

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	2021 by Atena Editora
Imagens da capa	Copyright © Atena Editora
iStock	Copyright do Texto © 2021 Os autores
Edição de arte	Copyright da Edição © 2021 Atena Editora
Luiza Alves Batista	Direitos para esta edição cedidos à Atena
Revisão	Editora pelos autores.
Os 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. Elio 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 Cândido 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. Arinaldo 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 Gílrene 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
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto 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
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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 Gonçalo 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. Declararam 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

Analu 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 (POLITEREFALATO DE ETILENO) COMO ADSORVENTE DO ÍON METÁLICO MANGANÊS (Mn^{2+}) 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 Girotto
Mauricio Khenaifes
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 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS BRASILEIROS**

Maurício Zimmer Ferreira Arlindo

Andressa Rossatto

Taiana Denardi de Souza

Christiane Saraiva Ogrodowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230710>**CAPÍTULO 11.....118****PIRÓLISE SUAVE DE BRIQUETES DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS**

Amanda de Araújo Drago

Viktória 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 Ogrodowski

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26221230713>**CAPÍTULO 14.....144****CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ENERGÉTICA DE BRIQUETES DE GUANDU SUBMETIDOS A TRATAMENTO TÉRMICO**

Viktória 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 Barreto 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

Thágóor 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

CAPÍTULO 4

ESTUDOS INICIAIS DO USO DE RESÍDUOS DE PET (POLITEREFTALATO DE ETILENO) COMO ADSORVENTE DO ÍON METÁLICO MANGANÊS (Mn^{2+}) EM SOLUÇÕES AQUOSAS

Data de aceite: 01/07/2021

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química, Uberlândia – Minas Gerais. Brasil

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>

Vanessa Pires

Universidade Federal de Catalão, Instituto de

Química, Catalão – Goiás.

<http://lattes.cnpq.br/8838308424221379>

Priscila Afonso Rodrigues de Sousa

Universidade Federal de Catalão, Instituto de

Química, Catalão – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/0837706800685572>

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>

Luciana Melo Coelho

Universidade Federal de Catalão, Instituto de

Química, Catalão – Goiás- Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0074807107314789>

RESUMO: O presente trabalho avaliou o uso do Politereftalato de etileno (PET) como adsorvente do íon Mn^{2+} em amostras aquosas sendo detectado e quantificado por Espectrometria

de Absorção Atômica por Chama. O material foi caracterizado utilizando-se das Técnicas de Espectroscopia na Região do Infravermelho (FT-IR) e determinação do Ponto de Carga Zero (PCZ). A influência do pH foi avaliada, resultando em maiores percentuais de remoção em pH 7,0 que coincidiu com o pH obtido pelo PCZ que indicaram a adsorção de cátions neste valor de pH. No melhor pH obtido, avaliou-se a influência da massa do adsorvente e do tempo de contato obtendo-se melhores resultados, respectivamente, com 40 mg do adsorvente com um tempo de contato de 20 min. Nestas condições a eficiência de adsorção foi superior a 60%, demonstrando que o PET é um bom adsorvente para o analito em estudo. Além disso, apresentou baixo custo em função do baixo consumo de reagentes considerados tóxicos e demonstrou ser bastante viável em função de ser obtido a partir de um resíduo.

PALAVRAS - CHAVE: Adsorção, caracterização, Politereftalato de etileno.

INITIAL STUDIES ON THE USE OF PET (POLYETHYLENE TEREPHTHALATE) WASTE AS AN ADSORBENT FOR MANGANESE METAL ION (Mn^{2+}) IN AQUEOUS SOLUTIONS

ABSTRACT: The present work evaluated the use of Polyethylene terephthalate (PET) as an adsorbent for Mn^{2+} ion in aqueous samples, being detected and quantified by Flame Atomic Absorption Spectrometry. The material was characterized using Infrared Spectroscopy Techniques (FT-IR) and Zero Charge Point (PCZ) determination. The influence of pH was

evaluated, resulting in higher removal percentages at pH 7.0, which coincided with the pH obtained by PCZ, which indicated the adsorption of cations at this pH value. In the best pH obtained, the influence of the adsorbent mass and the contact time were evaluated, obtaining better results, respectively, with 40 mg of the adsorbent with a contact time of 20 min. Under these conditions, the adsorption efficiency was greater than 60%, demonstrating that PET is a good adsorbent for the analyte under study. In addition, it presented low cost due to the low consumption of reagents considered toxic and proved to be quite viable due to being obtained from a residue.

KEYWORDS: Adsorption, characterization, Polyethylene terephthalate.

1 | INTRODUÇÃO

Em 1946, Whinfield e Dickson descobriram o politereftalato de etileno (PET). Sua fabricação em grande escala iniciou-se na década de 1950 nos Estados Unidos e Europa, sendo o setor têxtil o maior responsável por sua utilização. Em 1970, iniciou-se sua produção para ser utilizado como embalagem. No ano de 1988, o PET chegou ao Brasil a fim de utilização na indústria têxtil e somente em 1993 passou a ser utilizado como embalagens, principalmente para refrigerantes (ALMEIDA et al., 2013; JÚNIOR, 2010; PAUL; GOODMAN; KROSCHWITZ, 1985).

O PET é classificado como um polímero termoplástico que apresenta molécula linear estrutura parcialmente alifática e aromática, semicristalino e o mais importante, comercialmente, na família dos poliésteres (KARAGIANNIDIS; STERGIOU; KARAYANNIDIS, 2008). Além disso, apresenta alta temperatura de fusão ($\sim 265^{\circ}\text{C}$) e estabilidade hidrolítica devido à presença de anéis aromáticos na cadeia principal (ABIPLAST, 2012; PAUL; GOODMAN; KROSCHWITZ, 1985), apresentando uma fórmula estrutural conforme apresentada na Figura 1.

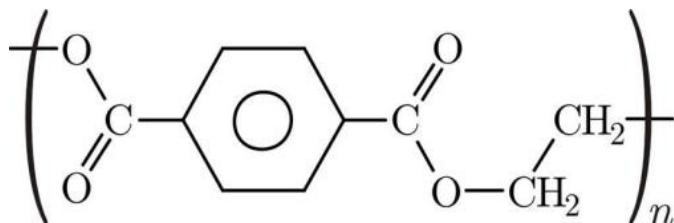


Figura 1: Estrutura química do PET

Fonte: Júnior (2010).

No Brasil, o consumo de materiais poliméricos tem crescido nos últimos anos, impulsionado pelo ramo da construção civil, indústrias de embalagens, alimentos e bebidas, e autopeças/automotivas (KOSCHEVIC, BITTENCOURT, 2016). O segmento nacional de embalagens corresponde a 32% do mercado brasileiro de polímeros e a principal aplicação

do PET é na indústria de embalagens (71%) (ROMÃO, 2009). O crescimento do mercado e do consumo dos PETs, faz com que haja o aumento da presença do resíduos destes nos solos urbanos. O tempo de degradação dos polímeros é relativamente longo, sendo considerados os vilões ambientais, devido ao impacto ambiental causado (CASTRO, 2015). Os plásticos comumente usados não são biodegradáveis e que e apresentam resistência em se decompor em aterros ou no meio ambiente (BARNES et al., 2009).

De acordo com Sharma e colaboradores (2006), a água e o solo, são mais susceptíveis à contaminação devido aos descartes industriais tanto de compostos orgânicos quanto de inorgânicos como os metais pesados. Estes metais caracterizam-se por apresentarem densidade acima de 5,0 g cm⁻³, possui alta solubilidade na água e são extremamente tóxicos ao ser humano, ambiente e outros organismos (WANDERMUREM, 2016). Estes metais se acumulam nos organismos e não são removidos pelos processos tradicionais de tratamento tanto de água quanto de esgoto, não sendo biodegradáveis (CHEN et al., 2015; EL-SHERIF; FATHY; HANNA, 2013).

Neste contexto, o manganês e o ferro são microcontaminantes abundantes na crosta terrestre, encontrados juntos nas fontes tanto de águas superficiais como subterrâneas, nas suas formas: iônica, de complexos solúveis e de óxidos (GERKE; LITTLE; MAYNARD, 2016). O manganês é conhecido como um dos elementos mais abundante na superfície do nosso planeta, e um macronutriente crucial para o corpo humano (TAVLIERA et al., 2015). Pode ser encontrado em corpos hídricos tanto por ação natural, quanto por consequência de ações antrópicas, principalmente decorrentes do setor de mineração (ZAW, CHISWELL, 1999). Nas águas superficiais, o manganês ocorre tanto na forma dissolvida como suspensa, dependendo de fatores como pH, ânions presentes e potencial de oxirredução.

O Ministério da Saúde, por intermédio da Portaria nº 2914/2011, estabeleceu os padrões de potabilidade da água para consumo no Brasil, fixando o valor máximo permitido (VMP) na água tratada de 0,10 mg L⁻¹ de manganês (BRASIL, 2011). O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece valores para padrões de lançamento de efluentes para os metais através da resolução 430/2011, com um VMP de 1,0 mg L⁻¹ de Mn²⁺ (CONAMA, 2011).

Para o tratamento de efluentes industriais existem vários métodos físico-químicos que podem ser utilizados, tais como: a coagulação, flocação, oxidação avançada, filtração por membranas, precipitação química e a adsorção. (YONG et al., 2016). No entanto, a adsorção é considerada um dos métodos mais promissores para a remoção de substâncias nocivas devido à simplicidade, baixo investimento, flexibilidade e alta eficiência em aplicações industriais (YONG et al., 2016). De acordo com Fonseca e colaboradores (2017), o PET pode ser utilizado como material adsorvente em função de seu amplo uso e abundância e que possui um elevado tempo de degradação.

Portanto, este trabalho tem por objetivo avaliar a capacidade de adsorção do PET (*in natura*) do íon metálico Mn²⁺ em solução aquosa por intermédio do estudo das variáveis:

pH, tempo de contato e massa do PET. Além disso, caracterizar o adsorvente por meio das técnicas de Ponto de Carga Zero (PCZ) e Espectroscopia de Absorção na Região de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparo do material adsorvente

O PET foi obtido de garrafas de refrigerantes de cor verde em comércio localizado na cidade de Catalão- Goiás (Figura 2a). Estas foram submetidas ao processo de lavagem, secadas em temperatura ambiente e posteriormente cortadas (Figura 2b) e trituradas em liquidificador na presença de água por aproximadamente 20 min (Figura 3a). Em seguida, o PET foi filtrado e secado a temperatura ambiente e posteriormente separado em peneiras granulométricas,, sendo obtido maior quantidade do adsorvente com granulometria de 20 mesh. O material foi armazenado em frasco de polietileno para posterior utilização nas análises.

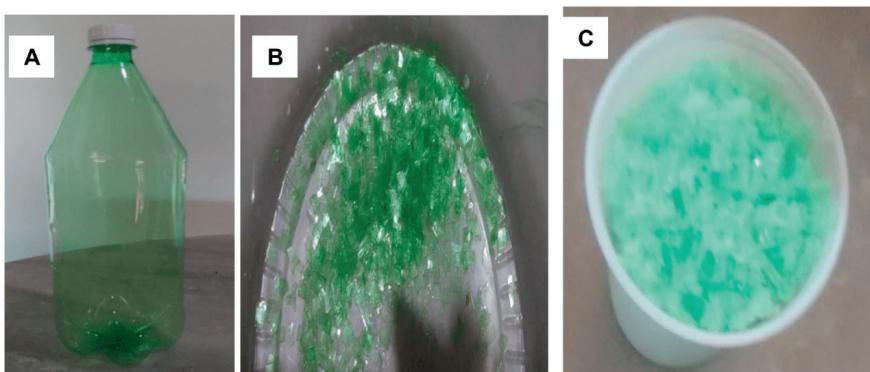


Figura 2: (a) Garrafa PET; (b) PET cortado e (c) PET triturado

Fonte: Os autores (2021).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do material adsorvente

3.1.1 Determinação do Ponto de Carga Zero (PCZ)

Com o intuito de investigar o desempenho do PET como adsorvente do cátion Mn^{2+} , considerando a influência do pH inicial da solução e suas alterações sobre os grupos funcionais (éster na cadeia principal, carbonila e anel aromático) presentes na superfície do material adsorvente determinou-se o PCZ. Segundo Marin e colaboradores (2015) a

caracterização dessas cargas é importante no que se refere às aplicações dos materiais como adsorventes, visto que a variação entre a quantidade de cargas positivas e negativas presentes na superfície do adsorvente e as existentes no adsorvato são importantes para garantir uma maior interação entre ambos evitando repulsão eletrostática. A faixa de pH em que as cargas superficiais do adsorventes são nulas é conhecida como PCZ.

O método utilizado para a determinação do PCZ é descrito por Regalbuto e Robles (2004) que consiste em misturar 20 mg de PET em 10 mL de água deionizada sob diferentes condições de pH inicial (de 1 a 11), que foram previamente ajustados com soluções 1,0 mol. L⁻¹ de HNO₃ e NaOH e que permanecem em repouso pelo período de 24h à temperatura ambiente sem agitação, com posterior medição do pH conforme Figura 3.

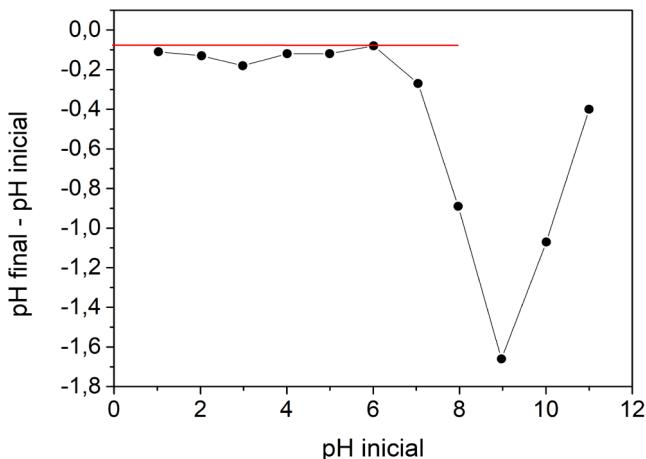


Figura 3: Ponto de Carga Zero do material adsorvente *in natura*

Fonte: Os autores (2021).

Observando o comportamento do PCZ do PET, determinou-se o valor de 5,98; em soluções com pH abaixo deste valor a tendência é a adsorção de ânions devido a presença de cargas positivas na superfície do material, e quando o pH da solução estiver acima do valor do pH obtido para o PCZ a superfície do material estará carregada negativamente favorecendo a adsorção de espécies catiônicas (DEOLIN et al., 2013). Ao comparar os resultados obtidos pelas análises de PCZ com aqueles obtidos durante a avaliação da influência do pH na adsorção observou-se que o melhor resultado de remoção do Mn²⁺ ocorreu quando o material adsorvente estava em contato com soluções de pH 7,0. Nesse valor de pH ocorre a predominância de cargas negativas na superfície do PET favorecendo a adsorção de espécies catiônicas como o Mn²⁺, corroborando com os resultados apresentados.

3.1.2 Espectroscopia de Absorção na Região de Infravermelho Médio com Transformada de Fourier (FT - IR)

Os grupos funcionais presentes no material adsorvente são os responsáveis pelas propriedades adsortivas. Com o intuito de identificar os grupos funcionais presentes na superfície do PET realizou-se um estudo de espectroscopia na região do infravermelho (FT-IR), conforme Figura 4.

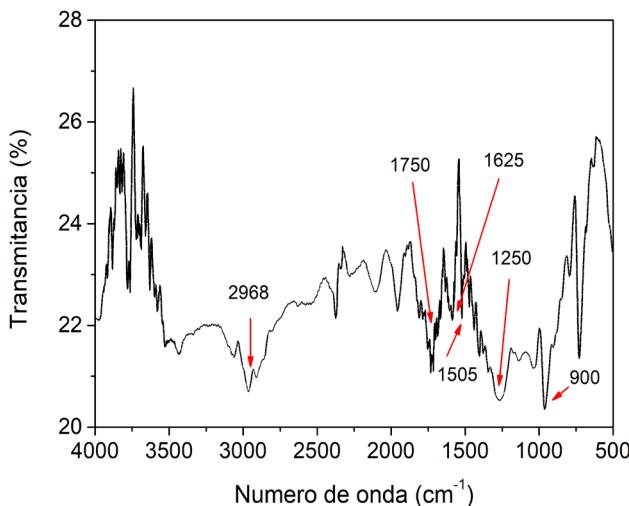


Figura 4: Espectro na região do FT - IR do adsorvente PET.

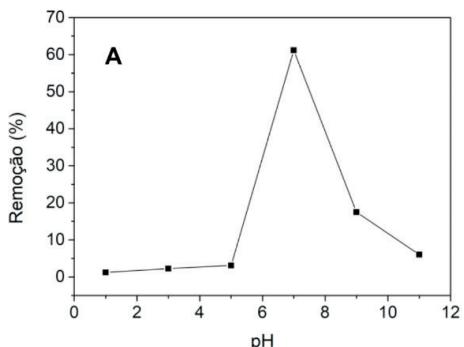
Fonte: Os autores (2020).

Em 2968 cm⁻¹ verificou-se o estiramento característico de ligação C-H de carbono sp³. A banda em 1750 cm⁻¹ representa o estiramento C = O da carbonila que compõe o grupo éster do PET. Os sinais entre 1750 e 1625 aproximadamente caracterizam os estiramentos de carbonilas não conjugadas de ésteres ou grupos carboxílicos (PAVIA et al., 2010). Identificou-se estiramentos característicos de C=C (carbono de ligação dupla deslocalizada de anel aromático) em 1505 cm⁻¹. Uma banda de deformação axial de éster aromático em 1250 cm⁻¹, e outra referente ao anel aromático para substituído em 900 cm⁻¹ (PAVIA et al., 2010). O grupo carboxílico quando ionizado é capaz de estabelecer interações eletrostáticas entre a carbonila presente no éster que faz parte da estrutura do PET (adsorvente) e o cátion de Mn⁺² (adsorvato) favorecendo o processo de adsorção.

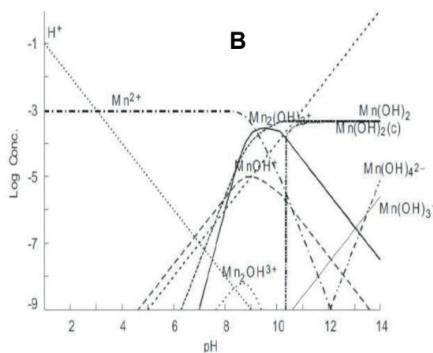
3.2 Experimentos de adsorção

3.2.1 Efeito do pH na adsorção

O pH interfere diretamente no processo de adsorção, uma vez que diferentes valores de pH da solução inicial são capazes de modificar as cargas na superfície dos adsorventes assim como influenciam no tipo de espécie do metal (NASCIMENTO et al., 2014). Para tanto, 20 mg do material adsorvente foram dispersos em 20 mL de solução de Mn^{2+} (1,0 mg L⁻¹) e avaliados em diferentes valores de pH (1,0; 3,0; 5,0; 7,0; 9,0 e 11,0) sob agitação a 20 rpm por 10 min. As soluções foram filtradas e levadas ao FAAS para determinação da concentração final do analito de interesse. Os valores de pHs avaliados foram previamente ajustados utilizando HCl e NaOH a 0,1 mol L⁻¹. Os resultados estão representados na Figura 5a e a distribuição das espécies de Manganês em função do pH estão na Figura 5b.



Fonte: Os autores (2020).



Fonte: Carmo (2014).

Figura 5: (a) Porcentagem de adsorção dos íons Mn^{2+} em função do pH, (b) Distribuição das espécies de $Mn^{(II)}$ em função do pH.

Pela Figura 5a, observa-se que o valor de pH que resultou em maior remoção (61,2%) foi obtido em 7. Em pH 9, observou-se uma brusca redução de adsorção (17,5%) e nos demais valores a adsorção foi inferior a 6,1%. O pH afeta a adsorção, bem como determina o grau de distribuição das espécies químicas presentes na solução. Tal situação é observada no gráfico de distribuição de espécies (Figura 5b), indicando que além das cargas presentes na superfície do adsorvente, ocorre a prevalência de uma determinada espécie do metal em determinado valor de pH da solução. (NASCIMENTO et al., 2014).

O pH 7 favoreceu a remoção, visto que neste valor de pH os íons Mn^{2+} se encontram em maior quantidade. A redução na porcentagem de remoção do íon Mn^{2+} no pH 9, se deve ao fato da coexistência de duas espécies presentes na solução (o íon Mn^{2+} e na forma de hidróxidos [$Mn(OH)_2$, $Mn_2(OH)_3^{+}$, $MnOH^{+}$]). De acordo com o gráfico de distribuição das

espécies do manganês (Figura 3b) a espécie positiva que predomina em toda a faixa de pH até o pH 9 é o Mn^{2+} , o qual se apresenta em maior quantidade à medida em que o pH da solução diminui. Enquanto que em maiores valores de pH ocorre a precipitação na forma de hidróxidos, ocasionando a diminuição da adsorção de Mn^{2+} devido a redução da solubilidade das espécies de hidróxido de manganês (MACIEL, 2012; ROCHA; AFONSO, 2012).

3.2.2 Efeito do tempo de contato

O tempo de contato é um parâmetro que procura avaliar qual o melhor tempo de interação a ser utilizado entre o analito de interesse e o material adsorvente, a fim de se obter a melhor eficiência de adsorção no processo avaliado (YU *et al.*, 2013). O melhor tempo a ser considerado é aquele em que a capacidade máxima adsortiva ($Q_{\text{máx}}$) do adsorvato foi obtida pelo adsorvente nas condições de estudo, atingindo-se o tempo de equilíbrio (CHOUDHURY *et al.*, 2012).

A partir do melhor valor de pH (7,0), com uma massa de 20 mg do adsorvente (PET) e 20 mL de solução de Mn^{2+} (1 mg L⁻¹) realizou-se o estudo da influência do tempo de contato (1, 5, 10, 20, 40, 60, 90, 180 e 240 min) sob agitação de 20 rpm (Figura 6). As soluções foram filtradas e posteriormente levadas ao FAAS para determinar a concentração final de Mn^{2+} .

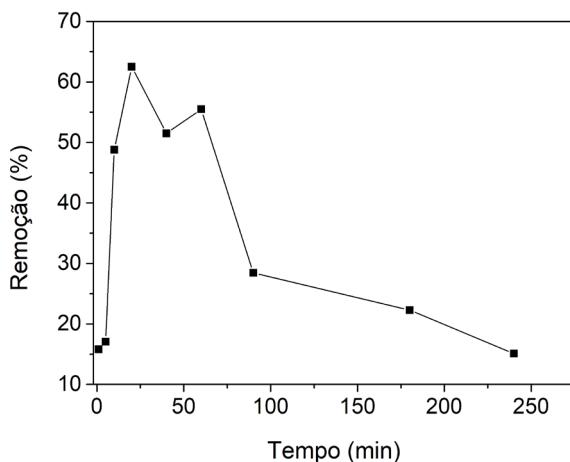


Figura 6: Influência do tempo de contato na adsorção de íons Mn^{2+} pelo adsorvente PET

Fonte: Os autores (2020).

Entre os intervalos de tempo avaliados nos processos de adsorção, o tempo de 20 min apresentou a melhor eficiência de remoção (61,5%) para os íons Mn^{2+} pelo material adsorvente. Nos demais intervalos de tempo, a eficiência de remoção foi inferior a 52%.

3.2.3 Efeitos da massa do adsorvente

A partir do melhor valor de pH (7,0) e do tempo de contato (20 min) avaliou-se o efeito da massa do adsorvente em diferentes valores (5,10, 15, 20, 40, 60 e 80 mg). O estudo da massa do adsorvente (Figura 7) é importante tanto do ponto de vista de economia do adsorvente, quanto do controle visando evitar o processo de dessorção o que implica na redução da eficiência de remoção (YI et al., 2002).

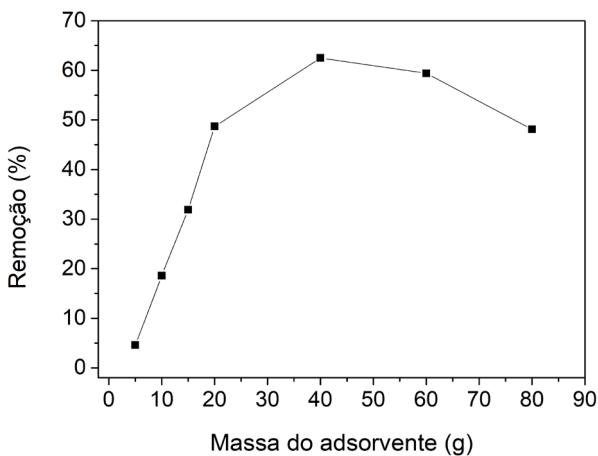


Figura 7: Relação entre porcentagens de adsorção com a massa de PET

Fonte: Os autores (2020).

Nota-se na figura 7, que a maior porcentagem de remoção é alcançada com a massa do adsorvente igual a 40,0 mg (62,5%). No entanto, o aumento da massa de adsorvente adicionada à solução, não torna a remoção do íon Mn²⁺ mais eficiente. A queda gradativa da adsorção pode estar relacionada com a saturação da superfície e/ou poros presentes no material de adsorção. Segundo Yin e colaboradores (2002), a presença de determinados grupos funcionais na superfície do material adsorvente tende a proporcionar uma adsorção rápida com tendência a saturação da superfície e dos sítios, diminuindo a adsorção mesmo na presença de maiores valores de massa.

4 | CONCLUSÕES

A metodologia possibilitou avaliar o PET como um possível material adsorvente do íon metálico Mn²⁺. Os estudos de caracterização (PCZ e FT-IR) possibilitou conhecer a composição química do material adsorvente. O método desenvolvido e utilizado para a remoção do analito de interesse, demonstrou-se eficiente na concentração avaliada (1,0 mg L⁻¹) apresentando eficiência de remoção superior a 60%. O PET é um material de fácil

obtenção, possui baixo custo, demandou baixo consumo de reagentes de maior toxicidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. S. et al. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 1, n. 3, p. 83-90, 2013.

Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST). Perfil 2012. Disponível em:< <http://www.abiplast.org.br/site/estatisticas>> . Acesso em: 15/05/2021.

BARNES, K.A. et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 364, p. 1985–1998, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em:<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 12/05/2021.

CARMO, S. N. **Extração seletiva de Mn(II) utilizando sementes de *Moringa oleifera* como bioadsorvente**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

CASTRO, P. J. **Estudo do impacto da viscosidade intrínseca do PET reciclado pós consumo para uso em embalagens cosméticas**. São Paulo, 2015. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2015.

CHEN, H. et al. Potentially toxic metal contamination of urban soils and roadside dust in Shanghai, China. **Science of the Total Environment**, v. 512–551, p. 143– 153, 2015.

CHOUDHURY, T. R. et al. Adsorption of Cr (III) from aqueous solution by groundnut shell. **Journal of Environmental Science and Water Resources**, v. 1, n.6, p. 144-150, 2012.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. Disponível em: http://www.simae.sc.gov.br/admin/arquivos_download/resolucao-conama-n-3572005.pdf Acesso em: 16 /05 /2021.

DEOLIN, M. H. S. et al. **Obtenção do ponto de carga zero de materiais adsorventes**. In: VIII EPCC, 2013, Maringá, PR. p. 1-4.

EL-SHERIF, I.Y.; FATHY, N. A.; HANNA, A. A. Removal of Mn (II) and Fe (II) ions From Aqueous solution using precipitation and adsorption Methods. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 9, n.1, p. 233-239, 2013.

FONSECA, A. D. et al. **Produção de carvão ativado a partir de pet residual para remoção de contaminantes orgânicos em efluentes**. ID 131- 3º Congresso Internacional RESAG. Belo Horizonte - MG, 2017.

GERKE, T. L.; LITTLE, B. J.; MAYNARD, B. J. Manganese deposition in drinking water distribution systems. **Science of the Total Environment**, v. 541, p. 184-193, 2016.

JÚNIOR, A. B.S. **Produção do Poli(Tereftalato de Etileno) Modificado com Glicerol e Derivados**. 2010. 87p. Tese de Mestrado. COPPE-UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2010.

KARAGIANNIDIS, P. G., STERGIOU, A. C., KARAYANNIDIS, G. P. Study of Crystallinity and Thermomechanical Analysis of Annealed Poly (ethylene terephthalate) films. **European Polymer Journal**, v. 44, p. 1475-1486, 2008.

KOSCHEVIC, M. T.; BITTENCOURT, P. R. S. Meio ambiente e materiais poliméricos: Breves considerações com ênfase ao Politereftalato de Etileno (PET) e processos de degradação. **Revista Eletrônica Científica Inovação Tecnologia, Medianeira**, v. 2, n. 14, p. 60-80, 2016.

MACIEL, S. E. de L. **Avaliação da adsorção de manganês na zeólita sintética ZSM-5 antes e após a sua utilização como catalisador do craqueamento de petróleo**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

MARIN, P. et al. Avaliação do efeito da temperatura, pH e granulometria do adsorvente na adsorção do corante azul reativo 5g. **ENGEVISTA**, V. 17, n. 1, p. 59-68, 2015.

NASCIMENTO, R. F. et al. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. **Imprensa Universitária** p. 16-18, 255. Fortaleza-Ceará, 2014.

PAUL, D.; GOODMAN, I.; KROSCHWITZ, J. I. - Polyesters to Polypeptide Synthesis - Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, 2 ed., v. 12, J.I. **Kroschwitz Ed.**, New York (1985).

PAVIA, D. L. et al. Introdução à Espectroscopia. Trad. 4º ed. norte-americana, **Cengage Learning**, 2010.

REGALBUTO, J. R.; ROBLES, J. **The engineering of Pt/Carbon Catalyst preparation**. University of Illinois, Chicago, 2004.

ROCHA, R. A.; AFONSO, J. C. Elemento Químico: Manganês. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 103-105 , 2012.

ROMÃO, W. **Metodologia para detectar a presença do pet reciclado em embalagens pet para alimentos**. Campinas, 2009. 119f. Dissertação (Mestrado em Química). Programa de Pós-Graduação em Química- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

SHARMA, P. et al. Removal of cadmium from aqueous system by shelled Moringa oleifera Lam. seed powder. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 2, p. 299-305, 2006.

TAVLIEVA, M. P. Thermodynamics and kinetics of the removal of manganese(II) ions from aqueous solutions by white rice husk ash. **Journal of Molecular Liquids**, v. 211, p. 938-947, 2015.

WANDERMUREM, A.V. **Contaminação por metais pesados em água, sedimentos e peixes do Açude Antas, Paraná/RN**. 2016. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2016.

YIN, S. et al. A new perspective on barking in dogs (*Canis familiaris*). **Journal of Comparative Psychology**, v. 116, n. 2, p. 189–193, 2002.

YONG, S. O. et al. Competitive adsorption of heavy metals onto sesame straw biochar in aqueous solutions. **Chemosphere**, v. 142, p. 77-83, 2016.

YU, X. et al. Adsorption of heavy metal ions from aqueous solution by carboxylated cellulose nanocrystals. **Journal of Environmental Sciences**, v. 25, p. 933-943, 2013.

ZAW, M.; CHISWELL, B. Iron and manganese dynamics in lake water. **Water Research**, v. 33, n. 8, p. 1900-1910, 1999.

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

COLEÇÃO

DESAFIOS

DAS

ENGENHARIAS:

ENGENHARIA QUÍMICA



🌐 www.atenaeditora.com.br

✉️ contato@atenaeditora.com.br

-instagram icon @atenaeditora

-facebook icon facebook.com/atenaeditora.com.br