

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 $\text{Nd}_{0,95}\text{FeO}_3$ E $\text{Nd}_{0,95}\text{CrO}_3$ 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 PANEAS 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

APLICAÇÃO DE MATERIAIS MCM-41 E SBA-15 COMO SINTETIZADOS E MODIFICADOS COM ÍONS NÍQUEL E PRATA NA DESSULFURIZAÇÃO ADSORTIVA DE DIESEL

Data de aceite: 04/05/2020

Natal – RN

Clenildo de Longe

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Instituto de Química
Natal – RN

Rafael Viana Sales

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Instituto de Química
Natal – RN

Anne Beatriz Figueira Câmara

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Instituto de Química
Natal – RN

Adriano Santos de Sousa

Universidade Federal da Bahia, Departamento de
Engenharia Química, Salvador - BA

Leila Maria Aguilera Campos

Universidade de Salvador, Departamento de
Engenharia Química
Salvador – BA

Maritza Montoya Urbina

Universidade Federal de Alagoas, Departamento
de Engenharia Química
Maceió – AL

Tatiana de Campos Bicudo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Instituto de Química
Natal – RN

Luciene Santos de Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Instituto de Química

RESUMO: Neste trabalho foram estudados processos adsorptivos de compostos sulfurados decorrentes de cargas industriais de diesel provenientes da Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPPC), com alto teor de enxofre, utilizando as sílicas mesoporosas MCM-41 e SBA-15, sendo esta primeira obtida por método hidrotérmico, a partir de sílica amorfa MP1, oriunda de fonte alternativa de baixo custo. Os adsorventes sintetizados foram avaliados quanto à capacidade de adsorção de compostos sulfurados, utilizando colunas de leito fixo, seguido de modificação com cátions metálicos. Diferentes composições químicas dos compostos metálicos foram testadas, para a obtenção de sítios ativos e avaliação da complexação π entre o enxofre dos compostos orgânicos e os cátions metálicos inseridos nos adsorventes. Os adsorventes foram caracterizados através das técnicas de espectroscopia de difração de raios X (DRX), isotermas de adsorção-dessorção de N_2 (BET/BJH) e espectroscopia fotoeletrônica de raios X (XPS). O monitoramento do teor de enxofre ocorreu por técnica de espectrometria de fluorescência na região do ultravioleta.

Isotermas de equilíbrio foram obtidas para as avaliações das capacidades máximas de adsorção desses adsorventes. Foram obtidas capacidades máximas adsorptivas, em mg.g^{-1} , de 16,64 e 20,30, respectivamente, para os adsorventes testados: 2% AgNO_3 /MCM-41 e 2% AgNO_3 /SBA-15. Os dados experimentais foram ajustados aos modelos de equilíbrio de Langmuir e Freundlich. A remoção de enxofre presente no diesel foi significativa, o máximo de adsorção de 89,2%, em relação à concentração inicial deste contaminante.

PALAVRAS-CHAVE: Dessulfurização, MCM-41, SBA-15, adsorção, complexação π .

ABSTRACT: In this work were studied the fuels adsorption from the Potiguar Clara Camarão Refinery (RPPC) with high sulfur content, using mesoporous sieves MCM-41 and SBA-15, which the first one was obtained by hydrothermal method from an amorphous silica MP1, alternative silica from low cost source. The adsorbents were evaluated for the adsorption capacity of sulfur compounds using fixed bed columns, and afterwards, they were modified, with metallic impregnation and physical dispersion. Different chemical compositions of the metallic materials were tested to obtain active sites and evaluation of the π complexation, between the sulfur of the organic compounds and the metallic cations inserted in the adsorbents. The adsorbents were characterized by powder X-ray diffraction (XRD) spectroscopy, N_2 adsorption-desorption isotherms at 77 BET/BJH methods and X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The monitoring of the sulfur content in diesel during the adsorption process occurred by ultraviolet fluorescence spectroscopy (FUV) technique. Equilibrium isotherms were obtained for evaluation of the maximum adsorption capacity of these adsorbents. Maximum adsorptive capacities of 16.64 and 20.30 mg.g^{-1} were obtained for the adsorbents: 2% AgNO_3 /MCM-41 and 2% AgNO_3 /SBA-15, respectively. The experimental data were adjusted to the Langmuir and Freundlich equilibrium models. The sulfur removal present in the diesel was significant, reaching the maximum adsorption of 89,2%.

KEYWORDS: Desulfurization, MCM-41, SBA-15, adsorption, π complexation.

1 | INTRODUÇÃO

A emissão de compostos sulfurados a partir da queima de combustíveis fósseis tem recebido grande atenção da comunidade científica, que tem concentrado esforços na resolução de problemas relativos à poluição ambiental e custos industriais. Tais compostos reagem na atmosfera por meio da radiação ultravioleta da luz solar produzindo diversos danos ao meio ambiente, como o smog fotoquímico, a chuva ácida, vários óxidos de compostos orgânicos, ozônio, problemas de corrosão nos motores e peças automotivas, e contaminação dos catalisadores nos processos de refino (Muzic et al., 2010; Sales, 2015).

Tecnologias diversas têm sido estudadas para minimizar custos de processos

industriais, a base de hidrodessulfurização, HDS, como tecnologia vigente, porém de elevado custo, buscando-se a redução do teor de enxofre em frações de petróleo. Dentre esses, o processo de adsorção tem se mostrado promissor frente ao processo vigente para a redução de enxofre e tem atraído a atenção de pesquisadores devido ao baixo consumo de energia, operação à temperatura e pressão ambiente, minimização na utilização de hidrogênio e viabilidade de regeneração do adsorvente (Carvalho et al., 2015; Díaz-García et al., 2017).

Neste trabalho, foram sintetizados materiais do tipo MCM-41 e SBA-15, os quais foram modificados, pós-situ, com cátions Ni^{2+} e Ag^+ , em concentrações de 2 e 8%, e aplicados na dessulfurização de combustível diesel de elevado teor de enxofre, por adsorção, via complexação π .

2 | METODOLOGIA

Síntese dos materiais MCM-41 e SBA-15

A MCM-41 foi sintetizada por método hidrotérmico, a partir de fonte alternativa de sílica, de baixo custo, produzida pelo nosso grupo de pesquisa, conforme descrito na literatura (Carvalho et al., 2015). A síntese da SBA-15 seguiu metodologia similar a desenvolvida por Pudukudy et al., 2015. Nas Figuras 1 e 2 estão ilustrados os fluxogramas de síntese da MCM-41 e SBA-15, respectivamente.

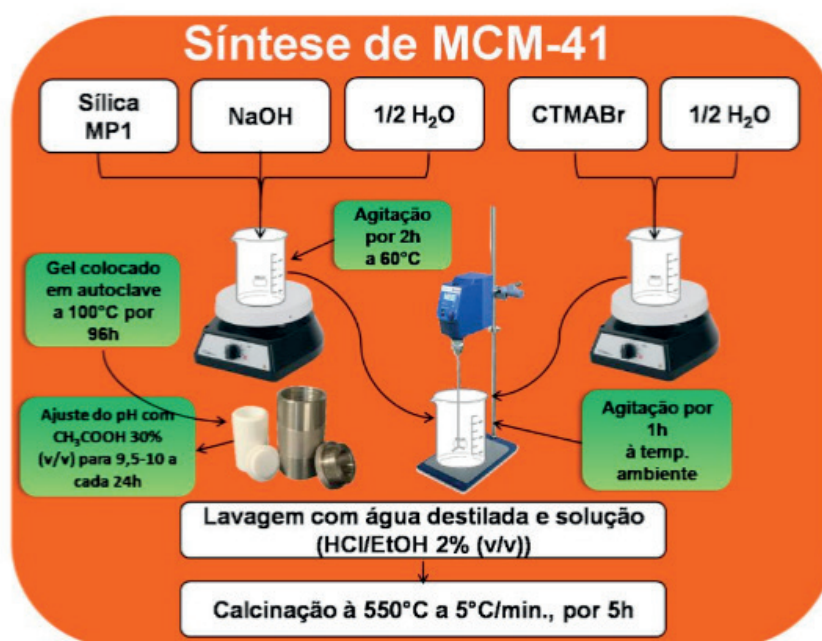


Figura 1. Fluxograma de síntese da MCM-41.

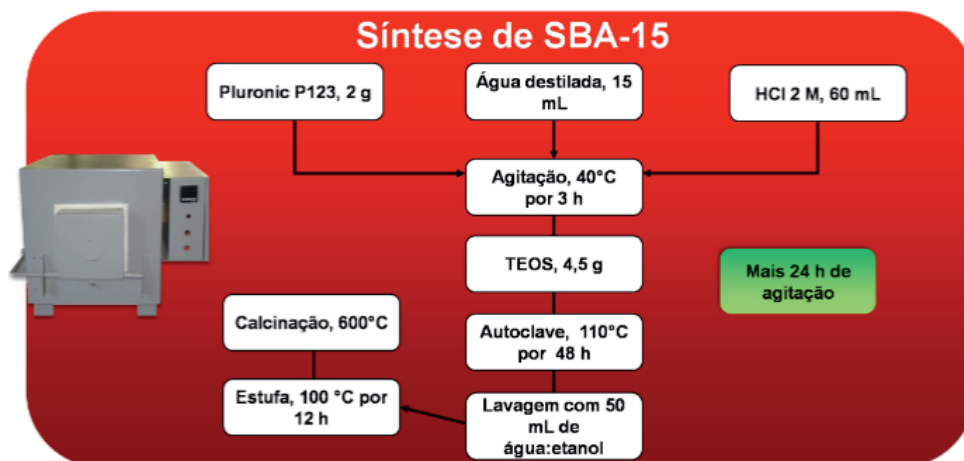


Figura 2. Fluxograma de síntese da SBA-15.

Modificação das peneiras moleculares MCM-41 e SBA-15

As peneiras moleculares sintetizadas foram modificadas com sais de Ag e Ni, via impregnação úmida, e óxidos de Ag e Ni, via dispersão física. Para a impregnação úmida, inicialmente foram preparadas quatro soluções etanólicas, sendo duas de $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, com concentrações de $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ e $0,22 \text{ mol.L}^{-1}$, e duas de AgNO_3 , $0,03 \text{ mol.L}^{-1}$ e $0,12 \text{ mol.L}^{-1}$. Cada solução foi misturada com 3 g dos suportes de modo a se obter adsorventes funcionalizados com 2% de Ni^{2+} , 8% de Ni^{2+} , 2% de Ag^+ e 8% de Ag^+ . As misturas foram realizadas em rotaevaporadores, por 2 h à temperatura ambiente, a uma rotação de 120 rpm, e por mais 4 h sob aquecimento em banho-maria, para evaporação lenta do solvente. O sistema foi aquecido progressivamente seguindo a sequência de 20°C a cada 1 h até atingir 100°C . Na Figura 3 está apresentado o esquema do processo de impregnação dos materiais sintetizados.



Figura 3. Esquema de modificação dos suportes adsorventes com sais de níquel e prata.

O método utilizado para a incorporação de NiO e Ag₂O nos suportes sintetizados foi a dispersão física. Os óxidos foram preparados e misturados mecanicamente à MCM-41 e à SBA-15 em almofariz, por 15 min, de forma a se obter misturas com 2% e 8% de cada cátion metálico (m/m). As misturas foram calcinadas a 500°C para ativação do metal na superfície do suporte. A calcinação foi realizada em forno tipo mufla seguindo a sequência de aquecimento de 100°C/0,5 h, 200°C/0,5 h, 300°C/0,5 h, 400°C/0,5 h e 500°C/4 h.

Caracterização dos materiais

Os materiais obtidos foram caracterizados por técnicas de difração de raios X (DRX), isotermas de adsorção-dessorção de N₂ (BET/BJH) e espectroscopia fotoeletrônica de raios X (XPS).

Ensaio de adsorção

O estudo da adsorção de compostos sulfurados presentes em combustível diesel de elevado teor de enxofre (1389 mg.Kg⁻¹), proveniente da Refinaria Potiguar Clara Camarão, foi realizado para os adsorventes calcinados, sem e com metais. Cada adsorvente foi adicionado e empacotado em colunas de vidro de forma que todas as colunas tivessem uma altura igual a 9,0 cm de material. Às colunas foram adicionados volumes de 5 mL de diesel. O volume de diesel adicionado sobre os adsorventes foi mantido constante durante o experimento. As alíquotas coletadas foram depositadas em frascos âmbar de 10 mL, para posterior determinação dos teores de enxofre no analisador de enxofre por fluorescência na região do ultravioleta (FUV).

Isotermas de adsorção

Os ensaios para a obtenção de isotermas de adsorção foram realizados pelo método de banho finito, em que sistemas (0,3 g de adsorvente/8,0 mL de diesel) foram submetidos à agitação por 24h. Cada sistema, para o mesmo adsorvente, continha concentrações distintas de enxofre de 25 a 1000 ppm.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos materiais

A Figura 4 mostra os difratogramas de raios X obtidos para os materiais MCM-41 e SBA-15. Em ambos os casos a formação do material é atribuída pelas reflexões dos planos (100), (110) e (200). Ocorreu uma maior ordenação da estrutura da SBA-15 após a calcinação, o que é indicado pelo aumento da intensidade dos planos de reflexão. O processo de impregnação úmida e dispersão física, para a incorporação

de íons Ni^{2+} e Ag^+ nos suportes MCM-41 e SBA-15, não comprometeram severamente as estruturas destes, sendo sugerido pela presença dos picos referentes aos planos de reflexão (100), (110) e (200), como mostrados na Figura 4.

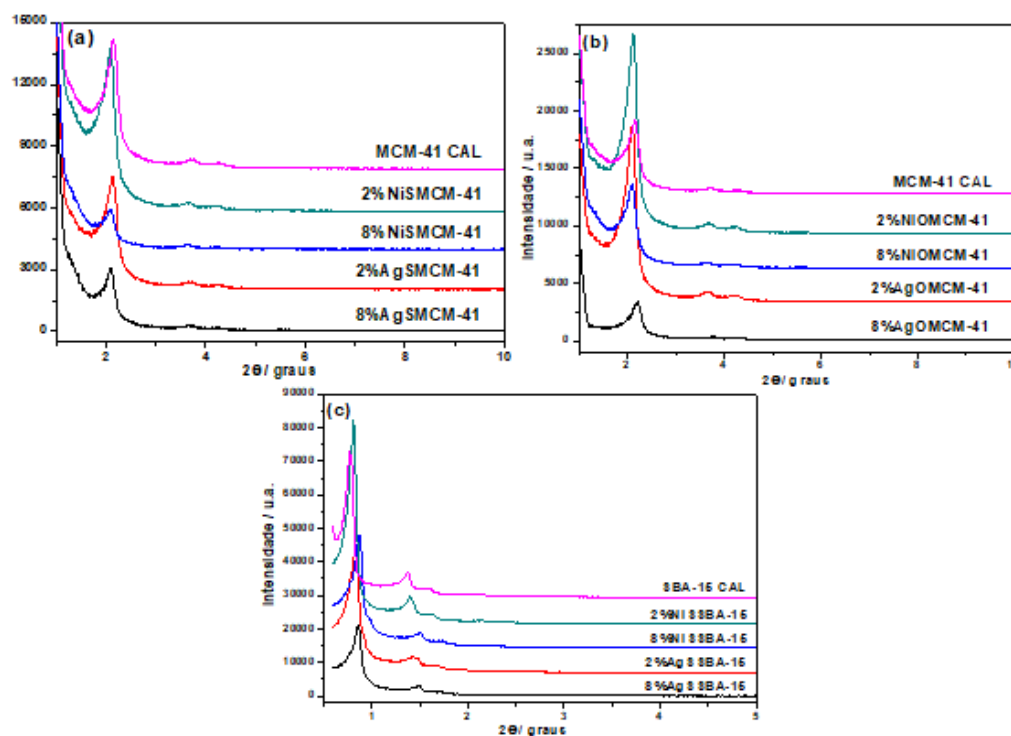


Figura 4. Difratoformas de raios X de curvas de baixa dos adsorventes preparados por impregnação com (a) sais e (b) óxidos de Ni^{2+} e Ag^+ em MCM-41 e (c) sais de Ni^{2+} e Ag^+ em SBA-15.

Todos os materiais mesoestruturados incorporados com 8% de metal apresentaram picos de intensidades inferiores em relação aos incorporados com 2% do mesmo metal, partindo da mesma fonte (sal ou óxido) e sobre o mesmo suporte.

A diminuição na intensidade dos picos indica que estes materiais possuem arranjos de canais hexagonais não muito regulares e, neste caso, pode estar associada a uma alta concentração de metais na superfície dos suportes.

Os difratogramas obtidos para os suportes impregnados com óxidos metálicos revelam a presença de planos cristalográficos associados ao NiO e ao Ag_2O , conforme banco de dados da *International Center for Diffractional Data* (JCPDS) números JCPDS01-073-1523 e JCPDS04-0783, respectivamente. Como observado na Figura 5, o aumento da concentração do óxido no suporte implica em uma maior intensidade nos picos cristalográficos.

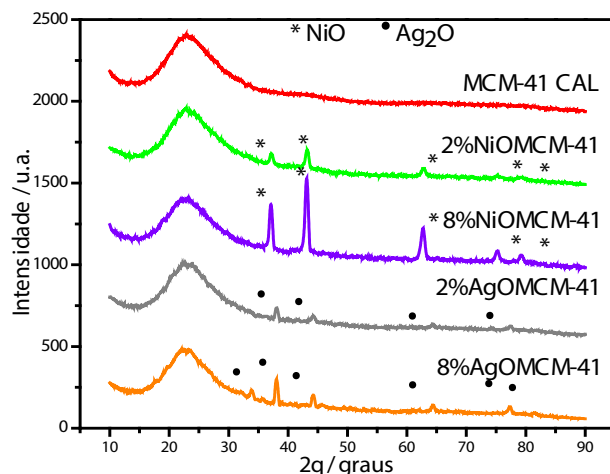


Figura 5. Difratogramas de raios X de curvas de alta das amostras de MCM-41, pura e modificadas com óxidos metálicos.

A análise dos resultados das isotermas de adsorção-dessorção de N_2 a 77 K para os suportes sem metais, mostradas na Figura 6, revelaram que as amostras MCM-41 e SBA-15 apresentaram isotermas do tipo IV, característica de materiais mesoporosos, segundo a classificação da IUPAC (Tang et al., 2011). Observa-se que a isoterma mostrada na Figura 3a aponta para histerese do tipo H3, típica de mesoporosos em forma cônica ou de cunha, enquanto a mostrada na Figura 3b aponta para histerese do tipo H1, típica de partículas que formam aglomerados ou esferas regulares com estreita distribuição de poros (Tang et al., 2011). O aumento rápido da quantidade de N_2 adsorvida é observado sobre uma pequena faixa de pressão relativa ($0,3 < P/P > 0,4$), devido à condensação capilar deste gás no interior dos mesoporos, o que pode estar relacionado a uma distribuição de tamanho de poros uniforme e elevada ordem estrutural (Sing et al., 1985).

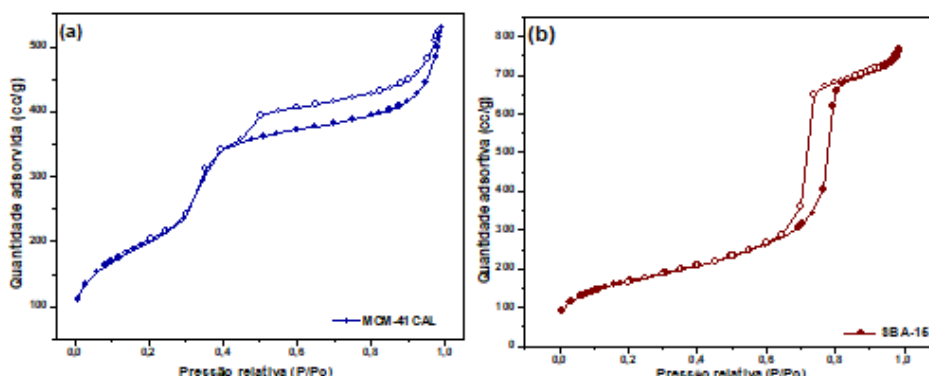


Figura 6. Isotherma de adsorção (símbolos fechados) e dessorção (símbolos abertos) de N_2 a 77 K das amostras (a) MCM-41 e (b) SBA-15.

As propriedades texturais dos suportes mesoporosos MCM-41 e SBA-15, puros e modificados com metais, estão descritas na Tabela 1, onde nota-se que

os adsorventes 2%NiOMCM-41 e 2%AgOMCM-41 possuem maior área superficial específica quando comparado ao material de origem, podendo estar associado a uma maior ordenação da estrutura hexagonal mesoporosa destes materiais, em consonância com os difratogramas apresentados na Figura 4, visto que os adsorventes preparados por dispersão física, com óxidos dos metais, foram submetidos a uma segunda calcinação para ativação do óxido no suporte, o que deve ter removido material orgânico residual na estrutura mesoporosa da MCM-41. Contudo, há uma tendência na redução da área superficial e volume de poros à medida que as densidades de cátions metálicos aumentam no suporte, indicando uma possível oclusão dos poros ou formação de nova estrutura.

Adsorventes	A_{BET} ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	V_{P} ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	D_{P} (nm)	a_0 (nm)	W_t (nm)
MCM-41	722	0,79	4,37	5,25	0,88
2%AgSMCM-41	656	0,74	4,53	5,33	0,80
2%AgOMCM-41	732	0,72	3,91	5,38	1,47
8%AgOMCM-41	693	0,69	4,02	5,15	1,13
2%NiSMCM-41	641	0,57	3,54	5,41	1,87
2%NiOMCM-41	731	0,71	3,89	5,34	1,45
8%NiOMCM-41	591	0,59	4,04	5,47	1,43
SBA-15	588	1,17	7,93	23,06	15,13

Tabela 1. Propriedades texturais do suporte puro e funcionalizado com metais.

A Figura 7 mostra os resultados, em termos percentuais, obtidos com os ensaios preliminares de adsorção em leito fixo para a remoção de enxofre pelos adsorventes preparados por incorporação de cátions metálicos. Os resultados indicam uma interação maior dos cátions Ag^+ com compostos sulfurados em relação aos cátions Ni^{2+} . A maior capacidade de adsorção dos íons de prata nos sistemas estudados deve-se à complexação π entre os íons Ag^+ ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^0$) e os anéis aromáticos dos compostos de enxofre. Neste mecanismo os cátions Ag^+ podem formar ligações com seus orbitais s vazios, além disso, os orbitais d retrodoam densidade de elétrons aos orbitais π antiligantes (π^*) dos anéis de enxofre (Teymouri et al., 2013). Os materiais modificados com íons Ni^{2+} não apresentaram adsorção significativa o que pode ser devido à fraca interação entre esses íons e os compostos de enxofre e/ou à ocupação dos poros do suporte, dificultando a entrada do adsorbato nos poros do adsorvente).

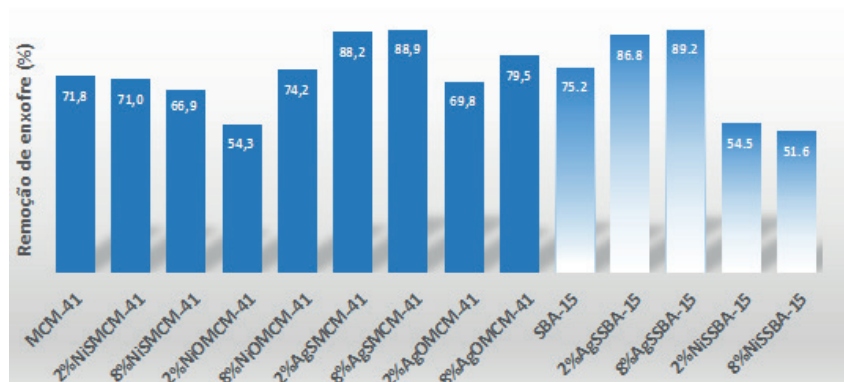


Figura 7. Abatimento de compostos de enxofre por MCM-41, pura e modificada (colunas escuras) e SBA-15, pura e modificada (colunas claras).

Isotermas de adsorção

Os ensaios para a obtenção de isotermas de adsorção foram realizados pelo método de banho finito. Para este estudo foram selecionados os adsorventes 2%AgNO₃/MCM-41 e 2%AgNO₃/SBA-15. As Figuras 8a,b mostram as isotermas obtidas experimentalmente e ajustadas pelos modelos de Langmuir e Freundlich.

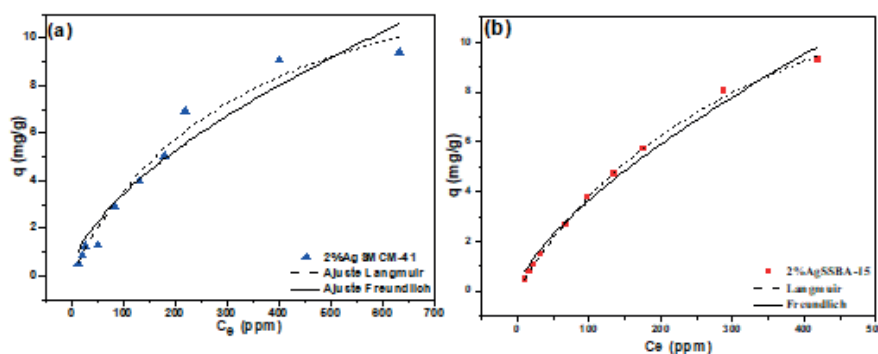


Figura 8. Isotermas de adsorção para as amostras (a) 2%AgSMCM-41 e (b) 2%AgSSBA-15 ajustadas aos modelos de Langmuir e Freundlich.

Os valores dos parâmetros de ajuste dos modelos de Langmuir e Freundlich para as amostras avaliadas são apresentados na Tabela 2. No estudo do equilíbrio de adsorção de enxofre pelos adsorventes 2%AgNO₃/MCM-41 e 2%AgNO₃/SBA-15, o modelo de Langmuir foi capaz de proporcionar um melhor ajuste aos dados experimentais, com coeficientes de correlação, R², próximos a 1 (Tabela 2). A maior capacidade de adsorção máxima foi observada para o material 2%AgNO₃/SBA-15, com q_m 20,30 mg.g⁻¹, enquanto que o material 2%AgNO₃/MCM-41 obteve um q_m 16,64 mg.g⁻¹. O melhor ajuste aos modelos de equilíbrio de adsorção pelos materiais funcionalizados com íons metálicos frente ao suporte não funcionalizado indica que a impregnação com metais de transição ofereceu sítios ativos entre os adsorventes e os compostos de enxofre (Díaz-García et al., 2017). Tang et al. (2011), impregnou

Ag⁺ em aluminossilicato mesoporoso (MAS) para a adsorção de dibenzotiofeno em combustível modelo e obteve isoterma de adsorção melhor ajustada ao modelo de Langmuir. Foi sugerido que adsorção física foi substituída por adsorção via complexação π (Hernández-Maldonado; Yang, 2005).

Amostras	Langmuir			Freundlich		
	K_L (L/mg)	q_m (mg/g)	R^2	K_F	n	R^2
2%AgSMCM-41	$2,39 \cdot 10^{-3}$	16,64	0,971	0,074	1,253	0,963
2%AgSSBA-15	$2,31 \cdot 10^{-3}$	20,30	0,999	0,079	1,221	0,991

Tabela 2. Parâmetros de equilíbrio das isotermas de Langmuir e Freundlich para os adsorventes estudados.

Os resultados da espectroscopia fotoeletrônica de raios X estão expressos na Figura 9. Os espectros confirmam a presença dos metais incorporados à superfície dos suportes, indicando a efetividade dos métodos de impregnação (Díaz-García et al., 2017).

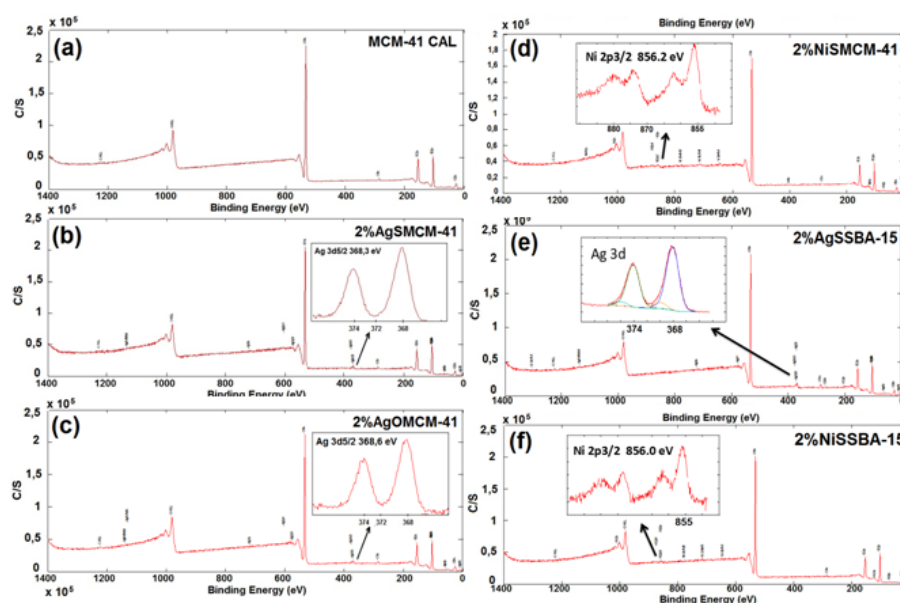


Figura 6. Espectros de XPS para amostras de MCM-41 e SBA-15, puras e com metais.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados das análises físico-químicas mostraram que as peneiras moleculares sintetizadas neste trabalho apresentaram características típicas aos materiais MCM-41 e SBA-15. Os métodos de impregnação úmida e dispersão física para a impregnação de metais no suporte foram bem-sucedidos, comprovados pela técnica XPS. Os materiais modificados com AgNO₃ apresentaram capacidades de

adsorção máxima elevadas para compostos aromáticos sulfurados, superiores as de adsorventes publicados na literatura.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, L. S.; SILVA, E.; ANDRADE J. C.; SILVA, J. A.; URBINA, M.; NASCIMENTO P. F.; CARVALHO, F.; RUIZ J. A. **Low-cost mesoporous adsorbents amines-impregnated for CO₂ Capture**. Adsorption. V. 21, p. 597, 2015.

DÍAZ-GARCÍA, L.; SANTES V.; VIVEROS-GARCÍA, T.; SÁNCHEZ-TRUJILLO, A.; RAMÍREZ-SALGADO, J.; ORNELAS, C.; RODRÍGUEZ-CASTELLÓN, E. **Electronic binding of sulfur sites into Al₂O₃-ZrO₂ supports for NiMoS configuration and their application for Hydrodesulfurization**. Catal. Today. v. 282, p. 230, 2017.

HERNÁNDEZ-MALDONADO, A.J.; YANG, F.H.; QI, G.; YANG, RT. **Desulfurization of transportation fuels by p-complexation sorbents: Cu(I)-, Ni(II)-, and Zn(II)-zeolites**. Applied Catalysis. B: Environmental. v. 56, p. 111, 2005.

MUZIC, M.; Sertic-Biond, K.; Gomizi, Z.; Podolski, S.; Che S. T. **Study of diesel fuel desulfurization by adsorption**. Eng. Res. Des. v. 88, p. 487, 2010.

SALES, R. V. **Avaliação da dessulfurização de diesel utilizando adsorventes mesoporosos modificados pó-situ com íons metálicos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.

SING, K. S. W.; EVERETT, D. H.; HAUL, R. A. W.; MOSCOU, L.; PIEROTTI, R. A.; ROUQUÉROL, J.; SIEMIENIEWSKA, T. **Reporting Physisorption Data For Gas/Solid Systems with Special Reference to the Determination of Surface Area and Porosity**. Pure & Appl. Chem. v. 57, p. 603, 1985.

TANG, H.; LI, W.; ZHANG, T.; LI, Q.; XING, J.; LIU, H. **Improvement in diesel desulfurization capacity by equilibrium isotherms analysis**. Sep. and Purif. Technol. v. 78, p. 352, 2011.

TEYMOURI, M.; SAMADI-MAYBODI, A.; VAHID, A.; MIRANBEIGI, A. **Adsorptive desulfurization of low sulfur diesel fuel using palladium containing mesoporous silica synthesized via a novel in-situ approach**. Fuel Process. Technol. v. 116, p. 257, 2013.

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