

A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

 **Atena**
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
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
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
D618	<p>A diversidade de debates na pesquisa em química 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-036-0 DOI 10.22533/at.ed.360202105</p> <p>1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Pesquisa – Metodologia. I.Nardeli, Jéssica Verger.</p> <p style="text-align: right;">CDD 540.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A coleção “A Diversidade de Debates na Pesquisa em Química 2” é uma obra que tem um conjunto fundamental de conhecimentos direcionados a industriais, pesquisadores, engenheiros, técnicos, acadêmicos e, é claro, estudantes. A coleção abordará de forma categorizada pesquisas que transitam nos vários caminhos da química de forma aplicada, inovadora, contextualizada e didática objetivando a divulgação científica por meio de trabalhos com diferentes funcionalidades que compõem seus capítulos.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos relacionados a revestimentos inteligentes – *smart coatings*; técnicas eletroquímicas; modificação de superfície; processo foto-Fenton; dessulfurização adsortiva de diesel; otimização de sensores; contaminantes orgânicos; degradação de compostos; nanotubos de carbono hidrofílicos; oxidação parcial do metano; produção de etanol; tratamento de efluente aquoso; produção de biogás; processo oxidativo avançado; partição de íons metálicos; ensino de polímeros; reutilização de óleo industrial; análise complexométrica de alumínio e modelagem molecular. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à caracterização, aplicação, otimização de procedimentos e metodologias, entre outras abordagens importantes na área de química, ensino e engenharia química. A diversidade de Debates na pesquisa em Química tem sido um fator importante para a contribuição em diferentes áreas.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de química tecnológica, bacharel e licenciatura. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, aplicações de processos, caracterização com diferentes técnicas (eletroquímica, microscopia, espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier e raios-X) substanciais é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

Portanto, esta obra é oportuna e visa fornecer uma infinidade de estudos fundamentados nos resultados experimentais obtidos pelos diversos pesquisadores, professores e acadêmicos que desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática.

Jéssica Verger Nardeli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SMART COATING FOR CORROSION PROTECTION OF ALUMINIUM ALLOYS: GLOBAL AND LOCALIZED STUDY OF ANTI- CORROSION PERFORMANCE	
Jéssica Verger Nardeli Cecílio Sadao Fugivara Fátima Montemor Assis Vicente Benedetti	
DOI 10.22533/at.ed.3602021051	
CAPÍTULO 2	13
FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN APPLIED FOR OPTIMIZATION OF TARTRAZINE REMOVAL BY PHOTO-FENTON PROCESS USING Cu_2FeSn_4 CATALYST	
Julia da Silveira Salla Vitória Segabinazzi Foletto Jivago Schumacher de Oliveira Gabriela Carvalho Collazzo Evandro Stoffels Mallmann Edson Luiz Foletto	
DOI 10.22533/at.ed.3602021052	
CAPÍTULO 3	23
TRANSFORMACIÓN DE ÁCIDO FERÚLICO CON HONGOS AISLADOS DE BAGAZO DE CAÑA	
Miguel Ávila Jiménez Myriam Gisela Gutiérrez Rueda Julia Aguilar Pliego María del Rocío Cruz Colín María Teresa Castañeda Briones	
DOI 10.22533/at.ed.3602021053	
CAPÍTULO 4	32
APLICAÇÃO DE MATERIAIS MCM-41 E SBA-15 COMO SINTETIZADOS E MODIFICADOS COM ÍONS NÍQUEL E PRATA NA DESSULFURIZAÇÃO ADSORTIVA DE DIESEL	
Clenildo de Longe Rafael Viana Sales Anne Beatriz Figueira Câmara Adriano Santos de Sousa Leila Maria Aguilera Campos Maritza Montoya Urbina Tatiana de Campos Bicudo Luciene Santos de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.3602021054	
CAPÍTULO 5	43
AVALIAÇÃO DO SENSOR BASEADO GRAFENO E COBRE PARA DETECÇÃO DE GLIFOSATO E AMPA	
Sarah Setznagl Ivana Cesarino	
DOI 10.22533/at.ed.3602021055	

CAPÍTULO 6	57
COMPORTAMENTO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS EM SUBSUPERFÍCIE	
Vivian Maria de Arruda Magalhães	
Oswaldo Chiavone Filho	
Marilda Mendonça Guazzelli Ramos Vianna	
DOI 10.22533/at.ed.3602021056	
CAPÍTULO 7	76
INVESTIGAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO FENOL EM MEIO AQUOSO UTILIZANDO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E IRRADIAÇÃO SOLAR	
Julia da Silveira Salla	
Humberto Neves Maia de Oliveira	
André Luís Novais Mota	
Cláudio Augusto Oller do Nascimento	
Edson Luiz Foletto	
Oswaldo Chiavone-Filho	
DOI 10.22533/at.ed.3602021057	
CAPÍTULO 8	89
PRODUÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO HIDROFÍLICOS	
Leila Cottet	
Luís Otávio de Brito Benetoli	
Nito Angelo Debacher	
DOI 10.22533/at.ed.3602021058	
CAPÍTULO 9	98
ÓXIDOS DO TIPO PEROVSKITA $Nd_{0,95}FeO_3$ E $Nd_{0,95}CrO_3$ PARA PRODUÇÃO DE GÁS DE SÍNTESE ATRAVÉS DA OXIDAÇÃO PARCIAL DO METANO	
Karina Tamião de Campos Roseno	
Rodrigo Brackmann	
Rita Maria de Brito Alves	
Reinaldo Giudici	
Martin Schmal	
DOI 10.22533/at.ed.3602021059	
CAPÍTULO 10	107
PRODUÇÃO DE ETANOL UTILIZANDO BAGAÇO DE SORGO BIOMASSA	
Cristian Jacques Bolner de Lima	
Charles Nunes de Lima	
Fernanda Maria da Silva Costa	
Érik Ramos da Silva de Oliveira	
Monique Virões Barbosa dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.36020210510	
CAPÍTULO 11	118
UTILIZAÇÃO DAS CINZAS PESADAS DE TERMOELÉTRICA COMO CATALISADOR EM REAÇÃO FOTO-FENTON PARA REMOÇÃO DE CORANTE TÊXTIL EM EFLUENTE AQUOSO	
Fernanda Caroline Drumm	
Patrícia Grassi	
Jivago Schumacher de Oliveira	
Julia da Silveira Salla	
Sérgio Luiz Jahn	
Edson Luiz Foletto	
DOI 10.22533/at.ed.36020210511	

CAPÍTULO 12 128

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DA SELEÇÃO DE UM CULTIVAR DE SORGO SACARINO NO ESTADO DE MATO GROSSO

Cristian Jacques Bolner de Lima
Fernanda Maria da Silva Costa
Érik Ramos da Silva de Oliveira
Francieli Fernandes
Charles Souza da Silva
Juniele Gonçalves Amador
Monique Virões Barbosa dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.36020210512

CAPÍTULO 13 141

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETE) DA UFRN

Oscar Eduardo Reyes Cavalcanti
Ana Beatriz de Gois Lima
Thalita Gomes Ferreira
Nathalia Souza Teixeira
Rosangela Dala Possa
Leila Maria Aguilera Campos
Maritza Montoya Urbina
Adriano Santos de Sousa
Luciene Santos de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.36020210513

CAPÍTULO 14 154

REMEDIAÇÃO DE SOLO CONTAMINADO COM NAFTALENO: ESTUDO COMPARATIVO DA APLICAÇÃO DE PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS HOMOGÊNEO E HETEROGÊNEO

Vivian Maria de Arruda Magalhães
Gabriela Paupitz Mendes
Rayanne Macêdo Aranha
Oswaldo Chiavone Filho
Marilda Mendonça Guazzelli Ramos Vianna

DOI 10.22533/at.ed.36020210514

CAPÍTULO 15 170

SISTEMA AQUOSO BIFÁSICO: CONCEITOS, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES NA PARTIÇÃO DE ÍONS METÁLICOS

Ednilton Moreira Gama
Roberta Pereira Matos
Guilherme Dias Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.36020210515

CAPÍTULO 16 179

UTILIZAÇÃO DE ANALOGIAS E ATIVIDADES CONTEXTUALIZADAS: UMA PERSPECTIVA DE APRIMORAMENTO DE COMPETÊNCIAS PARA O ENSINO DE POLÍMEROS

Amanda Rebelo de Azevedo
Vinicius Fernandes Moreira

DOI 10.22533/at.ed.36020210516

CAPÍTULO 17 201

PRODUÇÃO DE SABÃO UTILIZANDO ÓLEO RESIDUAL ORIUNDO DE PROCESSAMENTO DE MÁQUINAS DE FRANGO

Gisele Carvalho Conceição
Thayssa Sales Cardoso
Diego Ribeiro Nunes
Ronald Almeida dos Santos
Sérgio Vinicius Machado dos Santos
Emanoel Oliveira de Aviz
Arlesson Pereira da Silva
Ronald Vieira Garcia
Josiney Farias de Araújo
Simonny do Carmo Simões Rolo de Deus
Ricardo Jorge Amorim de Deus
Manolo Cleiton Costa de Freitas
Leandro Marques Correia

DOI 10.22533/at.ed.36020210517

CAPÍTULO 18 221

ANÁLISE COMPLEXOMÉTRICA DE ALUMÍNIO EM ARROZ COZIDO EM PANELAS DE ALUMÍNIO E/OU INOX, EM RESTAURANTES DE SÃO LUÍS – MA

Elis Cristina de Sousa Ferreira
Ricardo Santos Silva
Anna Karolyne Lages Leal
Raissa Soares Penha Ferreira
Maria do Socorro Nahuz Lourenço

DOI 10.22533/at.ed.36020210518

CAPÍTULO 19 231

A PRIMEIRA MODELAGEM MOLECULAR POR HOMOLOGIA DA PROTEÍNA VP4 DO VÍRUS CHANGUINOLA

Bruno Rafael Costa Guimarães
Raul Alexandre Maciel Campos
Jânio di Paula Cavalleiro de Macêdo dos Santos
Adriano Santos da Rocha
Alan Sena Pinheiro
Jorddy Neves Cruz
Sandro Patroca da Silva
Davi Henrique Trindade Amador
Miguel Braga
Renato Araújo da Costa
Elaine Cristina Medeiros da Rocha
João Augusto Pereira da Rocha

DOI 10.22533/at.ed.36020210519

CAPÍTULO 20 249

POESIA COMO SIGNO ARTÍSTICO EM AULAS DE QUÍMICA

Elaine da Silva Ramos
Carlos Eduardo Laburú

DOI 10.22533/at.ed.36020210520

CAPÍTULO 21 261

ALBERTO MAGNO IN CHEMICAL TEACHING: THE COMICS AS A LEARNING METHOD

Ednalva Dantas Rodrigues da Silva Duarte
Ismael Montero Fernández

Cecilia Araujo

DOI 10.22533/at.ed.36020210521

CAPÍTULO 22 269

ESTUDO QUÍMICO DE PINTURAS RUPESTRES DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO TOCA DA BAIXA DO CAJUEIRO POR FRX PORTÁTIL E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO

Maria Conceição Soares Meneses Lage

Wilkins Oliveira de Barros

Iasmin Maria Rodrigues de Sales Vieira

Anibal Gustavo Sousa Oliveira

Andressa Carvalho Lima

Benedito Batista Farias Filho

DOI 10.22533/at.ed.36020210522

SOBRE A ORGANIZADORA..... 281

ÍNDICE REMISSIVO 282

UTILIZAÇÃO DAS CINZAS PESADAS DE TERMOELÉTRICA COMO CATALISADOR EM REAÇÃO FOTO-FENTON PARA REMOÇÃO DE CORANTE TÊXTIL EM EFLUENTE AQUOSO

Data de aceite: 04/05/2020

Fernanda Caroline Drumm

Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7458315977853354>

Patrícia Grassi

Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/9280400364164863>

Jivago Schumacher de Oliveira

Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2660307350708175>

Julia da Silveira Salla

Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/0161157740868923>

Sérgio Luiz Jahn

Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7735147410610776>

Edson Luiz Foletto

Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/6550340290019699>

RESUMO: Neste trabalho, as cinzas pesadas de carvão geradas na termoeletrica de Candiota (RS, Brasil) foram utilizadas como catalisador heterogêneo em reação foto-Fenton para a degradação do corante vermelho Procion. As cinzas pesadas foram caracterizadas pelas técnicas de DRX, FTIR, FRX e MEV. A influência dos parâmetros de reação, tais como dosagem de catalisador e pH da solução, sobre a remoção do corante, foram estudadas. De acordo com os resultados da caracterização, a presença de ferro no material foi confirmada através da análise de composição química por FRX, apresentando 5,5 % (em peso) em termos de óxido de ferro. Na atividade catalítica, ocorreu 92% de descoloração do corante vermelho Procion em 45 min de reação, utilizando 0,8 g/L da massa de cinza pesada em pH = 3. O presente estudo mostrou que as cinzas pesadas de carvão, um resíduo abundante e de baixo custo, apresenta potencial como catalisador em reações do tipo foto-Fenton para a remoção do corante vermelho procion em solução aquosa.

PALAVRAS-CHAVE: Cinza volante; foto-Fenton, descoloração, vermelho Procion.

ABSTRACT: In this work, the heavy coal

ash generated in the Candiota thermoelectric plant (RS, Brazil) was tested as a heterogeneous catalyst in a photo-Fenton reaction for the degradation of the Procion red dye. The heavy ashes were characterized by techniques of DRX, FTIR, FRX and SEM. The influence of reaction parameters such as, catalyst dosage and pH on the dye removal were studied. According to the results of the characterization, the presence of iron on the material was confirmed through the analysis of chemical composition by FRX, presenting 5.5 wt.% in terms of iron oxide. For the catalytic activity 92% discoloration of the Procion red dye occurred at 45 min of reaction, using 0.8 g L⁻¹ of ash mass at pH = 3. This study showed that the heavy ash, an abundant and low-cost residue, has potential as a catalyst in photo-Fenton reactions for the removal of Procion red dye from aqueous solution.

KEYWORDS: Fly ash; photo-Fenton, discoloration, Procion red.

1 | INTRODUÇÃO

Devido à crescente demanda por energia elétrica, grandes quantidades de cinzas de carvão são descartadas diariamente como subproduto das termoelétricas. Anualmente, aproximadamente 600 milhões de toneladas de cinzas de carvão são produzidas no mundo (LEE *et al.*, 2017). O grande volume de cinzas geradas pelo processo de queima do carvão é um dos principais problemas enfrentados pelas termoelétricas, que acabam se tornando grandes produtoras de resíduos sólidos. Nesse processo são gerados diferentes tipos de cinzas, classificadas como leves (volantes) e cinzas pesadas (PERON *et al.*, 2017).

As cinzas volantes são as cinzas de textura mais fina, arrastadas pelos gases de combustão das fornalhas da caldeira e coletadas por precipitadores eletrostáticos ou filtros mangas, no processo de tratamento dos gases. Já as cinzas pesadas são as cinzas de textura mais grosseira que ficam no fundo da fornalha e são removidas mecanicamente ou hidraulicamente, por fluxos de água. Atualmente, uma pequena parcela das cinzas volantes são aproveitadas na construção civil, como na fabricação de cimento, devido a sua textura e pequena granulometria. Já as cinzas pesadas dificilmente tem utilidade, sendo geralmente descartadas em aterros ou em minas de carvão já esgotadas (CARDOSO, 2012).

A composição química das cinzas pesadas varia de 40% a 70% de sílica, 15% a 30% de alumina e de 2% a 14% de óxido de ferro, o que corresponde aproximadamente 90% do total da sua composição (MATSINHE *et al.*, 2015). Devido a presença de Fe₂O₃ neste material, as cinzas pesadas poderiam ser utilizadas em reações do tipo Fenton no tratamento de efluentes, tendo assim uma aplicação para este tipo de resíduo.

As reações do tipo Fenton são bastante conhecidas por utilizarem uma fonte

de ferro como catalisador sólido, e que, em combinação com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) geram o radical hidroxila ($\text{HO}\cdot$) e o hidroperoxila ($\text{HO}_2\cdot$), os quais oxidam uma série de poluentes orgânicos (XU *et al.*, 2017). A eficiência deste processo pode ser melhorada pela incidência de radiação, devido a geração adicional de radicais, em um processo denominado foto-Fenton (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Este trabalho tem como objetivo utilizar as cinzas pesadas de carvão geradas na Usina Termoeletrica Presidente Médici (UTPM)/Candiota-RS, como catalisador heterogêneo em reação foto-Fenton, visando a degradação do corante vermelho Procion. Além da caracterização das cinzas pesadas, o efeito do pH inicial da solução do corante e a dosagem do catalisador foram estudados.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção e caracterização do catalisador

A cinza pesada foi fornecida pela Usina Termoeletrica Presidente Médici (UTPM) - Candiota, localizada no município de Candiota/RS, Brasil. As cinzas foram secas em estufa a 100 °C, moídas e peneiradas (60 mesh), para posterior utilização. A composição química das cinzas pesadas foi determinada por fluorescência de raio-X (FRX), usando um espectrômetro (modelo Bruker S8 Tiger). As fases cristalinas presentes na amostra foram obtidas através de difração de raios-X (DRX), utilizando difratômetro Rigaku (modelo Miniflex 300), com radiação Cu-K α ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$), fonte de energia com 30 kV e 10 mA, grau de avanço de 0,03° e tempo de aquisição de 0,5 s. As propriedades texturais da amostra foram determinadas por adsorção e dessorção de N_2 a 77 K, (ASAP 2020, Micromeritics), sendo a área de superfície específica obtida pelo método Brunauer, Emmett & Teller (BET) e o tamanho e volume de poro pelo método Barrett-Joyner-Halenda (BJH). A identificação dos grupos funcionais presentes no material foram determinados por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) (Prestige, 21210045, Japão), na faixa de 2000 - 450 cm^{-1} . A morfologia das cinzas foi analisada através de microscopia eletrônica de varredura (MEV-EDS), utilizando aparelho (Tescan - Vegan 3).

2.2 Experimentos foto-Fenton

Como poluente foi utilizado o corante vermelho Procion H-E7B (fórmula química: $\text{C}_{52}\text{H}_{26}\text{O}_{26}\text{S}_8\text{Cl}_2\text{N}_{14}\text{Na}_8$, peso molecular de 1774,15 g mol^{-1}), o qual foi escolhido por ser amplamente utilizado nos processos de tingimento das indústrias têxteis. Os experimentos foram realizados em um foto-reator de vidro de 250 ml com agitação magnética e lâmpada fluorescente espiral (85W, Empalux), a qual foi colocada verticalmente a 10 cm da solução aquosa. Os ensaios fotocatalíticos foram

feitos utilizando solução do corante em concentração de 50 mg L⁻¹ sob temperatura ambiente (25 °C). Antes de iniciar a reação, o pH da solução era ajustado com ácido sulfúrico (H₂SO₄, 0,1 M) e o catalisador adicionado sob agitação, a fim de atingir o equilíbrio de adsorção (60 min). Após a adsorção, a reação era iniciada com adição do H₂O₂ (40 µl) e, a seguir, era acionada a lâmpada. A quantidade de H₂O₂ adicionada ao meio reacional foi determinada com base na quantidade de mols necessário para mineralização completa do corante em estudo. Após a reação, o catalisador era removido das solução por centrifugação. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro de UV-vis (Bel Photonics, SP1105), em comprimento de onda de máxima absorção, 544 nm.

A porcentagem da eficiência de descoloração (*ED*, %) da solução ao longo do tempo foi calculada de acordo com a Equação 1:

$$ED(\%) = \left(\frac{A_0 - A_t}{A_0} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde, *A*₀ é a absorbância inicial da solução e *A*_{*t*} é a absorbância no tempo de reação *t*.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da cinza pesada

A Tabela 1 mostra os elementos químicos presentes na composição da cinza pesada de carvão mineral, os quais foram identificados pela técnica de FRX. De acordo com os resultados encontrados, verifica-se que a maior parte da cinza é constituída principalmente por sílica (SiO₂) e alumina (Al₂O₃), além de quantidades menores de óxidos de ferro, cálcio, potássio, entre outros. A quantidade de óxido de ferro nas cinzas pesadas, em termos de Fe₂O₃, é de aproximadamente 5,5 % (em peso), de acordo com a análise de FRX. Essa quantidade tem sido considerada satisfatória para aplicação deste material em reações foto-Fenton, de acordo com o reportado por outros trabalhos da literatura (OLIVEIRA *et al.*, 2016; DRUMM *et al.*, 2018).

Composição	%
SiO ₂	64.94
Al ₂ O ₃	22.89
Fe ₂ O ₃	5.51
CaO	2.49
K ₂ O	1.74
Outros óxidos	< 1%

Tabela 1. Composição química da cinza pesada.

A Figura 1 apresenta o difratograma de raios-X das cinzas pesadas obtidas a partir da combustão do carvão mineral. Analisando o difratograma, observa-se a que a principal fase cristalina encontrada na difração é o quartzo (SiO_2), apresentando picos intensos e característicos em 2θ de 20.6° , 26.3° , 49.4° , 67.0° (Cartão JCPDS No. 85-1780). Outra fase identificada foi a mulita ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), uma associação entre a sílica e a alumina com picos em 2θ de 16.3° , 26.5° , 30.9° , 39.0° , 33.8° , 35.17° , 60.6° (Cartão JCPDS No. 88-2049). Além disso, um pico relacionado a magnetita (Fe_3O_4) é observada em 2θ de 35.06° (JCPDS N° 19-0629), confirmando a presença de óxido de ferro na amostra.

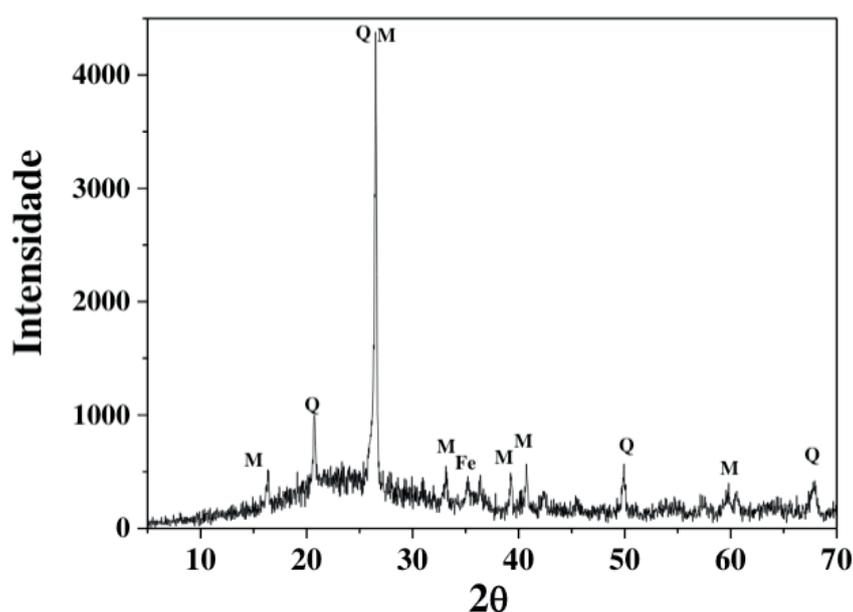


Figura 1. Difração de raio-X das cinzas pesadas de carvão.

O espectro de FTIR das cinzas pesadas é apresentado na Figura 2, onde foi possível observar bandas características da presença de sílica, e da associação desta com a alumina (mulita). A banda em 1636 cm^{-1} pode ser atribuída a *deformação* vibracional da molécula da *água*. O pequeno ombro observado próximo a 1165 cm^{-1} corresponde a presença de mulita no material (JURADO; ARÉVALO HERNÁNDEZ; ROCHA-RANGEL, 2013). A presença de sílica nas cinzas pesadas pode ser atribuída ao pico intenso na região de absorção próximo a 1080 cm^{-1} , o qual corresponde a vibrações de estiramento assimétricas das ligações de Si-O-Si. Já, a banda de absorção a cerca de 798 cm^{-1} pode estar associada às vibrações de estiramento simétricas das pontes de Si-O-Si (JURADO; ARÉVALO HERNÁNDEZ; ROCHA-RANGEL, 2013).; MAZUMDER: RANO, 2015). A banda de absorção derivada da ligação Al-O foi observada a 690 cm^{-1} (JURADO; ARÉVALO HERNÁNDEZ; ROCHA-RANGEL, 2013).). O pequeno ombro observado em 560 cm^{-1} pode estar associado à vibração de estiramento assimétrica de Si-O-

Al presente em estruturas de aluminossilicatos, e o pico acentuado em 460 cm^{-1} , está associado com as vibrações de flexão O-Si-O presentes em tetraedros de silicato (MAZUMDER: RANO, 2015). As bandas em 560 cm^{-1} e 460 cm^{-1} podem ser atribuídas à vibração de estiramento de Fe-O dos óxidos de ferro (RENDON; SERNA 1981; RAMÍREZ-FRANCO; GALEANO; VICENTE, 2019).

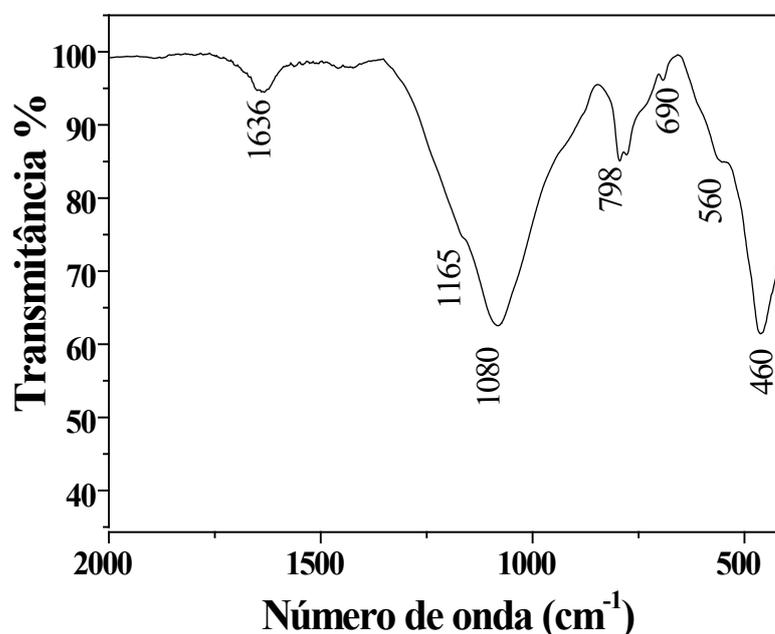


Figura 2. Espectro FTIR da cinza pesada de carvão.

As imagens da microscopia eletrônica de varredura, Figura 3(a), mostram partículas com formatos irregulares e de tamanhos variados. Foi possível também observar a presença de poros em algumas partículas (Figura 3b). De acordo com os resultados texturais, a área de superfície (BET), o tamanho médio dos poros e volume total dos poros encontrados neste trabalho foram de $1,50\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$, 11 nm e $0,0036\text{ cm}^3\text{ g}^{-1}$, respectivamente.

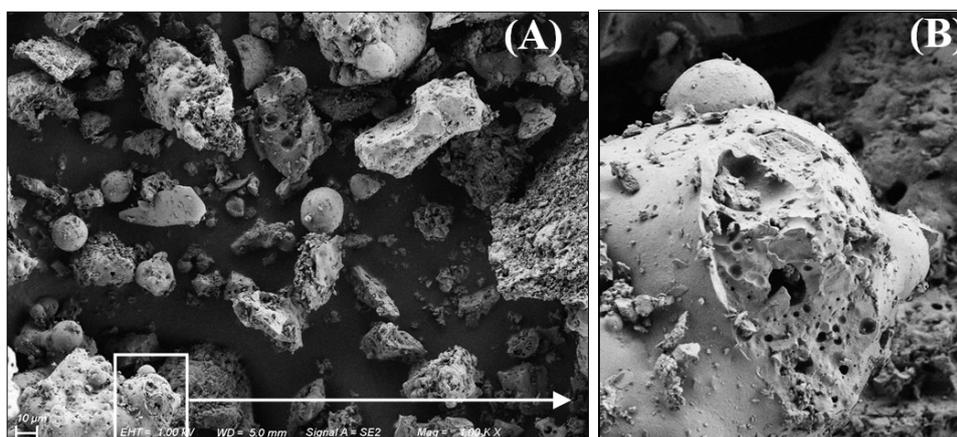


Figura 3. (a) Micrografia obtida por microscopia eletrônica de varredura da cinza pesada, (b) presença de poros na partícula.

3.2 Atividade catalítica das cinzas

3.2.1 Efeito da dosagem de catalisador

A Figura 4 apresenta os resultados da eficiência de remoção da cor para a solução do corante vermelho procion usando diferentes dosagens de cinza (0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 g L⁻¹) na presença de irradiação artificial visível. Cabe ressaltar que ensaios preliminares realizados sob a condição Fenton (presença de catalisador e peróxido de hidrogênio e sem irradiação) apresentaram eficiências desprezíveis de descoloração da solução.

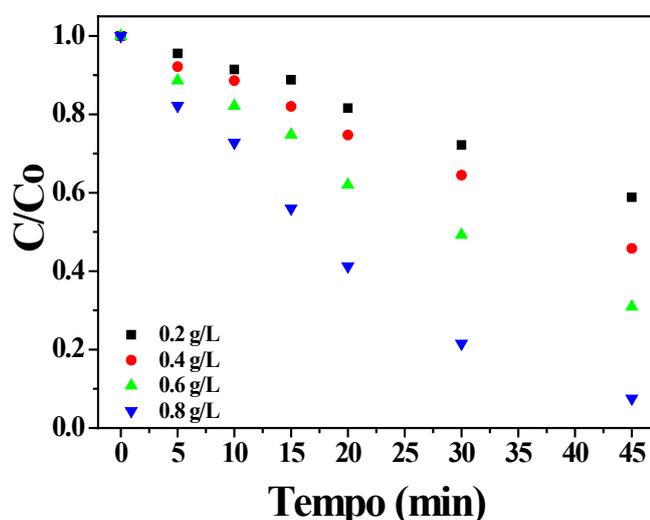


Figura 4. Remoção da cor utilizando diferentes dosagens de catalisador (pH = 3 e H₂O₂ = 40 μl).

Verificou-se na Figura 4 que o aumento da dosagem de catalisador melhorou consideravelmente o desempenho da remoção da cor na solução. Esse resultado é atribuído ao aumento dos locais ativos para a disponibilidade de ferro no meio reacional, o que promove uma maior geração de radicais hidroxila (HO•), responsáveis pela oxidação das moléculas do corante (GUO; ZHANG; WANG, 2014). A quantidade máxima utilizada foi de 0,8 g L⁻¹, sendo esta a que apresentou melhor eficiência de degradação.

3.2.2 Efeito do pH da solução de corante

A fim de analisar o efeito do pH na atividade catalítica das cinzas, e sabendo que as reações Foto-Fenton funcionam melhor em meio ácido, a remoção da cor foi analisada nos pH 2, 3 e 4, como mostra a Figura 5. De acordo com o gráfico, é possível observar que em pH 2, a remoção da cor foi de 44 % em 45 min de reação, e com aumento do pH para 3, a remoção foi quase completa, removendo 92% da

cor da solução. De acordo com Nogueira *et al.* (2007) e Martins *et al.* (2011), pH menores que 2,5 podem ser prejudiciais a reação, pois altas concentrações de H^+ no meio podem acabar sequestrando os radicais hidroxila gerados, diminuindo assim a velocidade da reação. Com o aumento do pH para 4, a remoção cai drasticamente para 35%. Essa redução da atividade para pH acima de 3 é decorrente da menor estabilidade do peróxido de hidrogênio, o qual decompõe-se rapidamente em oxigênio molecular, acarretando diminuição na geração de radicais hidroxila (RAMIREZ, *et al.*, 2007; RACHE, *et al.*, 2014). Assim, o pH = 3 foi considerado o ideal, para melhor atividade catalítica das cinzas, resultados semelhantes com demais trabalhos apresentados na literatura (OLIVEIRA *et al.*, 2016; DRUMM *et al.*, 2018).

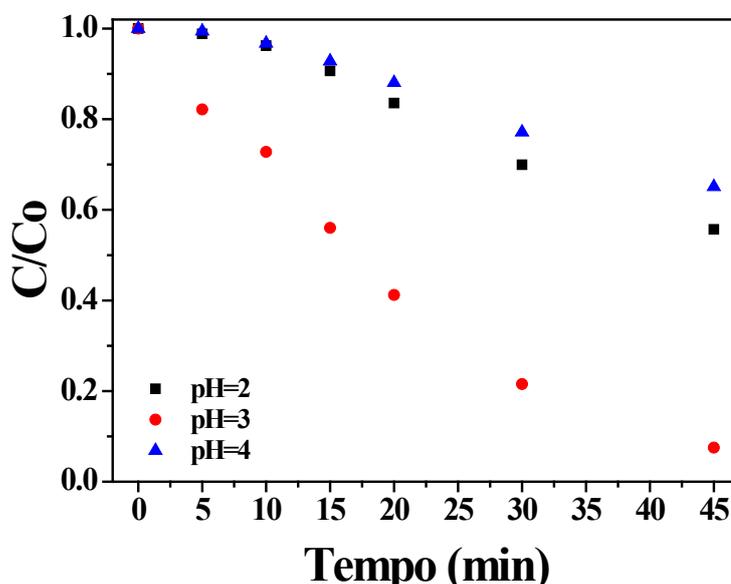


Figura 5. Remoção da cor em diferentes pH (dosagem de catalisador = 0.8 g L^{-1} e $H_2O_2 = 40 \mu\text{l}$).

4 | CONCLUSÕES

Através das técnicas de análise empregadas neste trabalho, foi possível confirmar a presença de ferro na composição química das cinzas pesadas, o qual torna-as um potencial catalisador para a degradação de contaminantes orgânicos em águas residuais. A cinza apresentou destacada eficiência catalítica, atingindo 92% de descoloração do vermelho Procion em 45 min de reação, quando utilizado $0,8 \text{ g L}^{-1}$ de massa da cinza e pH = 3. Portanto, as cinzas pesadas podem ser aplicadas como catalisador heterogêneo alternativo para o tratamento de efluentes contendo corantes devido à disponibilidade deste resíduo e eficiência catalítica satisfatória.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, K. S. *et al.* **Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais.** *Ambiente & Água- An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 11, n. 2, p. 387-401, 2016.
- CARDOSO, A. M. **Síntese integrada em condições brandas de zeólitas 4a e NaP1, a partir de cinzas de carvão, para o uso em detergente e descontaminação ambiental.** Dissertação de Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais (PGETEMA)- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2012.
- DRUMM, F. C. *et al.* **Response surface methodology approach for the optimization of tartrazine removal by heterogeneous photo-Fenton process using mesostructured Fe₂O₃-supported ZSM-5 prepared by chitin-templating.** *Chemical Engineering Communications*, v. 205, n. 4, p. 445-455, 2018.
- GUO, S.; ZHANG, G.; WANG, J. **Photo-Fenton degradation of rhodamine B using Fe₂O₃-Kaolin as heterogeneous catalyst: Characterization, process optimization and mechanism.** *Journal of colloid and interface science*, v. 433, p. 1-8, 2014.
- LEE, Y-R. *et al.* **Synthesis of nanoporous materials via recycling coal fly ash and other solid wastes: A mini review.** *Chemical Engineering Journal*, v. 317, p. 821-843, 2017.
- MARTINS, L. M. *et al.* **Aplicação de Fenton, foto-Fenton e UV/H₂O₂ no tratamento de efluente têxtil sintético contendo o corante Preto Biozol UC.** *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 3, p. 261-270, 2011.
- MATSINHE, J. V. *et al.* **Uso de cinza pesada resultante da queima de carvão mineral na formulação de materiais vítreos: efeito de fundentes.** *Blucher Chemical Engineering Proceedings*, v. 1, n. 2, p. 14219-14225, 2015.
- NOGUEIRA, R. F. P. *et al.* **Fundamentos e aplicações ambientais dos processos Fenton e foto-Fenton.** *Química nova*, v. 30, n. 2, p. 400-408, 2007.
- PERON D. *et al.* **Síntese de zeólita do tipo zsm-5 a partir de cinzas volantes de carvão mineral de Candiota – RS.** V Congresso Brasileiro de Carvão Mineral. Criciúma – SC.jun.2017.
- OLIVEIRA, J. S. *et al.* **Preparação do sistema Fe₂O₃/ZSM-5 para uso como catalisador na reação foto-Fenton.** *Cerâmica*, v. 62, n. 363, p. 281-287, 2016.
- RACHE, M. L. *et al.* **Azo-dye orange II degradation by the heterogeneous Fenton-like process using a zeolite Y-Fe catalyst—kinetics with a model based on the Fermi's equation.** *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 146, p. 192-200, 2014.
- RAMIREZ, J. H. *et al.* **Azo-dye Orange II degradation by heterogeneous Fenton-like reaction using carbon-Fe catalysts.** *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 75, n. 3-4, p. 312-323, 2007.
- XU, T. *et al.* **Mechanisms for the enhanced photo-Fenton activity of ferrihydrite modified with BiVO₄ at neutral pH.** *Applied Catalysis B: Environmental*, v. 212, p. 50-58, 2017.
- JURADO, L. T.; ARÉVALO HERNÁNDEZ, R. M.; ROCHA-RANGEL, E. **Sol-gel synthesis of mullite starting from different inorganic precursors.** *Journal of Powder Technology*, v. 2013, 2013.

MAZUMDER, N. A.; RANO, R. **An efficient solid base catalyst from coal combustion fly ash for green synthesis of dibenzylideneacetone.** Journal of Industrial and Engineering Chemistry, v. 29, p. 359-365, 2015.

RAMÍREZ-FRANCO, J. H.; GALEANO, L-A; VICENTE, M-A. **Fly ash as photo-Fenton catalyst for the degradation of amoxicillin.** Journal of Environmental Chemical Engineering, v. 7, n. 5, p. 103274, 2019.

RENDON, J. L.; SERNA, C. J. **IR spectra of powder hematite: effects of particle size and shape.** Clay Minerals, v. 16, n. 4, p. 375-382, 1981.

ÍNDICE REMISSIVO

A

AA2024 alloy 1, 6, 7
Adsorção de compostos 32, 36
Advanced Oxidation Processes 14, 87, 155
Aluminum alloy 4, 8, 12
Amplitude de pulso 50, 51, 52, 53, 54
Anti-corrosion performance 4, 7

B

Biocombustível 129
Biodigestor 142, 143, 144
Bioetanol 107, 115, 129, 139
Biogás 141, 142, 143, 144, 145, 146, 150, 151, 152
Biotransformation 24, 30

C

Chemistry Teaching 250, 261, 262
Cinza volante 118
Combustíveis fósseis 33, 99, 143
Complexometria 221, 222, 224
Compostos sulfurados 32, 33, 36, 39
Contaminantes orgânicos 57, 63, 69, 125, 157
Corrosion protection 1, 2, 12

D

Decolorization 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 87
Diagrama de fase 172, 173, 174

E

Electrochemical Impedance Spectroscopy 1, 5, 7, 8, 281
Energias renováveis 129, 143
Espectroscopia fotoeletrônica de raios X 32, 36, 41

F

Ferulic acid 24, 30, 31

G

Geoquímica de Contaminantes 69

Glifosato 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 53, 54, 55, 56

Grafeno 43, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

H

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos 57, 60, 63, 154, 155, 156

I

Isotermas de adsorção-dessorção 32, 36, 38

L

Localized impedance 1, 2

M

Materiais mesoestruturados 37

Mecanismos de partição 57, 69

N

Nanotubos de carbono hidrofílicos 89, 96

Negro de carbono 89, 90

O

Óleo Residual 201, 202, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 219, 220

Open circuit potential 1, 5, 7

Oxidação parcial do metano 98

P

Perfil cinético 113, 114, 135, 136, 137

Perovskita 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105

Persulfato 154, 155, 157, 158, 159, 160, 164, 165

Photocatalytic efficacy 14

Photo-fenton process 13, 22

Polymer coating 3

Processo oxidativo avançado 155

Processos enzimáticos 107

R

Reaction 3, 9, 14, 16, 19, 77, 99, 106, 119, 126, 169, 202

Reator solar 76, 77

Reforma do metano 99

S

Saponificação 202, 203, 204, 207, 209, 215, 216, 217, 219

Scanning Electron Microscopy 4, 281

Self-healing mechanism 3

Semiologia 249, 251, 259

Sensor eletroquímico 43

Sistema Aquoso Bifásico 170, 172, 177

Smart coating 1, 2, 9, 281

T

Teaching strategies 261

Toxicidade 46, 57, 65, 154, 156, 176, 222

V

Voltametria 43, 46, 47, 49

 **Atena**
Editora

2 0 2 0