

COLEÇÃO **DESAFIOS** DAS **ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA QUÍMICA



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
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 Federal 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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
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 Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Coleção desafios das engenharias: engenharia química

Diagramação: Maria Alice Pinheiro

Correção: Maiara Ferreira

Revisão: Os autores

Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia química /
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 978-65-5983-226-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.262212307>

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

CDD 660

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O e-book: “Coleção Desafios das Engenharias: Engenharia Química” constituído por dezessete capítulos de livros apresenta trabalhos das mais diversas áreas e que demonstram o quanto à área de Engenharia Química é interdisciplinar.

O primeiro trabalho avaliou a importância de se trabalhar em equipe por meio de projetos que contribuíra para um processo de ensino-aprendizagem mais significativo. No capítulo 2 e 3 são apresentados trabalhos sobre temáticas que geram muita discussão e resistência por parte da sociedade em aceitar: o potencial de contaminação dos cemitérios localizadas dentro do perímetro urbano da cidade e o tratamento de efluentes da indústria farmacêutica.

Os capítulos de 4 a 6 apresentam estudos que objetivam remover classes de contaminantes utilizando processos de adsorção tendo como adsorventes resíduos provenientes de garrafas PET e carvão ativado obtido a partir de ossos bovinos. Além disso, é apresentado um trabalho que avaliou a eficiência de um Processo Oxidativo Avançado (H_2O_2/UV) para remoção do corante verde Malaquita. Já os capítulos 7 e 8 apresentam estudos que utilizam biomassa provenientes do caroço do abacate e da fibra da casca de coco verde com o intuito de melhorar o processo de inibição da corrosão do aço carbono e o galvanizado, aumentando sua durabilidade e reduzindo custos. O capítulo 9 apresenta a aplicação em processos biotecnológicos que visam o isolamento de fungos por intermédio de atividades enzimáticas a partir da utilização de casca de café.

Os capítulos de 10 a 13 apresentam trabalhos que buscaram avaliar a potencialidade de matérias-primas provenientes de fontes naturais para a obtenção de uréia a partir de biogás; obtenção de energia a partir de células combustíveis proveniente de micro-organismos; obtenção de briquetes a partir de co-produtos da agroindústria e caracterização de microplásticos encontrados em ecossistemas aquáticos. Já os capítulos de 14 a 17 tratam de temas bem diversificados: i) caracterização físico-química de briquetes a partir do tratamento térmico; ii) estudo comparativo do calor específico do leite provenientes de diferentes espécies de animais; iii) proposta de um método colorimétrico alternativo e de baixo custo para quantificação de glicose e iv) análise da intensidade do refino sobre as propriedades do papel de fibras de NSBK.

Neste sentido, a Atena Editora vem trabalhando e buscando cada vez mais 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. Com o compromisso de colaborar e auxiliar na divulgação e disseminação de trabalhos acadêmicos provenientes das inúmeras instituições de ensino públicas e privadas do Brasil e de outros países com acesso gratuito em diferentes plataformas digitais.


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES DO TRABALHO EM EQUIPE NO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA NA FES ZARAGOZA

Ana Lilia Maldonado Arellano

María Esmeralda Bellido Castaños

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123071>

CAPÍTULO 2..... 11

ANÁLISE DA ÁGUA DO LENÇOL FREÁTICO E SOLO DO CEMITÉRIO MUNICIPAL FREI EDGAR – JOAÇABA – SC

José Carlos Azzolini

Daniel Claudino de Mello


Fabiano Alexandre Nienov

Eduarda de Magalhães Dias Frinhani

Adriana Biasi Vanin

Analú Mantovani

Leonardo Henrique de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123072>

CAPÍTULO 3..... 27

ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA, MODELAGEM MATEMÁTICA E SIMULAÇÃO DO TRATAMENTO VIA DIGESTÃO ANAERÓBIA DO LODO PROVENIENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Thalles de Assis Cardoso Gonçalves

Mário Luiz Pereira Souza

João Victor Silva Cardoso

Hugo Lopes Ferreira

Vitor Miller Lima Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123073>

CAPÍTULO 4..... 39

ESTUDOS INICIAIS DO USO DE RESÍDUOS DE PET (POLITEREFTALATO DE ETILENO) COMO ADSORVENTE DO ÍON METÁLICO MANGANÊS (Mn²⁺) EM SOLUÇÕES AQUOSAS


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Vanessa Pires

Priscila Afonso Rodrigues de Sousa

Bruno Elias dos Santos Costa

Luciana Melo Coelho


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123074>

CAPÍTULO 5..... 51

ADSORÇÃO DO HORMÔNIO 17β-ESTRADIOL EM CARVÃO ATIVADO DE OSSO BOVINO

Ramiro Picoli Nippes

Paula Derksen Macruz
Fernando Henrique da Silva
Aline Domingues Gomes
Patricia Lacchi da Silva
Camila Pereira Giroto
Mauricio Khenafes
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123075>

CAPÍTULO 6..... 60

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO UV/H₂O₂ NA DESCOLORAÇÃO DO CORANTE VERDE DE MALAQUITA


Nayra Fernandes Santos
Ana Beatriz Neves Brito
Carlos Minoru Nascimento Yoshioka

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123076>

CAPÍTULO 7..... 71

AVALIAÇÃO DO PÓ DA FIBRA DA CASCA DE COCO VERDE COMO INIBIDOR DE CORROSÃO NATURAL DO AÇO CARBONO EM MEIO ÁCIDO


Stéfany Saraiva Viana
Gabriel Abelha Carrijo Gonçalves
Lhaira Souza Barreto
Miriam Sanae Tokumoto
Fernando Cotting
Vera Rosa Capelossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123077>

CAPÍTULO 8..... 83

APLICAÇÃO DE FILMES DE SILANO VS/GPTMS MODIFICADOS COM O CAROÇO DO ABACATE PARA A PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DO AÇO GALVANIZADO

Luís Gustavo Costa Nimo Santos
Nayara Maria Santos de Almeida
Franco Dani Rico Amado
Fernando Cotting
Isabella Pacifico Aquino
Vera Rosa Capelossi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123078>

CAPÍTULO 9..... 94

ISOLAMENTO DE FUNGOS COM ATIVIDADES ENZIMÁTICAS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO A PARTIR DA CASCA DE CAFÉ

Flaviana Pena Natividade
Boutros Sarrouh

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2622123079>

CAPÍTULO 10..... 112


TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EMPREGADAS EM ECOSISTEMAS AQUÁTICOS BRASILEIROS

Maurício Zimmer Ferreira Arlindo

Andressa Rossatto

Taiana Denardi de Souza

Christiane Saraiva Ogradowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230710>

CAPÍTULO 11 118

PIRÓLISE SUAVE DE BRIQUETES DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS


Amanda de Araújo Drago

Victória Oliveira Diaz de Lima

Débora Hungaro Micheletti

Aline Bavaresco dos Santos

Adriana Ferla de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230711>

CAPÍTULO 12..... 126

OBTENÇÃO DE UREIA A PARTIR DE BIOGÁS: BALANÇOS MATERIAIS E ENERGÉTICOS

Daniela de Araújo Sampaio

Júlio Sancho Linhares Teixeira Militão

Jeferson Marcos Silva Moraes

Ana Paula Machado Pereira


Antônio Carlos Duarte Ricciotti

Viviane Barrozo da Silva

Hebert Sancho Linhares Garcez Militão

Diogo Kesley Oliveira de Menezes

Avner Vianna Gusmão Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230712>

CAPÍTULO 13..... 140

INTEGRAÇÃO DE SISTEMA DE ELUTRIAÇÃO EM CÉLULA COMBUSTÍVEL MICROBIOLÓGICA PARA ALIMENTAÇÃO CONTÍNUA DE MATÉRIA ORGÂNICA E GERAÇÃO DE ENERGIA

Ricardo Pereira Branco

Taiana Denardi de Souza

Christiane Saraiva Ogradowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230713>

CAPÍTULO 14..... 144

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ENERGÉTICA DE BRIQUETES DE GUANDU SUBMETIDOS A TRATAMENTO TÉRMICO


Victória Oliveira Diaz de Lima

Débora Hungaro Micheletti

Matheus de Paula Gonçalves

Fernanda Bach Gasparin

Bruno Aldo de Moura Nekel Ribeiro
Aline Bavaresco dos Santos
Valdir Luiz Guerini
Adriana Ferla de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230714>

CAPÍTULO 15..... 152

ESTUDO COMPARATIVO DO CALOR ESPECÍFICO DE LEITE DE DIFERENTES ESPÉCIES ANIMAIS: INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO E DA TEMPERATURA

Halissom Clever Sanches
Rodrigo Rodrigues Evangelista
Marcio Augusto Ribeiro Sanches
André Luiz Borges Machado
Ana Lúcia Barretto Penna
Javier Telis Romero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230715>

CAPÍTULO 16..... 169

DETERMINAÇÃO COLORIMÉTRICA DE GLICOSE ATRAVÉS DA FORMAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE OURO SOBRE PAPEL


Jacqueline Arguello da Silva
Bernardo Brito Vacaro
Vladimir Lavayen
Thágor Moreira Klein
Manoelly Oliveira Rocha
Vanessa Cezar Ribas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230716>

CAPÍTULO 17..... 181

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA INTENSIDADE DO REFINO TIPO PFI NAS PROPRIEDADES DO PAPEL DE FIBRAS DE *NORTHERN BLEACHED SOFTWOOD KRAFT* (NBSK)

Gustavo Batista
Rajnish Kumar
Franklin Zambrano
Hasan Jameel
Ronalds Gonzalez
Antonio José Gonçalves da Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230717>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 187

ÍNDICE REMISSIVO..... 188

TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS EMPREGADAS EM ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS BRASILEIROS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Maurício Zimmer Ferreira Arlindo

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Escola de Química e Alimentos – EQA
Rio Grande, RS
<http://lattes.cnpq.br/3210228039036005>

Andressa Rossatto

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Escola de Química e Alimentos – EQA
Rio Grande, RS
<http://lattes.cnpq.br/8768981689402459>

Taiana Denardi de Souza

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Escola de Química e Alimentos – EQA
Rio Grande, RS
<http://lattes.cnpq.br/9091707282465897>

Christiane Saraiva Ogradowski

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Escola de Química e Alimentos – EQA
Rio Grande, RS
<http://lattes.cnpq.br/8116025719555708>

RESUMO: A contaminação microplástica tem recebido cada vez mais atenção dos pesquisadores. Com isso, surgem diferentes métodos de identificação e caracterização de amostras destas partículas para a verificação de sua presença no ecossistema aquático. Os diferentes métodos têm como objetivo determinar características físicas ou químicas

das partículas, sendo as mais empregadas as técnicas microscópicas e espectroscópicas. Esse tipo de informação é capaz de determinar como as partículas plásticas entraram no ambiente, e também possíveis riscos que elas podem causar ao ecossistema. Dentre as técnicas descritas na literatura, predominam a utilização de microscopias para as caracterizações físicas como formatos, tamanhos e colorações. Já as caracterizações químicas se dividem entre espectroscopia FT-IR, FT-IRATR e espectroscopia Raman, que visam definir a identidade polimérica da amostra. Estudos demonstram que no Brasil, os tipos de microplásticos mais encontrados são Polipropileno e Polietileno, os quais podem provocar danos ao ambiente. Com isso, fica evidente a importância do monitoramento destes poluentes e o desenvolvimento de técnicas padronizadas para sua identificação e caracterização.

PALAVRAS - CHAVE: Microscópicas; Espectroscópicas; Identificação; Contaminação Microplástica.

MICROPLASTIC CHARACTERIZATION TECHNIQUES APPLIED TO BRAZILIAN AQUATIC ECOSYSTEMS

ABSTRACT: Microplastic contamination has received increasing attention from researchers. With that, different methods of identification and characterization of samples of these particles appear to verify their presence in the aquatic ecosystem. The different methods aim to determine the physical or chemical characteristics of the particles, the most used being microscopic and spectroscopic techniques. This type of

information can determine how the plastic particles got into the environment, and also possible risks that they can cause to the ecosystem. Among the techniques described in the literature, the use of microscopies for physical characterizations such as shapes, sizes and, colors predominates. The chemical characterizations are divided between FT-IR spectroscopy, FT-IR ATR and Raman spectroscopy, which aim to define the sample's polymeric identity. Studies show that in Brazil, the most common types of microplastics are Polypropylene and Polyethylene, which can cause damage to the environment. With that, it becomes evident the importance of monitoring these pollutants and the development of standardized techniques for their identification and characterization.

KEYWORDS: Microscopic; Spectroscopic; Identification; Microplastic Contamination.

1 | INTRODUÇÃO

A contaminação de ecossistemas aquáticos por lixo plástico tem aumentado a cada ano. De acordo com Lebreton et al. (2018), a Grande Porção de Lixo do Pacífico está aumentando e já conta com contaminantes de diversas partes do mundo, e cerca de 94% dessa ilha é composta por microplásticos (MPs). Esses poluentes têm a capacidade de absorverem compostos orgânicos, que podem ser ingeridos por diversas espécies marinhas, provocando alterações em seus organismos (DELLA TORRE *et al.*, 2014; TOURINHO; IVAR DO SUL; FILLMANN, 2010) ou até mesmo um desequilíbrio na cadeia alimentar (PRATA *et al.*, 2019). Entretanto, ainda não há um protocolo padronizado para a caracterização e tratamento de amostras contaminadas com MPs. Por isso, o presente trabalho tem como objetivo agregar dados referentes as técnicas de caracterização empregadas em estudos brasileiros para determinação destes poluentes, e assim apresentar as diferenças entre cada uma delas.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados *Science Direct* e no Portal de periódicos da CAPES, no mês de setembro de 2020. As palavras-chave utilizadas foram “*Microplastics in Brazil*” e “*Microplastics in Brazilian Waters*”, limitando o período de publicação de 2014 a 2020, e a procura para apenas periódicos de pesquisa. Os artigos científicos foram comparados e foram sintetizadas informações sobre as técnicas de caracterização empregadas, bem como seus papéis na identificação de amostras.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica apresentou resultado de busca de 323 artigos para as palavras-chave “*Microplastics in Brazil*” e 172 para “*Microplastics in Brazilian Waters*”. Destes últimos, as informações foram compiladas e sete artigos foram selecionados por conterem uma descrição completa dos métodos utilizados para a caracterização dos MPs,

tendo descritos as técnicas de amostragem, tratamento, identificação e quantificação. As regiões de onde as amostras foram coletadas ficam distantes umas das outras, o que evidencia a presença de MPs em grande parte do território nacional. Observando a Tabela 1, nota-se que as amostras são de tipos e locais diferentes. Também há variação entre as técnicas de amostragem e tratamento empregadas, logo não há uma possibilidade de comparação entre as mesmas.

<i>Local de Amostra</i>	<i>Tipo de amostra</i>	<i>Periódico Publicado</i>	<i>Referência</i>
Baía de Guanabara - RJ	Águas da Superfície	<i>Marine Pollution Bulletin</i>	OLIVATTO et al., 2019
Baía de Guanabara - RJ	Sedimentos	<i>Marine Pollution Bulletin</i>	BAPTISTA NETO et al., 2019
Enseada de Jurujuba - RJ	Águas da Superfície	<i>Marine Pollution Bulletin</i>	CASTRO et al., 2016
Fernando de Noronha (PE), Trindade (ES) e Abrolhos (BA)	Águas da Superfície	<i>Water, Air, and Soil Pollution</i>	IVAR DO SUL; COSTA; FILLMANN, 2014
Praia urbana de Meireles - CE	Peixes da Região	<i>Marine Pollution Bulletin</i>	DANTAS et al., 2020
São Caetano de Odivelas, Salinópolis; Algodual - PA	Anêmonas do Mar	<i>Environmental Pollution</i>	MORAIS et al., 2020
Rio Negro, Solimões e Amazonas - AM	Sedimentos	<i>Science of the Total Environment</i>	GEROLIN et al., 2020

Tabela 1 - Informações dos artigos coletados

Após aplicados os tratamentos julgados necessários pelos autores, sejam digestões orgânicas, lavagens com solventes etc., as análises de caracterização seguem um padrão. Todos os artigos apresentam o uso de algum modelo de microscópio para a observação das características físicas dos MPs. Através destes equipamentos, podem ser realizadas análises de formato, tamanho e coloração, características importantes para determinar possíveis fontes de contaminação, bem como o desgaste das partículas.

Como visto por (CASTRO *et al.*, 2016), a presença de partículas com cantos afiados ou pontiagudos indica que há o desgaste de macroplásticos, o que se caracteriza por ser uma fonte de contaminação secundária. Já a presença de micropartículas esféricas indica uma fonte primária de contaminação, ou seja, plásticos que foram confeccionados na escala microscópica, que normalmente são empregados em produtos de higiene ou abrasivos.

A fim de complementar a categorização das partículas, é citado o uso de câmeras e *softwares* auxiliares nas análises microscópicas. Assim, é possível gerar imagens de alta resolução para uma análise mais precisa das partículas, além de permitir que as mesmas sejam armazenadas e comparadas com estudos futuros.

Para a determinação dos materiais que compõem os MPs, alguns estudos empregam análises espectroscópicas, e assim é possível se determinar as características químicas das partículas. Como podemos observar na Tabela 2, os estudos de Olivatto et al., 2019, Castro et al., 2016 e Morais et al., 2020 citam o uso de espectroscopia Infravermelha com Transformadas de Fourier (FT-IR). Este método de análise consiste em medir as vibrações e o estiramento de ligações entre moléculas e átomos, pois determinados grupos funcionais apresentam comportamentos distintos quando absorvem energia em diferentes comprimentos de ondas (PAVIA, 2010). De simples modo, a Transformada de Fourier permite gerar um espectro referente a cada tipo de vibração, e esse espectro pode ser comparado com informações já obtidas por outros estudos, ou também com bases de dados preexistentes, como a OPUS Database, pertencente a Bruker. Já no estudo de Dantas et al. (2020), o método aplicado para a identificação da composição química das partículas se baseia na espectroscopia Raman, que ao invés de analisar a absorção da energia, foca na difusão da luz emitida, podendo assim analisar através de um espectro as vibrações intramoleculares e intermoleculares (SALA, 2008).

Métodos empregados	Composições Químicas	Referência
Microscópio e FT-IR ATR	PE, PP, <i>n.i.</i>	OLIVATTO et al., 2019
Microscópio e FT-IR ATR	PE e PP	CASTRO et al., 2016
Microscópio e FT-IR ATR	PET, PP, PA, PU, PE, ABS, PS e RA	MORAIS et al., 2020
Microscópio e Espectroscopia Raman	PES, TFTA e Ft-Cu	DANTAS et al., 2020

Tabela 2 - Métodos empregados e composições químicas dos MPs

Polietileno (PE), polipropileno (PP), politereftalato de polietileno (PET), poliamida (PA), poliuretano (PU), acrilonitrila butadieno estireno (ABS), rayon (RA), poliestireno (PS), polietileno expandido (PES), ftalocianina de cobre (Ft-Cu), teraftalamida(TFTA/Kevlar), não identificado (N/I).

Para auxiliar na obtenção de um espectro mais limpo, é utilizada uma tecnologia de Refletância Total Atenuada (ATR). Esse método consiste em utilizar um cristal ou um jogo de espelhos para compactar e aumentar a intensidade da luz infravermelha emitida antes de chegar na amostra (PAVIA, 2010). Devido ao uso destas técnicas, pode ser observada a presença de polietileno ou poliuretano em três dos quatro artigos, sendo estes plásticos

potencialmente perigosos por possuírem a característica de adsorverem poluentes orgânicos em suas superfícies (CASTRO *et al.*, 2016).

4 | CONCLUSÕES

Embora ainda poucos, os estudos relatados no Brasil sobre a contaminação microplástica mostram que esse tipo de contaminante já pode ser identificado em vários ecossistemas aquáticos. Torna-se necessária a criação de um padrão de técnicas que possa ser empregado para a análise destes contaminantes, que tende a aumentar com o passar dos anos. Destaca-se também a importância do monitoramento destas partículas, uma vez que estejam no ambiente, podem causar um desequilíbrio ambiental.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA NETO, José Antonio; DE CARVALHO, Diego Gomes; MEDEIROS, Kidian; DRABINSKI, Thiago L.; DE MELO, Gustavo Vaz; SILVA, Rafael Cuellar O.; SILVA, Diogo Ceddia Porto; DE SOUSA BATISTA, Leandro; DIAS, Gilberto Tavares Macedo; DA FONSECA, Estefan Monteiro; DOS SANTOS FILHO, João Regis. **The impact of sediment dumping sites on the concentrations of microplastic in the inner continental shelf of Rio de Janeiro/Brazil**. Marine Pollution Bulletin, Reino Unido, vol. 149, no. August, p. 110558, 2019. doi 10.1016/j.marpolbul.2019.110558.

CASTRO, Rebeca Oliveira; SILVA, Melanie L.; MARQUES, Mônica Regina C.; DE ARAÚJO, Fábio V. **Evaluation of microplastics in Jurujuba Cove, Niterói, RJ, Brazil, an area of mussels farming**. Marine Pollution Bulletin, Reino Unido, vol. 110, no. 1, p. 555–558, 2016. doi 10.1016/j.marpolbul.2016.05.037.

DANTAS, Natália C.F.M. F M; DUARTE, Oscar S.; FERREIRA, Wellington C.; AYALA, Alejandro P.; REZENDE, Carla F.; FEITOSA, Caroline V. **Plastic intake does not depend on fish eating habits: Identification of microplastics in the stomach contents of fish on an urban beach in Brazil**. Marine Pollution Bulletin, Reino Unido, vol. 153, no. February, p. 110959, 2020. doi 10.1016/j.marpolbul.2020.110959.

DELLA TORRE, C.; BERGAMI, E.; SALVATI, A.; FALERI, C.; CIRINO, P.; DAWSON, K. A.; CORSI, I. **Accumulation and Embryotoxicity of Polystyrene Nanoparticles at Early Stage of Development of Sea Urchin Embryos *Paracentrotus lividus***. Environmental Science & Technology, Washington, DC, EUA vol. 48, no. 20, p. 12302–12311, 21 Oct. 2014. doi 10.1021/es502569w.

GEROLIN, C.R.; PUPIM, F.N.; SAWAKUCHI, A.O.; GROHMANN, C.H.; LABUTO, G.; SEMENSATTO, D.; RAMAKRISHNA, K.; RATHOD, Aditi; MURTHY, B S. **Microplastics in sediments from Amazon rivers, Brazil**. Science of the Total Environment, Holanda, p. 136126, Aug. 2020. doi 10.1016/j.scitotenv.2020.141604.

IVAR DO SUL, Juliana A.; COSTA, Monica F.; FILLMANN, Gilberto. **Microplastics in the pelagic environment around oceanic islands of the western Tropical Atlantic Ocean**. Water, Air, and Soil Pollution, Holanda vol. 225, no. 7, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2004-z>.

LEBRETON, L.; SLAT, B.; FERRARI, F.; SAINTE-ROSE, B.; AITKEN, J.; MARTHOUSE, R.; HAJBANE, S.; CUNSOLO, S.; SCHWARZ, A.; LEVIVIER, A.; NOBLE, K.; DEBELJAK, P.; MARAL, H.; SCHOENEICH-ARGENT, R.; BRAMBINI, R.; REISSER, J. **Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic**. Scientific Reports, Londres, Reino Unido, vol. 8, no. 1, p. 4666, 22 Dec. 2018. doi 10.1038/s41598-018-22939-w.

MORAIS, L. M.S. S; SARTI, F.; CHELAZZI, D.; CINCINELLI, A.; GIARRIZZO, T.; MARTINELLI FILHO, J. E. **The sea anemone *Bunodosoma cangicum* as a potential biomonitor for microplastics contamination on the Brazilian Amazon coast**. Environmental Pollution, Reino Unido, vol. 265, p. 114817, 2020. doi 10.1016/j.envpol.2020.114817.

OLIVATTO, Glauca P.; MARTINS, Maria Clara T.; MONTAGNER, Cassiana C.; HENRY, Theodore B.; CARREIRA, Renato S. **Microplastic contamination in surface waters in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil**. Marine Pollution Bulletin, Reino Unido, vol. 139, no. December 2018, p. 157–162, 2019. doi 10.1016/j.marpolbul.2018.12.042.

PAVIA, D.L., LAMPMAN, G.M., KRIZ, G.S., VYVYAN, J.R.; PAVIA LAMPMAN, G.M., KRIZ, G.S., VYVYAN, J.R., D L. **Introdução à Espectroscopia**. 4th ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PRATA, Joana Correia; DA COSTA, João P.; LOPES, Isabel; DUARTE, Armando C.; ROCHA-SANTOS, Teresa. **Effects of microplastics on microalgae populations: A critical review**. Science of the Total Environment, Holanda, vol. 665, p. 400–405, 2019. doi 10.1016/j.scitotenv.2019.02.132.

SALA, Oswaldo. **Fundamentos da espectroscopia Raman e no infravermelho**. 2nd ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

TOURINHO, Paula S.; IVAR DO SUL, Juliana A.; FILLMANN, Gilberto. **Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil?** Marine Pollution Bulletin, Reino Unido, vol. 60, no. 3, p. 396–401, 2010. doi 10.1016/j.marpolbul.2009.10.013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço Carbono 11, 71

Adsorção 9, 10, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 61, 78, 157

Adsorvato 43, 44, 46

Adsorvente 10, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 58

Agroindustriais 12, 73, 74, 78, 110, 111, 118, 119, 124, 125, 151

Agronegócio 119, 124, 153

Águas Subterrâneas 11, 12, 13, 14, 15, 23, 24, 25, 26

Analito 39, 45, 46, 47

Ânodo 84, 141

Atividade Enzimática 94, 102, 106, 107

B

Bactérias 12, 15, 29, 141, 142

Biocatalisadores 96

Biocombustível 119, 120, 122, 123, 147

Bioconversão 94, 96

Biodegradáveis 41, 71, 73, 76, 86

Biofilme 141, 142

Biogás 9, 12, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 138

Biomassa 9, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 138, 144, 145, 146, 149, 150, 151

Biotecnologia 94, 95, 100, 110

Briquetes 9, 12, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151

C

Carbonização 120, 125, 145, 146, 151

Carvão Ativado 9, 10, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58

Cátodo 141

Células Combustíveis 9, 141

Celulose 61, 78, 98, 100, 106, 123, 147, 148, 181, 182, 183

Combustíveis Fósseis 126, 141

Contaminação Ambiental 60

Corante 9, 11, 49, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 106

Corpo Humano 12, 14, 41

Corpos Hídricos 41

Corrosão 9, 11, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 91, 93, 170

D

Desreguladores endócrinos 52, 59

E

Efluentes Líquidos 12

Eletrodo 71, 75, 84, 86, 88, 91, 141, 142, 171

Enzimas 14, 94, 95, 98, 99, 100, 101, 103, 108, 109, 155, 171

F

Fibras 9, 13, 61, 86, 97, 101, 181, 182, 183, 184, 185

Fungos 9, 11, 94, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 107, 109, 110, 122

G

Galvanização 84

Grupos Funcionais 42, 44, 47, 86, 115, 170

H

Hormônio 10, 51, 52, 53, 58, 98

I

Impacto Ambiental 12, 13, 41

Isotermas de adsorção 53, 57

L

Lençol Freático 10, 11, 13, 14, 15, 25

M

Materiais Renováveis 94

Meio Ambiente 14, 17, 25, 26, 28, 29, 41, 48, 49, 52, 59, 80, 84, 92, 95, 142

Metabólitos 95

Metais Pesados 11, 26, 41, 49

Micro-Organismos 9, 95, 99, 155

Micropoluentes Inorgânicos 11

N

Nanopartículas 13, 169, 170, 171, 174

Necrochorume 11, 12, 13, 14, 15, 25, 26

O

Oxidação Fotoquímica 60

Oxirredução 41, 71, 92

P

Peletização 145

Pirólise 12, 118, 119, 120, 124, 145, 146

Potabilidade 41

Processos Biotecnológicos 9, 69, 94, 95, 100, 109

Processos Químicos 72, 95, 127, 129, 145, 147

R

Recursos Hídricos 13

Resíduos Lignocelulósicos 94, 101, 144, 151

S

Silanos 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Sistema de elutriação 12, 140, 141

Solo 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 41, 98, 99

Superfície Metálica 85

T

Torrefação 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151

Toxicidade 48, 61, 73, 84

Tratamento de efluentes industriais 41

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



facebook.com/atenaeditora.com.br