvente. Foram avaliadas as massas do adsorvente nos valores de 0,5, 1,0 e 1,5 g em solução de 50 mL de concentração de 20mg/L.

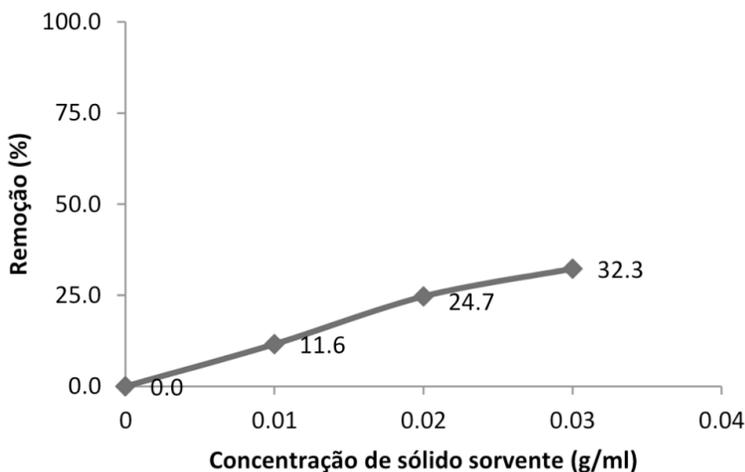


Gráfico 2. Remoção do paracetamol em relação à concentração de sólido adsorvente.

Percebe-se a redução gradativa da concentração no contaminante paracetamol à medida que aumenta a concentração do sólido adsorvente da cinza da casca de arroz, chegando ao limite de 32,3% de remoção. É provável que ao aumentar a concentração de massa do biossorvente, também aumenta a remoção do poluente devido a disponibilidade dos sítios disponíveis para adsorção (OLIVEIRA, 2013). Pelos dados apresentados no gráfico 3 reforça-se que a redução da concentração do paracetamol pode se dá em função da quantidade de sólido adsorvente utilizada.

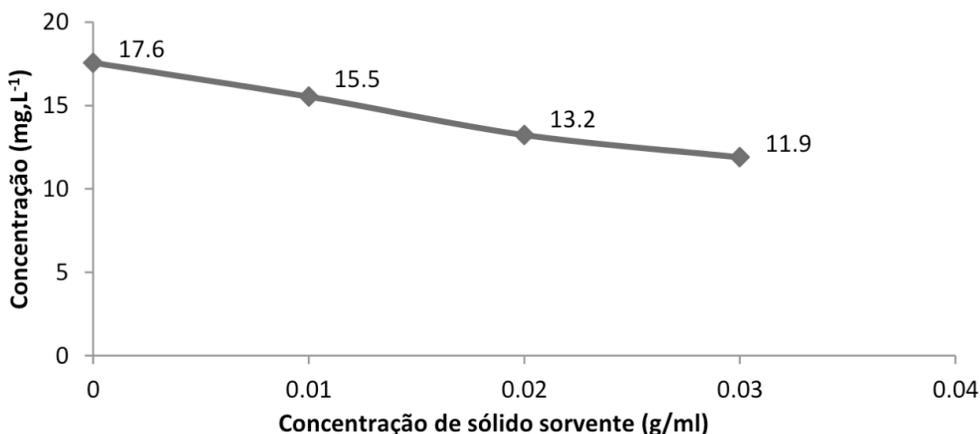


Gráfico 3. Remoção do paracetamol devido à concentração do sólido adsorvente.

A concentração de sólido adsorvente é um parâmetro de grande importância, sendo que ele determina a capacidade de cada adsorvente em remover uma determinada concentração inicial fixa de um contaminante (OLIVEIRA, 2013). No experimento realizado por Rheinheimer (2016) com carvão ativado, o comportamento da remoção de paracetamol exhibe uma tendência de crescimento com o aumento da concentração do adsorvente e, após certo valor, atinge um patamar de estabilidade. Nas análises realizadas com diferentes concentrações, os percentuais de remoção com concentrações de adsorvente de 5, 7,5 e 10 g.L<sup>-1</sup> possuem valor F calculado (19,85) muito superior a F-crítico (9,55). Esta avaliação indica que, nestas faixas de concentração, a remoção obtida é influenciada de forma significativa pela quantidade de adsorvente presente na solução. Nos ensaios realizados identificou-se a capacidade da cinza da casca de arroz em realizar esta função de forma proporcional com a quantidade de sólido adsorvente aplicada.

De acordo com Kieling (2016), a utilização da cinza da casca de arroz como adsorvente para soluções contaminadas com benzeno, etilbenzeno, tolueno e xileno, foram próximas a 100% obtidas nas concentrações iniciais de 1 e 5 mg.L<sup>-1</sup>. Para os valores de concentrações iniciais de 10 e 20 mg.L<sup>-1</sup>, os percentuais de remoção também foram

elevados para etilbenzeno e xileno. O melhor desempenho do sólido sorvente foi alcançado nas amostras com concentração de massa de  $20 \text{ g.L}^{-1}$ . Nos ensaios realizados, o melhor resultado foi de 32,3% de remoção do paracetamol para massa de  $0,03 \text{ g.mL}^{-1}$ .

### 3.4 Avaliação do tempo de contato

Os ensaios referentes ao tempo de contato foram realizados entre 15 e 120 minutos com objetivo de determinar o melhor tempo de contato para adsorção do paracetamol em solução aquosa com cinza da casca de arroz. Foram utilizadas condições de processo pré-avaliadas sem ajustar o pH e a massa de sólido adsorvente de 1,5 g em 50 mL. No gráfico 4 é possível observar a remoção de paracetamol em função do tempo de contato.

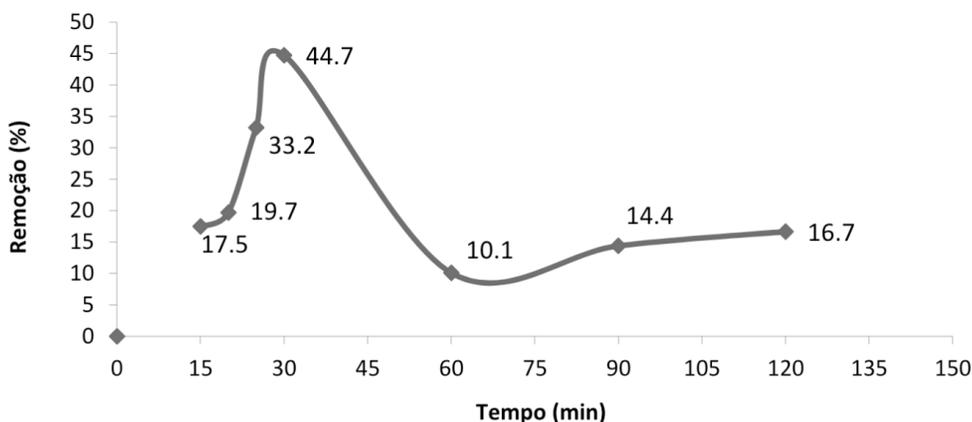


Gráfico 4. Remoção (%) do paracetamol em função do tempo de contato

A maior remoção de paracetamol foi obtida no tempo de contato de 30 minutos. No período de 20 a 30 minutos observa-se o pico de remoção do paracetamol em função do tempo. Após este intervalo ocorre uma queda acentuada na eficiência de remoção em relação ao tempo. Conforme Kieling (2016), este fenômeno ocorre devido os sítios ativos da superfície da cinza da casca de arroz, que no princípio apresentam disponibilidade total de adsorver os íons do paracetamol resultando um período de rápida adsorção. Após é possível que tenha ocorrido a dessorção do paracetamol do sólido adsorvente, por isso a diminuição da remoção. Segundo Rheinheimer (2016), o tempo de contato entre as fases é importante para o fenômeno da adsorção, uma vez que cada etapa poderá apresentar diferentes resistências e velocidades, dependendo das variáveis do sistema, que deverão ser vencidas para atingir o estado equilíbrio.

## 4 | CONCLUSÃO

As biomassas selecionadas e aplicadas neste estudo sobre a bioadsorção do paracetamol em meio aquoso foram a casca e a cinza da casa de arroz. Elas atenderam parcialmente as expectativas de suas aplicações na agroindústria. Isso se deve ao fato de a casca de arroz não apresentar as características de adsorção necessárias para seu uso na remoção do fármaco paracetamol. Este fato foi evidenciado no ensaio de pH, realizado na faixa de valores de 4 a 8, cujo objetivo foi de determinar o sólido adsorvente com a maior capacidade de remoção de paracetamol em solução aquosa. Esta análise foi determinante para verificar que o uso da casca de arroz não foi compatível com o experimento, pois o sólido liberou cor na solução aquosa. Em contrapartida a cinza da casca de arroz obteve resultado positivo quanto a sua aplicação na bioadsorção do contaminante paracetamol.

A avaliação dos melhores parâmetros para o processo de adsorção do paracetamol em sistema de batelada com agitação constante foram, pH 4, massa de cinza da casca de arroz de 1,5 g em 50 mL e tempo de contato de 30 minutos.

O resultado mais importante foi a identificação da possibilidade de uso da cinza da casca de arroz como bioadsorvente na remoção de paracetamol de meio aquoso. Vale ressaltar que esta alternativa é sustentável, pois é uma estratégia de aproveitamento de resíduos de baixo custo. A aplicação deste recurso no tratamento de efluentes contaminados por outras categorias de fármacos e/ou poluentes poderá apresentar resultados mais significativos na remediação de águas contaminadas. Este estudo comprovou que, do ponto de vista ambiental, econômico e social, reaproveitar os resíduos agrícolas, como por exemplo, a cinza da casca de arroz na função de bioadsorvente é possível.

## REFERÊNCIAS

AMÉRICO, J. H. P.; TORRES, N. H.; AMÉRICO, G. H. P.; CARVALHO S. L. Ocorrência, destino e potenciais impactos dos fármacos no ambientes. **SaBios: Ver. Saúde e Biol.**, v. 8, n.2, p. 59-72, 2013.

BARBIERI, L.; ANDREOLA, F.; LANCELLOTTI, I.; TAURINO, R. Management of agricultural biomass wastes: Preliminary study on characterization and valorization in clay matrix bricks. **Waste Management**, v.33, p. 2307–2315, 2013.

BARBOSA, C. S., SANTANA, S. A. A., BEZERRA, C. W. B., SILVA, H. A. dos S. Remoção de compostos fenólicos de soluções aquosas utilizando carvão ativado preparado a partir do aguapé (*Eichhornia crassipes*): estudo cinético e de equilíbrio termodinâmico. **Quím. Nova**, v. 37, n. 3, p. 447-453, 2014.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. de; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. Pearson Prentice Hall, 2005, 318 p.

CALHEIRO, D.; FERNANDES, I. J.; KIELING, A. G.; MORAES, C. A. M.; KULAKOWSKI, M. P.; BREHM, F. A. Influência da segregação granulométrica e do emprego de aditivos de moagem na adequação de cinzas de casca de arroz como coproduto. **Matéria**, v. 21, n. 2, p. 270-281, 2016.

CAMARGO, A. F.; BRANDLER, D.; MODKOVSKI, T. A.; SCAPINI, T.; TREICHEL, H. Uma revisão sobre a influência dos processos de queima na composição da cinza da casca de arroz visando produção de sílica. **Revista CIATEC – UPF**, v.10, n. 2, pp.42-57, 2018.

COELHO, G. Uso de técnicas de Adsorção utilizando Resíduos Agroindustriais na remoção de contaminantes em águas. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n. especial, p.291-317, 2014.

DELLA, V. P.; KÜHN, I.; HOTZA, D. Caracterização de cinza de casca de arroz para uso como matéria-prima na fabricação de refratários de sílica. **Quim. Nova**, v. 24, n. 6, p. 778-782, 2001.

DONATO, L. DE A.; BARBOSA, M. DE F. N.; BARBOSA, E. M. Reciclagem: o caminho para o desenvolvimento sustentável. **POLÊMICA**, v. 15, n. 2, 2015, Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/17838/13286>. Acesso em: 10/11/2020.

FERNANDES, I. J.; SANTOS, E. C. A. DOS; OLIVEIRA, R.; REIS, J. M.; CALHEIRO, D.; MORAES, C. A. M.; MODOLO, R. C. E. Caracterização do resíduo industrial casca de arroz com vistas a sua utilização como biomassa. **6º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**, São José dos Campos, SP, 2015.

FERNANDES, T. L.; SILVA, L. X. DA T.; PY-DANIEL, S. S.; LIMA, L. A.; LINCOLN P. DE O.; MÁRCIO, L. DA S.; GHESTI, G. F. Estudo Prospectivo sobre a Utilização de Biomassa na Produção de Biogás para Geração de Energia Descentralizada. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, n. 3, p. 940-951, 2018.

FONTOURA, L. P. **Potencial Econômico e Aplicações da Casca de Arroz no Estado do Rio Grande do Sul**. TCC (Bacharel em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 57f, 2015.

KIELING, A. G. **Adsorção de BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno – Em Cinza de Casca de Arroz e Carvão Ativado**. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, 175 f, 2016.

MONTAGNERA, C.C.; VIDALA, C.; ACAYABAB, R.D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas no Brasil: Cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Química Nova**, v. 40, n. 9, 1094-1110, 2017.

NASCIMENTO, R.F.do, LIMA, A.C.A., VIDAL, C.B., et al., **Adsorção: Aspectos teóricos e aplicações ambientais**. 1ª ed. Fortaleza, Imprensa Universitária. 2014.

NUNES, A dos S. **Produção de Adsorventes a partir de Casca de Amendoim Visando a Aplicação na Remoção de Corantes Orgânicos**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, Bahia, 66 f., 2014.

OLIVEIRA, F. **Remoção de Paracetamol em solução aquosa via Processos Oxidativos Avançados (Fenton e Foto-Fenton)**. Trabalho de diplomação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2016.

OLIVEIRA, R. F. **Estudo de Adsorção de Cromo Hexavalente para Altas Concentrações**. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, 80 f., 2013.

PENHA, R. S.; SANTOS, C. C.; CARDOSO, J. J. F.; SILVA, H. A. S.; SANTANA, S. A. A.; BEZERRA, C. W. B. Casca de Arroz Quimicamente Tratada como Adsorvente de Baixo Custo para a Remoção de Íons Metálicos (Co<sup>2+</sup> and Ni<sup>2+</sup>). **Rev. Virtual Quim.**, v. 8, n. 3, p. 588-604, 2016.

POUEY, M. T. F. **Beneficiamentos da Cinza de Casca de Arroz Residual com Vistas a Produção de Cimento Composto e/ou Pozolâmico**. Tese (doutorado) Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2006.

RAD, L. R., HARIRIAN, I.; DIVSAR, F. Comparison of adsorption and photo-Fenton processes for phenol and paracetamol removing from aqueous solutions: Single and binary systems. **Spectrochim Acta A.**; v. 136 B, n. 5, p. 423-428, 2015.

REINA, A. C.; SANTOS-JUANES, L.; GARCÍA SANCHEZ, J. L.; CASAS LÓPEZ, J. L.; MALDONADO RUBIO, M. I.; LI PUMA, G.; SANCHÉZ PEREZ, J. A. Modelling the photo-Fenton oxidation of the pharmaceutical paracetamol in water including the effect of photon absorption (VRPA). **Appl Catal B-Environ.**, n.166-167: p. 295-301, 2015.

RHEINHEIMER, M. O. W. **Remoção de Paracetamol por Adsorção em Carvão Ativado: Processo em Batelada e Coluna de Leito Fixo**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharel em Engenharia Química). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, 57 f., 2016.

SANTANA, G. M.; LELIS, R. C. C.; PAES, J. B.; MORAIS, R. DE M.; LOPES, C. R.; LIMA, C. R. de. Activated carbon from bamboo (*Bambusa vulgaris*) for methylene blue removal: prediction to the environment applications. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p.1179-1191, 2018.

VASQUES, A. **Caracterização e Aplicação de Adsorvente para Remoção de Corantes de Efluentes Têxteis em Batelada e Colunas de Leito Fixo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 177 f., 2008

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorção 83, 123, 124, 125, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Agricultura 3, 46, 145, 146, 147, 168, 169, 180

Alecrim 136, 138, 139, 140, 142, 143

Apis mellifera 151, 165, 166, 168, 169, 170, 171

Área de Preservação Permanente 26, 27, 33

### B

Biomassa 44, 46, 47, 49, 51, 52, 112, 113, 125, 127, 134

Bioquímica 144, 155

Biválvulas 1

### C

Carcaças 54, 55, 56, 60

Casca de Arroz 47, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135

Cinza de Casca de Arroz 123, 126, 134, 135

Cinzas de Carvão Mineral 75

Cocos núcifera L. 95

Compostagem 114, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 127

Conservação da Biodiversidade 24, 32, 43

Contaminação Ambiental 1, 4, 147, 156

### D

Defensivos Agrícolas 164, 165, 168

Degradação do Solo 194

### E

Escherichia coli 11, 55, 56, 60

### F

Fragmentação Florestal 24, 34

### G

Geoprocessamento 172, 173, 180, 182, 192, 193, 207

### I

Impactos Ambientais 24, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 42, 45, 77, 124, 183

Inoculantes 114, 116, 117, 118, 119, 121

Insetos 28, 136, 137, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 168, 169, 170

## M

Marcadores Moleculares 63, 65, 69, 70, 72

Marisqueiras 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 18, 20, 22

Material Lignocelulósico 44

Meio Ambiente 9, 3, 20, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 76, 77, 114, 115, 121, 136, 137, 138, 143, 147, 194

Microbacia 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192

Misturas Asfálticas Densas 75, 77, 92, 93, 94

## O

Óleo Essencial 136, 138, 139, 140, 142, 152, 157, 159

## P

Paracetamol 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Polinizadores 165, 168, 169

Puccinia Triticina 63, 64, 71, 73

## R

Reator Biológico 114

Recuperação Ambiental 31, 33, 42

Repelente Natural 136, 142

Resíduos Orgânicos 46, 114, 115, 121

## S

Salmonella sp. 55, 57, 60

Sedimentos 1, 4, 5, 7, 9, 17, 18, 20, 21, 22, 29, 206

Sistema de Informação Geográfica 182

Suíno 55

## T

Translocações Cromossômicas 63, 66, 67

Triticum aestivum 63, 64, 72, 73, 74

## U

Uso do Solo 172, 173, 178, 179, 182, 185, 189, 191, 192, 195

# Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



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

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

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2021

# Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



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

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

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

**Atena**  
Editora

Ano 2021