

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora

Ano 2021

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Elói 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 Lúvia 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

Coleção desafios das engenharias: engenharia sanitária

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia sanitária /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. –
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-225-5

<https://doi.org/10.22533/at.ed.255213006>

1. Engenharia sanitária. I. Paniagua, Cleiseano
Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

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

O e-book intitulado: “Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Sanitária” é composto por dezesseis capítulos de livros que foram organizados e divididos em duas grandes áreas: (i) geração, reuso, reciclagem, reaproveitamento e disposição final de resíduos líquidos e sólidos e (ii) gestão de recursos hídricos e saneamento básico (rural e urbano).

O primeiro é composto por nove trabalhos que apresentam temáticas em voga na atualidade, entre os quais: i) descarte inadequado de medicamentos na rede coletora de esgoto residencial; ii) aproveitamento de resíduos da construção civil; iii) avaliação de áreas destinadas a disposição final de resíduos sólidos; iv) a importância da gestão de resíduos sólidos; v) reutilização de esgoto com vistas a sua utilização; vi) o uso de biotecnologia e biomassas de origem vegetal para remoção de contaminantes presentes em diferentes compartimentos aquáticos; vii) proposta de implantação de sistemas de tratamento de águas residuais provenientes de uma usina de materiais recicláveis e viii) estudo de viabilidade financeira do emprego de tratamento térmico de resíduos sólidos provenientes de áreas urbanas.

A segunda grande área apresenta sete trabalhos que apresentam temas, entre os quais: i) a importância da melhor gestão de águas da América Latina e do Caribe; ii) estudo de dimensionamento de drenagem de águas pluviais em área urbana; iii) a importância de se pensar o saneamento rural e urbano em áreas públicas e privadas e iv) estudo de caso de formação de ilhas de calor em áreas urbanas situadas em regiões com alta densidade demográfica. Todos os trabalhos presentes neste e-book procuram evidenciar e chamar a atenção para um problema que afeta a sociedade atual e comprometerá a sobrevivência das gerações vindouras: o excesso de resíduo gerado e depositado no ambiente e falta de recursos hídricos para os diversos usos pela humanidade.

Diante disso, a sociedade atual precisa voltar os olhos para a mudança de práticas e hábitos que comprometem e assolam a humanidade nos tempos atuais e que comprometerá a sobrevivência da espécie humana, podendo ocasionar sua extinção. Neste sentido, a Atena Editora vem trabalhando e buscando cada vez mais proporcionar que pesquisadores não só do Brasil, mas de diferentes países possam contribuir com o conhecimento científico que leve a sociedade a se informar e formar uma consciência coletiva em relação à harmonia entre homem e natureza. Para isso, a editora trabalha em prol de buscar a excelência em publicação de livros e capítulos de livros de acordo com os critérios estabelecidos e exigidos pela CAPES para obtenção do *Qualis* L1 por meio da divulgação de trabalhos em diferentes plataformas digitais e acessíveis de forma gratuita a todos os interessados.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A DELICADA E PROBLEMÁTICA RELAÇÃO ENTRE O USO E O DESCARTE INADEQUADO DE MEDICAMENTOS

Camila de Mello de Micheli
Talia Rebelatto Dambros
Fabiana Regina Grigolo Luczkiewicz
Valdir Eduardo Olivo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130061>

CAPÍTULO 2..... 13

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL, PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO EM USINA DE BRITAGEM EM PORTO VELHO – RO: UM ESTUDO DE CASO NA PRS RECICLADORA

Eveline Galvan
Marcela Barbosa de Moraes
Márcio Augusto Sousa Silva
Raimundo Amorim Duarte Neto
Priscylla Lustosa Bezerra
Naraíel Pereira Ferrari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130062>

CAPÍTULO 3..... 22

AVALIAÇÃO DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE CONTAGEM – MG COM BASE NO ÍNDICE IQR

Bruno da Silva Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130063>

CAPÍTULO 4..... 35

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E ROTAS DE TRATAMENTO: UM PANORAMA DO BRASIL E DO MUNDO

Gustavo Henrique Faria de Araújo
Liséte Celina Lange
Vitor Alvarenga Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130064>

CAPÍTULO 5..... 50

DIRETRIZES PARA OBTENÇÃO DE POTABILIDADE DIRETA ATRAVÉS DO REUSO DO ESGOTO

Eduardo Antonio Maia Lins
Nayhara Araújo Augusto do Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130065>

CAPÍTULO 6..... 73

APLICAÇÃO DE ENZIMAS PEROXIDASES NO TRATAMENTO DE EFLUENTES

CONTAMINADOS COM FENOL: UMA REVISÃO

Mariana Gomes Oliveira
Júlia Nercolini Göde
Taciana Furtado Ribeiro
Tháís Agda da Cruz Primo
Renata Bulling Magro
Lucas de Bona Sartor
Emili Louise Diconcilli Schutz
Alvaro João Zonta Neto
Cristiane Graciele Kloth
Everton Skoronski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130066>

CAPÍTULO 7..... 80

POTENCIALIDADES DA CASCA DE BANANA COMO BIOADSORVENTE DE CONTAMINANTES PRESENTES EM MATRIZES AQUÁTICAS: PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Bruno Elias dos Santos Costa
Nivia Maria Melo Coelho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130067>

CAPÍTULO 8..... 92

PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM UMA UNIDADE DE RECICLAGEM DE PLÁSTICOS NO MUNICÍPIO DE TRINDADE, GOIÁS

Ana Luiza Duarte de Abreu
Rosana Gonçalves Barros
Sandro Moraes Pimenta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130068>

CAPÍTULO 9..... 111

VIABILIDADE FINANCEIRA, BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS COM O TRATAMENTO TÉRMICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NOS MUNICÍPIOS OPERADOS PELA SABESP NA RMSP

Rodrigo Chimenti Cabral

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2552130069>

CAPÍTULO 10..... 142

ESTUDO DE CASO: DIMENSIONAMENTO DE MICRODRENAGEM PARA UMA REGIÃO DO CENTRO DO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO- RS

Luana dos Santos Pinheiro
José Carlos Alves Barroso Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.25521300610>

CAPÍTULO 11..... 157

SANEAMENTO RURAL NO ESTADO DO PARÁ: PANORAMA, GESTÃO E TECNOLOGIAS

ALTERNATIVAS PARA MUNICÍPIOS COSTEIROS

Hyago Elias Nascimento Souza

Eduardo Ribeiro Marinho

Carlos José Capela Bispo

Elzelis Muller da Silva

Antônio Pereira Júnior

Aline Souza Sardinha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.25521300611>

CAPÍTULO 12..... 170

ANÁLISE DOS IMPACTOS OCACIONADOS PELA FALTA DE SANEAMENTO EM TRECHO ANTROPORIZADO DO RIO SALGADO

Nayanne Maria Gonçalves Leite

Maria Isabel Ferreira dos Santos

Layane Moura Rodrigues

Guilherme Rodrigues Gomes

Rafael Roberto da Silva

Antonio Rondinely da Silva Pinheiro

Luan Alves Furtado

Jully Samara Ferreira de Carvalho

Maíra da Mota Gomes

Edilaine Araújo de Moraes

George do Nascimento Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.25521300612>

CAPÍTULO 13..... 180

DESARROLLO HUMANO Y AGUA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: HACIA LA GESTIÓN REGIONAL DEL AGUA

José Luis Montesillo-Cedillo

Miguel Angel Cruz-Vicente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.25521300613>

CAPÍTULO 14..... 191

INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DE REDES CONDOMINIAIS DE ESGOTOS SANITÁRIOS: UMA DISCUSSÃO CONCEITUAL SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS PÚBLICO E PRIVADO

Maria Teresa Chenaud Sá de Oliveira

Luiz Roberto Santos Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.25521300614>

CAPÍTULO 15..... 202

USO DE MODELAGEM ESTOCÁSTICA PARA AVALIAR O IMPACTO DA GESTÃO DA DEMANDA

Vanessa Silva Santos

Bruna Katarina Pereira de Azevedo

Anderson de S. M. Gadéa


Eduardo Cohim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.25521300615>

CAPÍTULO 16.....212

ANÁLISE DE ILHAS DE CALOR EM BAIRROS ADJACENTES – ESTUDO DE CASO NA CIDADE DO RECIFE

Eduardo Antonio Maia Lins
Giselle de Freitas Siqueira Terra
Sérgio de Carvalho Paiva
Raphael Henrique dos Santos Batista
Camilla Borges Lopes da Silva
Julia Ximenes Botelho de Melo
Laura Grazielly Silva Candeias
Ana Beatriz Lima de Albuquerque
Marianna Dayane Alves de Souza dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.25521300615>

SOBRE O ORGANIZADOR.....221

ÍNDICE REMISSIVO.....222

POTENCIALIDADES DA CASCA DE BANANA COMO BIOADSORVENTE DE CONTAMINANTES PRESENTES EM MATRIZES AQUÁTICAS: PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO

Data de aceite: 23/06/2021

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia
Uberlândia – Minas Gerais – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/12970002659897780>
<https://orcid.org/0000-0003-3587-486X>

Bruno Elias dos Santos Costa

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química
Uberlândia – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9995122149910490>
<https://orcid.org/0000-0002-9306-0939>

Nivia Maria Melo Coelho

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química
Uberlândia – Minas Gerais - Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0055547328584046>
<https://orcid.org/0000-0003-3822-4205>

RESUMO: A banana é a segunda fruta mais produzida em área cultivada do Brasil, perdendo apenas para a laranja, sendo o Brasil o quinto maior produtor mundial. A banana é destinada exclusivamente para o consumo interno e é produzida, majoritariamente, pela agricultura familiar em todo o território nacional. Esta pseudofruta se constitui em uma fonte rica em potássio, sendo cultivado durante todo o ano e comercializada a um preço bastante acessível

a população. Diante disso, tornou-se bastante popular e consumida em todo o país, sendo que 97% de toda a produção é destinado ao consumo de forma *in natura*, apresentando pouco uso na indústria de alimentos. Em função de ser um pseudofruto, na qual não se consome a casca, esta biomassa se constitui em um resíduo a ser destinado aos aterros sanitários ou lixões no perímetro urbano. A casca de banana pode ser incorporada na alimentação de animais na área rural, se constituindo em um passivo ambiental. Por se tratar de uma constituição estrutural fibrosa, a biomassa oriunda da casca de banana apresenta potencial para ser utilizada como um bioadsorvente tanto na forma *in natura* quanto quimicamente modificada para a remoção de poluentes presentes nos diferentes compartimentos aquáticos. Há vários estudos que comprovam a potencialidade da casca de banana como um adsorvente alternativo. Neste cenário, abrem-se oportunidades para investimento do uso desta biomassa na pesquisa e no desenvolvimento de novos materiais alternativos, que possam ser empregados em substituição aos materiais de uso consolidado nos processos convencionais de tratamento de águas e efluentes. Desta forma, surgem possibilidades alternativas a estes processos que contribuirão para o aproveitamento desta biomassa e conseqüentemente na redução dos custos operacionais envolvidos nas etapas dos processos convencionais de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa, íons metálicos, passivo ambiental, poluentes, processos convencionais de tratamento.

POTENTIAL OF BANANA PEEL AS A BIOABSORBENT OF CONTAMINANTS PRESENT IN AQUATIC MATRICES: PERSPECTIVES OF APPLICATION IN BRAZIL AND IN THE WORLD

ABSTRACT: Banana is the second most produced fruit in Brazil cultivated area, second only to orange, with Brazil being the fifth largest producer in the world. Bananas are intended exclusively for domestic consumption and are produced mainly by family farming throughout the national territory. This pseudofruit is a source rich in potassium, being cultivated throughout the year and marketed at a very affordable price to the population. Therefore, it has become quite popular and consumed throughout the country, and 97% of all production is destined for consumption *in natura* with little use in the food industry. Because it does not consume the shell, this biomass is a waste to be destined to landfills or dumps in the urban perimeter. Banana peel can be incorporated into the feeding of animals in the rural area, constituting an environmental liability. Because it is a fibrous structural constitution, biomass from banana peel has the potential to be used as a bioadsorbent both *in natura* and chemically modified form for the removal of pollutants present in the different aquatic compartments. There are several studies that prove the potentiality of banana peel as an alternative adsorbent. In this scenario, opportunities are opened up to invest in the use of this biomass in the research and development of new alternative materials that can be used in place of materials of consolidated use in conventional water and effluent treatment processes. In this way, alternative possibilities arise to these processes that will contribute to the use of this biomass and consequently in the reduction of operational costs involved in the stages of conventional treatment processes.

KEYWORDS: Biomass, metal ions, environmental liabilities, pollutants, conventional treatment processes.

1 | INTRODUÇÃO

A Banana foi uma das primeiras plantas frutíferas a serem domesticadas pelo homem (há cerca de 7000 anos) no sudeste da Ásia e no Pacífico Ocidental com as espécies *Musa acuminata* e a *Musa balbisiana*. Devido a combinação e mutações destas espécies, originou-se a atual diversidade de espécies que são identificadas como *Musa spp.* (ABRAFRUTAS, 2021; AKPOMIE; CONRADIE, 2020). Até os anos de 1950, a variedade que era mais cultivada e consumida no mundo era denominada de Gros Michel (Figura 1a) que possuía características físicas (frutos mais longos e delgados) e sensoriais (mais doce) bem diferente das atuais (ABRAFRUTAS, 2021).



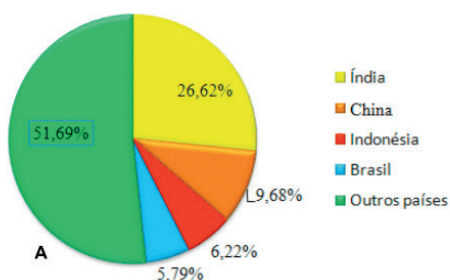
Figura 1: Banana da variedade (a) Gros Michel e (b) Cavendish.

Fonte: Abrafrutas (2021).

Entretanto, em meados de 1950 ocorreu a dizimação desta variedade, na América Central, em função de uma doença (Mal do Panamá) causada por um fungo que persiste até o momento. Com o intuito de se desenvolver uma variedade resistente a doença, iniciou-se o cultivo de uma variedade denominada Candevisch (Figura 1b). Esta variedade foi desenvolvida no palácio da Inglaterra e passou a ser cultivada em todo o mundo, representando 50% da produção mundial (ABRAFRUTAS, 2021).

No Brasil a Candevisch (Figura 1b) é popularmente conhecida como banana “nanica” ou “d’água”, coexistindo com dezenas de outras variedades tais como: “maçã”, “prata”, “da terra” entre outras (ABRAFRUTAS, 2021). O país é o quinto maior produtor do mundo (Figura 2a) e mais de 60% de toda a produção nacional se encontra nas regiões nordeste e sudeste (Figura 2b).

Produção de Banana no Mundo



Produção de Banana no Brasil

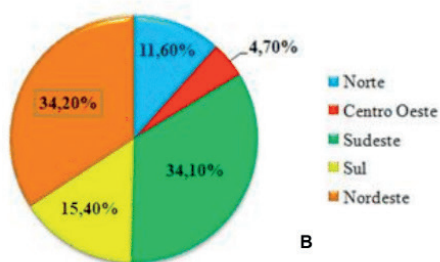


Figura 2: Produção de banana (a) mundo e (b) por região no Brasil.

Fonte: Os autores (2021).

Segundo um levantamento realizado pela EMBRAPA (Empresa de Pesquisa Agropecuária Brasileira) o brasileiro consome 25 kg/ano da fruta que representa 0,87% das despesas com alimentação, sendo bastante acessível a população (ABRAFRUTAS, 2021). Em 2020, o Brasil produziu 1,03 milhões de toneladas em uma área de 51,6 mil hectares,

sendo exportado 79,4 mil toneladas e gerando US\$ 1 bilhão em receitas (HFBRASIL, 2021).

Em função da produção da banana ocorrer em todos os estados do Brasil e o seu preço acessível, uma grande quantidade da casca da fruta é gerada e sua aplicação é insignificante em relação ao volume de biomassa gerado como resíduo (ARQUELAU et al., 2019). Neste sentido, inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvida no Brasil (LEANDRO-SILVA et al., 2020; PANIAGUA; COSTA; COELHO, 2021a,b) e no exterior (BAYOMIE et al., 2020; CHEN; ZHAO; HUANG, 2018) explorando a potencialidade desta biomassa (DIAS et al., 2019; LAPO et al., 2020; SOUZA; QUEIROZ; CARVALHO, 2020) como um adsorvente natural para a remoção de diversos tipos de contaminantes, em especial aos que são de Interesse Emergente (CIE), de diferentes classes: *(i)* fármacos (GURAV et al., 2020); *(ii)* corantes (MUNAGAPATI et al., 2018; TEMESGEN; GABBIYE; SAHU, 2018); *(iii)* metais pesados (MAHINDRAKAR; RATHOD, 2018; MARICHELVAM; AZHAGURAJAN, 2018) e *(iv)* BTX (SHEN et al., 2020), contribuindo para um desenvolvimento mais sustentável (BARNOSSI; MOUSSAID; HOUSSEINI, 2021).

Portanto, este trabalho tem por objetivos: *i)* explorar as propriedades estruturais e físico-químicas que contribuem para as características desejadas da biomassa de banana *ii)* apresentar estudos já realizados em todo o mundo que utilizaram a casca de banana como bioadsorvente aplicados na remoção de compostos orgânicos e inorgânicos; *iii)* estabelecer uma proporção de trabalhos que foram realizados em matrizes reais ou sintéticas e *iv)* apresentar e discutir os trabalhos realizados no Brasil, mostrando a escassez de pesquisas aplicadas em matrizes reais, que possam representar condições de contaminação próximas as que são encontradas nos diferentes compartimentos aquáticos do Brasil.

2 I PROPRIEDADES ESTRUTURAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DA CASCA DE BANANA

As características estruturais da casca de banana, tais como a composição química, grupos funcionais e morfologia microscópica do arranjo interno, podem ser elucidadas a partir de um conjunto de respostas instrumentais, trazendo informações predominantemente qualitativas acerca das propriedades adsorptivas da biomassa. Dentro da diversidade de técnicas que podem ser empregadas para análise de caracterização estrutural, foram utilizadas as seguintes técnicas: *i)* Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV); *ii)* Espectrometria de vibração molecular no Infravermelho (FT-IR); *iii)* Análise Termogravimétrica (TGA) e a *iv)* Difratometria de Raios-X (DRX) como as mais usuais para descrever as propriedades de materiais adsorventes.

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos para cada uma dessas técnicas de caracterização, empregando como amostra a farinha da casca de banana *in-natura* (Figura 3).As cascas foram removidas dos frutos, lavadas em água corrente para remoção de impurezas na superfície, colocadas para secar ao ar livre por 48 h.

Posteriormente, foram trituradas em um liquidificador industrial e passadas em peneiras granulométricas de até 200 *mesh*, obtendo maior porção de partículas com diâmetro $\leq 80 \mu\text{m}$. Parte do material finamente dividido foi lavado em água deionizada, filtrado e colocado em contato com solução de HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ durante 10 min, seguida de uma nova lavagem com água deionizada até a obtenção de pH entre 6-8. Após neutralização, o material finalmente foi levado à estufa a 40°C por 48 h e submetidas às análises de caracterização estrutural (PANIAGUA; COSTA; COELHO, 2021 a,b).

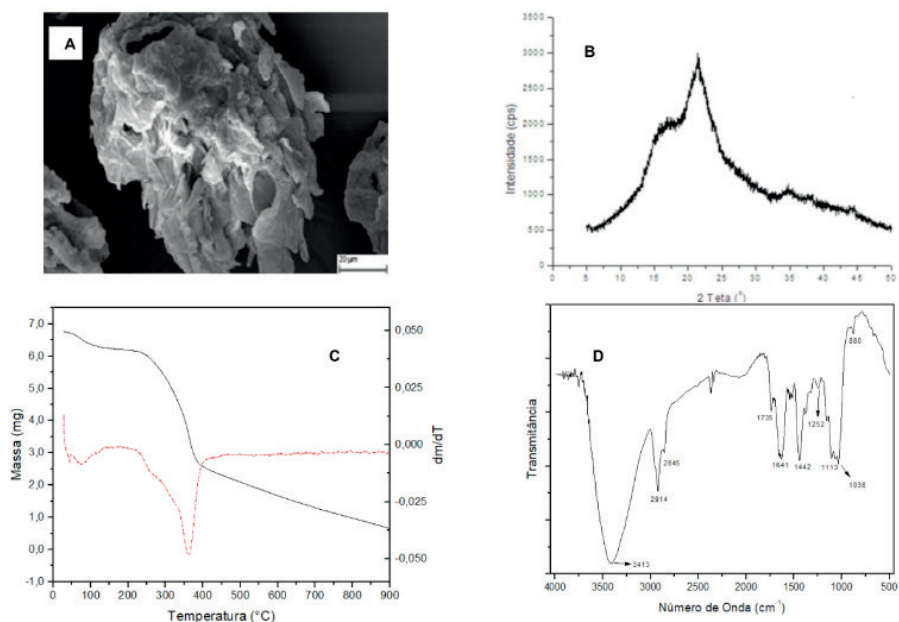


Figura 3:Respostas instrumentais das análises de caracterização estrutural da farinha da casca de banana *in-natura*: (a)MEV, (b) DRX, (c) TGA e (d)FT-IR.

Fonte: Os autores (2021).

A imagem de micrografia (MEV) mostra que a casca de banana apresenta uma estrutura porosa heterogênea. A morfologia do tecido vegetal representa um aspecto de múltiplas camadas irregulares sobrepostas, fazendo com que haja interstícios que refletem em uma área superficial favorável para adsorção dos analitos. Já o difratograma (DRX) apresenta um perfil característico de um material amorfo, com uma banda larga próximo a $2\theta = 20^\circ$. Essa banda é pouco definida e ruidosa em consequência do estado desorganizado dos constituintes fibrosos (macro)moleculares.

A farinha da casca de banana é composta principalmente por carboidratos (53,4%), proteínas (14,7%) e lipídios (13,2%). O teor remanescente é representado pela quantidade de cinzas (11,18%) e de umidade (7,47%) (JUNG et al., 2019). A análise termogravimétrica reforça a constituição fibrosa da casca de banana a partir dos constituintes celulósicos e

proteicos: Observa-se que as fibras presentes na casca de banana possuem estabilidade térmica até cerca de 239°C, quando se inicia o processo de decomposição térmica de polioses (hemicelulose), seguida da celulose. Abaixo de 100°C, a perda de massa é decorrente a perda da água que responde pela umidade das fibras, uma vez que estas são razoavelmente hidrofílicas. Acima de 400°C verifica-se um processo de decomposição térmicas mais lenta, envolvendo a quebra das ligações da lignina, progredindo até a decomposição completa em 950°C. Os eventos térmicos mais significativos passam a ser mais facilmente acompanhados pelos picos da curva diferencial em vermelho da Figura 3C, após derivação da curva termogravimétrica.

O espectro FT-IR mostra diversos grupos funcionais que sugerem a presença de celulose, lignina, ácidos graxos, ésteres e proteínas. A banda com máximo em 3413 cm^{-1} pode ser atribuída ao estiramento axial dos grupos O-H característicos da celulose e provenientes da água retida na superfície do adsorvente. O alargamento dessa banda compreendendo a região de 3750-3250 cm^{-1} pode também estar associado a um estiramento N-H de amins secundárias e amidas. Este último grupo pode ser confirmado pela presença de uma banda bem definida a 1641 cm^{-1} atribuída a deformação angular da ligação N-H. As bandas na região de 2914 a 2852 cm^{-1} podem ser atribuídas as ligações CH e CH_2 de grupos alifáticos. A banda em 1735 cm^{-1} pode ser atribuída a deformação axial de C=O, derivados de vários grupos carbonilados, como ocorre em ligações peptídicas de proteínas, carboxilatos e ésteres de ácidos graxos presentes na casca de banana. A banda em 880 cm^{-1} pode ser atribuída à deformação angular fora do plano da ligação C-H em aromáticos, bem como também a uma pequena porção de haletos alquílicos, como o cloreto (PANIAGUA; COSTA; COELHO 2021a,b).

Uma vez atestadas as condições estruturais favoráveis para adsorção, a casca de banana em sua forma adequada de pré-tratamento (lavagem, secagem, moagem, peneiramento e outras formas de beneficiamento que incluem modificação química do material) em contato com o analito a ser adsorvido (contaminante) passa por uma série de testes de otimização, que incluem variação da massa (dosagem do adsorvente), diâmetro de partícula (granulometria), tempo de contato (cinética de adsorção), pH da solução amostra, dentre outros parâmetros. Os dados analíticos originados são submetidos ao ajuste matemático com vários modelos teóricos particularmente úteis para trazer informações dos mecanismos físico-químicos a nível termodinâmico (isotermas de adsorção) e cinético (etapa determinante da velocidade de adsorção), que descrevem de forma específica as interações envolvidas. Existe uma grande quantidade de trabalhos disponíveis para maior e melhor entendimento, quanto a adequação de modelos teóricos de adsorção em materiais de constituição lignocelulósica (NASCIMENTO et al, 2014; PANIAGUA; COSTA; COELHO, 2021a,b).

3 | PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO DA CASCA DE BANANA EM PESQUISAS DE ÂMBITO NACIONAL E INTERNACIONAL

Foi realizado um levantamento bibliográfico entre 2010-2021, usando a plataforma de base de dados “*Web of Science*”, efetuando a busca do tópico “*banana peel and adsorption*”. A plataforma retornou um total de 323 publicações indexadas, sendo que 243 trabalhos são distribuídos identificando o país com o respectivo percentual e os demais se enquadram dentro de outros países não discriminados, conforme a Figura 4.

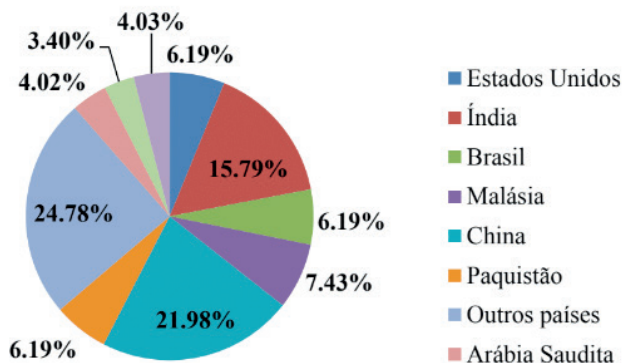


Figura 4: Percentual de trabalhos encontrados entre o período de 2010 a 2021, conforme a plataforma *Web of Science*.

Fonte: *Web of Science* (2021).

Nesse cenário, o Brasil representa apenas 6,2% do total de publicações reportadas. Dos 20 trabalhos brasileiros, 7 são dedicados a remediação de ambientes aquáticos contaminados com íons de metais pesados e elementos tóxicos como Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{6+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , As^{3+} dentre outros compostos inorgânicos. Em uma menor parcela, foi verificado que 5 trabalhos foram voltados para adsorção de contaminantes orgânicos, em suas mais diversas classificações, como corantes Azul de metileno (MB), Rodamina B e tartrazina; contaminantes emergentes como os hormônios estrona e 17- α -etinilestradiol; pesticidas como Artrazina e Ametrina. Além da adsorção, a casca de banana também demonstrou uma outra funcionalidade interessante, incluindo atuação conjunta com fotocatalisadores para degradação de fármacos, como os antibióticos Ampicilina (AMP), Sulfametoxazol (SMX) e o antimalárico Artemether (ART). A maior parcela conta com 8 trabalhos que se dedicaram além dos estudos de caracterização estrutural e exploração de modelos físico-químicos para finalidades de adsorção, bem como discutir propriedades nutricionais e clínicas dos constituintes da casca de banana. Alguns destes trabalhos estão sumarizados na relação constante na Tabela 1, incluindo ainda outros trabalhos importantes que viabilizam a aplicação da casca de banana como um bioadsorvente eficiente em mitigação ambiental,

em especial no que se refere aos recursos hídricos.

| Classe de compostos | Contaminante (Analito) | Concentração | Capacidade máxima adsorptiva ou % de eficiência | País | Referência |
|--|---|--|---|---|-------------------------------|
| Fármacos e hormônios | Furazolidona | 100 mg L ⁻¹ | 96,81% | República da Korea | [GURAV et al., 2020] |
| | Aflatoxinas: B1, B2, G1, G2 | 20 µg mL ⁻¹ em acetonitrila | 8,4; 9,5; 0,4 e 1,1 ng mg ⁻¹ | Paquistão | SHAR et al., 2016 |
| | Ácido acetilsalicílico (AAS) | 10 – 60 mg L ⁻¹ | 2,29 mg g ⁻¹ | Brasil | RIBEIRO et al., 2016 |
| | Estrona (E1) | | 2,08 mmol g ⁻¹ | | |
| | 17- α -etinilestradiol (EE2) | 500 µg L ⁻¹ | 1,18 mg g ⁻¹ | Brasil | SOUSA et al., 2018 |
| | Sulfametoxazol (SMX) | | 0,92 mg g ⁻¹ | | |
| | Ampicilina (AMP) Sulfametoxazol (SMX) Artemeter (ART) | 50 mg L ⁻¹ | >90% de fotodegradação em 30 min de exposição solar | Nigéria, África, Alemanha, Brasil e Reino Unido | ALFRED et al., 2020 |
| Pesticidas | Artrazina | | 35,8 µg g ⁻¹ | Brasil | SILVA et al., 2013 |
| | Ametrina* | 10 mg L ⁻¹ | 54,1 µg g ⁻¹ | | |
| Emissões de exaustão de veículos motorizados | Iodo como marcador | 6 N H ₂ SO ₄ como ativador | 617 mg g ⁻¹ de iodo | Indonésia | YULIUSMAN et al., 2018 |
| Corantes | Vermelho Congo e Reativo Black 5 | 300 mg L ⁻¹ | 90% | República da Korea | [MUNAGAPATI et al., 2018] |
| | Rodamina | 100 mg L ⁻¹ | 81,07% | Índia | [SINGH; PARVEEN; GUPTA, 2018] |
| | Tartrazina | 35 mg L ⁻¹ | 2,357 mg g ⁻¹ | Brasil | [VOLLBRECHT et al., 2020] |
| | Rodamina B* | 20 – 100 mg L ⁻¹ | 9,52 mg g ⁻¹ | Malásia | [OYEKANMI et al., 2019] |
| | Azul de bromofenol | 100 mg L ⁻¹ | 81,07% | Nigéria | [AKPOMIE; CONRADIE, 2020] |
| | Azul de metileno | 3,6 – 25 mg L ⁻¹ | 140 mg g ⁻¹ | Egito | [BAYOMIE et al., 2020] |
| | Azul de metileno | 25 mg L ⁻¹ | 232,5 mg g ⁻¹ | Brasil | [MAIA et al., 2021] |

| | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|---|---|--------------|--------------------------------------|
| Íons Metálicos | Cu ²⁺ | 6,4-572 mg L ⁻¹ | 15,1 mg g ⁻¹ | Brasil | [LEANDRO-SILVA et al., 2020] |
| | As ³⁺ | 20 µg L ⁻¹ | 85% | Brasil | [PANIAGUA et al., 2021a] |
| | Se ⁴⁺ | 20 µg L ⁻¹ | 60% | Brasil | [PANIAGUA et al., 2021b] |
| | Sb ³⁺ | 20 µg L ⁻¹ | 66% | Brasil | [PANIAGUA et al., 2021b] |
| | Hg ²⁺ | 1,0 mg L ⁻¹ | 65% | Índia | [MARICHELVAM; AZHAGURAJAN, 2018] |
| | Sr ²⁺ | 50 mg L ⁻¹ | 66,7% | Índia | [MAHINDRAKAR; RATHOD, 2018] |
| | Cd ²⁺ | 300 mg L ⁻¹ | 98,4 mg g ⁻¹ | China | [CHEN et al., 2018] |
| | Mn ²⁺ | 100 mg L ⁻¹ | 94% | Korea do Sul | [ALI, 2017] |
| | Cr ⁶⁺ | 100 mg L ⁻¹ | 96% | Paquistão | [ALI; SAEED; MABOOD, 2016] |
| | Cr ³⁺ | 50 mg L ⁻¹ | 60% de remoção | Brasil | [DIAS et al., 2019] |
| | Pb ²⁺ | 50 µg mL ⁻¹ | 2,18 mg g ⁻¹ | Paquistão | [ANWAR et al., 2010] |
| | Ni ²⁺ | 100 mg L ⁻¹ | 1,47 mg g ⁻¹ | Nigéria | [OLUFEMI; ENIODUNMO, 2018] |
| Compostos aromáticos | UO ₂ ²⁺ | 100 mg L ⁻¹ | 7,95 mg g ⁻¹ | Brasil | BONIOLO; YAMAURA; MONTEIRO, 2010 |
| | Benzeno | 25.88 mmol L ⁻¹ | 73,80% | China | [SHEN et al., 2020] |
| | Tolueno | 23.82 mmol L ⁻¹ | 73,34% | | |
| | Ácido Benzóico | 4,9 mmol g ⁻¹ | 6,62 mg g ⁻¹ | India | [PATHAK; MANDAVGANE; KULKARNI, 2015] |
| | Ácido Salicílico | 0,75 mmol g ⁻¹ | 9,80 mg g ⁻¹ | | |
| | Fenol | 50 mg L ⁻¹ 500 mg L ⁻¹ | 6,98 mg g ⁻¹ 48,58 mg g ⁻¹ | India | [INGOLE; LATAYE; DHORABE, 2016] |

Tabela 1: Publicações nacionais e internacionais abordando a aplicação de casca de banana ou derivados como adsorventes naturais e procedimentos alternativos similares para a descontaminação de matrizes aquosas com diferentes classes de poluentes.

É importante salientar aqui, que a grande maioria dos trabalhos reportam resultados que estimam a capacidade máxima adsorptiva em uma ordem de mg g⁻¹, não sendo representativa de algumas classes de contaminantes, que normalmente estão presentes a níveis traço (µg L⁻¹) a ultra-traço (ng L⁻¹), como ocorre para os CIE como fármacos, drogas e hormônios. Esse parâmetro não deve ser levado em consideração apenas como um único critério da avaliação da eficiência de adsorção do material investigado, pois são decorrentes de formulações termodinâmicas estabelecidas a condições normais de

temperatura e pressão definidos. É necessário avaliar em conjunto outros parâmetros mais pontuais resultantes da otimização do processo, como a remoção relativa máxima (% de remoção), recuperação do analito e ciclos de regeneração após dessorção.

A partir do levantamento bibliográfico registrado neste trabalho, observa-se uma necessidade maior de exploração da farinha da casca de banana como potencial adsorvente em condições compatíveis com as concentrações esperadas dos compostos de interesse a ser retidos em territórios nacionais vulneráveis a contaminação com CIE. Nota-se que a grande maioria dos trabalhos é baseada somente para concentrações a níveis de mg L^{-1} , sendo raros os estudos compreendidos em concentrações próximas as que são encontradas nos ambientes aquáticos.

4 | CONCLUSÕES

A partir da revisão da literatura, este trabalho aponta para uma necessidade de incentivar novas abordagens para o uso da casca de banana na remediação dos recursos hídricos, bem como para o interesse industrial para o tratamento de seus efluentes gerados. O panorama nacional aponta para uma grande disponibilidade da casca de banana como insumo reciclável e que diante das limitações de financiamento para a infraestrutura de implementação de novas tecnologias de tratamento, a casca de banana se mostra uma alternativa viável economicamente para desenvolvimento de novos protocolos analíticos que sejam implementados, principalmente, para a remoção de contaminantes de interesse emergentes (fármacos, hormônios e pesticidas), que hoje são consideradas uma ameaça a saúde, mesmo em baixas concentrações no ambiente aquático.

REFERÊNCIAS

AKPOMIE, K. G.; CONRADIE, J. Efficient synthesis of magnetic nanoparticle- *Musa acuminata* peel composite for the adsorption of anionic dye. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 13, p. 7115-7131, 2020.

ALFRED, M. O. et al. Solar-active clay-TiO₂ nanocomposites prepared via biomass assisted synthesis: Efficient removal of ampicillin, sulfamethoxazole and artemether from water. **Chemical Engineering Journal**, v. 398, p. 125544, 2020.

ALI, A. Removal of Mn (II) from water using chemically modified banana peels as efficient adsorbent. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 7, p. 57-63, 2017.

ALI, A.; SAEED, K.; MABOOD, F. Removal of chromium (VI) from aqueous medium using chemically modified banana peels as efficient low-cost adsorbent. **Alexandria Engineering Journal**, v. 55, p. 2933-2942, 2016.

ANWAR, J. et al. Removal of Pb(II) and Cd(II) from water by adsorption on peels of banana. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 1752-1755, 2010.

ARQUELAU, P. B. F. et al. Characterization of edible coatings based on rípi "Prata" banana peel flour. **Food Hydrocolloids**, v. 89, p. 570-578, 2019.

BARNOSI, A. E.; MOUSSAID, F.; HOUSSEINI, A. I. Tangerine banana and pomegranate peels valorisation for sustentainable environmental: A review. **Biotechnology Reports**, v. 29, p. e00574, 2021.

BAYOMIE, O. S. et al. Novel approach for effective removal of methylene blue dye from water using fava bean peel waste. **Scientific Reports**, v. 10, n. 7824, 2020.

BONIOLO, M. R.; YAMAURA, M.; MONTEIRO, R. A. Biomassa residual para remoção de íons uranilo. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 547-551, 2010.

CHEN, Y.; ZHAO, H. W. W.; HUANG, S. Four different kinds of peels as adsorbents for the removal of Cd (II) from aqueous solution: Kinetics, isotherm and mechanism. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 88, p. 146-151, 2018.

DIAS, R. F. C. et al. Biosorption of Cr (III) from Aqueous Solution Using Banana Peel Powder. **Revista Processos Químicos**, v. 13, n. 6, p. 11-18, 2019.

GURAV, R. et al. Treatment of furozolidone contaminated water using banana pseudostem biochar engineered with facilitate synthesized magnetic nanocomposites. **Bioresource Technology**, v. 297, p. 122472, 2020.

INGOLE, R. S.; LATAYE, D. H.; DHORABE, P. T. Adsorption of Phenol onto Banana Peels Activated Carbon. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 21, n. 1, p. 100-110, 2017.

JUNG, E. P. et al. Farinha da Casca de Banana Madura: Uma Matéria prima para a Indústria Alimentícia. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n.6, p. 1712-1724, 2019

LEANDRO-SILVA, E. et al. Application of Lagmur and Freudlich models in the study of banana peel as bioadsorbent of Cooper (II) in aqueous medium. **Revista Matéria**, v.25, n. 2, 2020.

MAIA, L. S. et al. Valuation of banana peel waste for producing activated carbon via NaOH and pyrolysis for methylene blue removal. **Carbon Letters**, *in press*, 2021.

MAHINDRAKAR, K. V.; RATHOD, V. K. Utilization of banana peels for removal of strontium (II) from water. **Environmental Technology & Innovation**, v. 11, p. 371-383, 2018.

MARICHELVAM, M. K.; AZHAGURAJAN, A. Removal of Mercury from effluent solution by using banana corn and neem leaves activated charcoal. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 10, p. 360-365, 2018.

MUNAGAPATI, V. S. et al. Removal of anionic dyes (Reactive Black 5 and Congo Red) from aqueous solutions using Banana Peel Powder as na adsorbent. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 148, p. 601-607, 2018.

OLUFEMI, B.; ENIODUNMO, O. Adsorption of nickel (II) ions from aqueous solution using banana peel and coconut shell. **International Journal of Technology**, v. 3, p. 434-445, 2018.

OYEKANMI, A. A. et al. Adsorption of Rhodamine B dye from aqueous solution on to acid treated banana peel: Response surface methodology, kinetics and isotherm studies. **PlosOne**, v. 14, n. 5, p. 1-20, 2019.

PANIAGUA, C. E. S.; COSTA, B. E. S.; COELHO, N. M. M. Avaliação da Farinha da Casca de Banana *in natura* e Modificada com Tiosemicarbazida na adsorção de As (III) em diferentes matrizes aquosas. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 2, p. 551-567, 2021a.

PANIAGUA, C. E. S.; COSTA, B. E. S.; COELHO, N. M. M. Investigação da potencialidade adsorptiva da farinha da casca de banana *in-natura* e modificada com tiosemicarbazida para remediação de Sb(III) e Se(IV) em águas naturais. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n. 3, p. 24067-24087, 2021b.

PATHAK, P. D.; MANDAVGANE, S. A.; KULKARNI, B. D. Utilization of banana peel for the removal of benzoic and salicylic acid from aqueous solutions and its potential reuse. **Desalination and Water Treatment**, v. 57, n. 27, p. 12717-12729, 2015.

RIBEIRO, A. V. F. N. et al. Banana Peel for Acetylsalicylic Acid Retention. **Journal of Environmental Protection**, v. 7, p. 1850-1859, 2016.

SHAR, Z. H. et al. Banana peel: an effective biosorbent for aflatoxins. **Food Additives & contaminants: Part A**, v. 33, n. 5, p. 849-860, 2016.

SHEN, X. et al. Recorded-high capture PF volatile benzene and tolueno enabled by activator implant-optimized banana peel-derived engineering carbonaceous adsorbents. **Environmental International**, v. 141, p. 105774, 2020.

SILVA et al. Banana Peel as an Adsorbent for Removing Atrazine and Ametryne from Waters. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 10, p. 2358-2363, 2013.

SINGH, S.; PARVEEN, N.; GUPTA, H. Adsorptive decontamination of rhodamine-B from water using banana peel powder: A biosorbent. **Environmental Technology & Innovation**, v. 12, p. 189-195, 2018.

SOUSA, P. A. R. et al. Evaluation of the Adsorption Capacity of Banana Peel in the Removal of Emerging Contaminants present in Aqueous Media — Study based on Factorial Design. **Brazilian Journal of Analytical Chemistry**, v. 6, n. 22, p. 14-28, 2018.

SOUZA, P. G.; QUEIROZ, T. M.; CARVALHO, J. W. P. Caracterização e Avaliação da Capacidade Adsorptiva de Carvões Elaborados com Bananas. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 4, 2020.

TEMESGEN, F.; GABBIYE, N.; SAHU, O. Biosorption of reactive red dye (RRD) on activated surface of banana and Orange peels: Economical alternative for textile effluent. **Surfaces and Interfaces**, v. 12, p. 151-159, 2018.

VOLLBRECHT, C. P. et al. Polyurethane foams synthesis with addition of banana peel and application as adsorbent of tartrazine dye. **Revista de Química Industrial**, v. 24, n. 766, p. 47-55, 2020.

YULIUSMAN et al., Preparation of Activated Carbon from Banana Peel Waste as Adsorbent for Motor Vehicle Exhaust Emissions. **E3S Web of Conference**, v. 67. n. 03020, p. 1-6, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 74, 76, 84, 85, 86, 88, 91

Água potável 50, 51, 52, 71, 109, 174, 180

Água residual 92, 93, 94, 97

Águas pluviais 24, 25, 32, 36, 112, 142, 151, 152, 155, 156, 158, 163, 167, 174

Antibióticos 1, 4, 6, 7, 10, 86

Aproveitamento 13, 15, 21, 80, 111, 112, 113, 119, 120, 121, 123, 126, 127, 128, 137, 139, 140, 167, 209

Área de preservação permanente 159, 173, 174, 176, 178, 179

Aterros controlados 24, 35, 41, 111, 112, 115, 133, 135

Aterros sanitários 17, 22, 23, 24, 25, 34, 35, 37, 41, 43, 44, 47, 48, 80, 111, 116, 118, 120, 121, 133, 138, 139

B

Bioadsorvente 80, 83, 86, 221

Biomassa 37, 55, 80, 83, 90, 123, 129, 130, 131, 132

C

Cloração 50, 63, 70

Cloretos 50, 57

Coliformes fecais 92, 100, 106

Coliformes totais 98, 99

Combustíveis fósseis 36, 46, 129

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB 115, 116, 117, 139

Compostagem 41, 44, 100, 112, 157, 167, 168

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 5, 11, 108, 120, 171

Construção civil 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 30, 33, 36, 114

Contaminantes 1, 51, 80, 83, 86, 88, 89, 94, 221

Co-processamento 47

Corpos d'água 3, 10, 23, 33, 37, 159, 174, 175

Corpos hídricos 1, 37, 74, 76, 178

D

Demanda bioquímica de oxigênio 50, 57, 64, 98, 99, 106

Demanda química de oxigênio 50, 57, 98, 99, 106

Descarte irregular 1

Desenvolvimento sustentável 38, 46, 168

Desinfecção 50, 57, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 106, 121

Digestão anaeróbica 43

Drenagem 18, 24, 25, 26, 27, 32, 33, 108, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 155, 156, 164, 165, 167, 174

E

Efluente 50, 52, 54, 55, 56, 57, 62, 65, 66, 70, 74, 77, 79, 92, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Emissões atmosféricas 212, 213

Enzimas 62, 73, 74, 75, 76, 77

Esgotamento sanitário 112, 157, 158, 159, 162, 163, 167, 171, 173, 174, 175, 176, 192, 199, 200, 201

F

Fontes renováveis 37, 41

G

Gaseificação 41, 42, 43, 45, 47, 112, 121, 123, 124, 125

Gerenciamento dos resíduos 10, 20, 23, 34, 47

Granulometria 17, 18, 85

H

Hormônios 7, 86, 87, 88, 89

I

Incineração 6, 42, 43, 45, 47, 63, 112, 121, 122, 123, 139, 140

Índice de Desenvolvimento Humano - IDH 180

L

Lagoas de maturação 50, 66, 70

Lençóis freáticos 5, 22, 23

Lixões 24, 35, 37, 41, 80, 111, 112, 115, 135

M

Macrodrenagem 143

Matéria prima 13, 14, 20, 36, 42, 48, 90, 92, 95, 112

Matriz energética 35, 36, 38, 41, 46, 112, 121, 130

Medicamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Meio ambiente 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 21, 24, 27, 34, 37, 48, 52, 62, 73, 75, 92, 94, 98, 107, 108, 111, 120, 122, 129, 134, 135, 138, 139, 140, 156, 157, 165, 168, 171, 174, 175, 178, 179

Microdrenagem 142, 143, 144, 146, 147, 148, 150, 152, 154, 155

P

Pirólise 42, 45, 47, 112, 121, 124

Política nacional de resíduos sólidos 1, 11, 23, 49, 112, 120

Processos convencionais de tratamento 67, 80

R

Reciclagem 14, 15, 17, 18, 21, 36, 47, 92, 93, 95, 98, 100, 101, 107, 108, 109, 112, 119, 122, 139

Recursos hídricos 3, 52, 66, 87, 89, 94, 99, 108, 157, 173, 174, 175, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 203, 209

Recursos naturais 14, 15, 20, 46, 93, 157

Resíduos 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 55, 64, 76, 98, 100, 107, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 132, 133, 135, 137, 138, 139, 140, 143, 157, 158, 159, 160, 163, 164, 165, 166, 167, 171, 174, 176, 221

Resíduos da construção civil 15, 16, 21, 114

Resíduos industriais 28, 33, 114, 122

Resíduos sólidos urbanos 14, 22, 23, 24, 25, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 46, 48, 100, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 132, 133, 137, 138, 139, 140, 163

Reutilização 14, 33, 36, 112, 167, 221

S

Saneamento básico 22, 36, 52, 111, 112, 113, 116, 117, 133, 137, 138, 139, 140, 157, 158, 159, 160, 162, 164, 165, 166, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 191

Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP 140

Saneamento rural 157, 158, 160, 162, 164, 165, 166, 167, 168

Socioambiental 160

Sólidos dissolvidos totais 50, 57, 59, 66, 70

Sólidos suspensos totais 50, 57, 60

T

Toxicidade 66, 70, 73, 74, 77

Tratamento térmico 111, 112, 113, 120, 121, 124, 125, 126, 127, 128, 133, 135, 137, 138

U

Urbanização 34, 143, 159, 194, 217

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



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

Atena
Editora

Ano 2021

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



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

Atena
Editora

Ano 2021