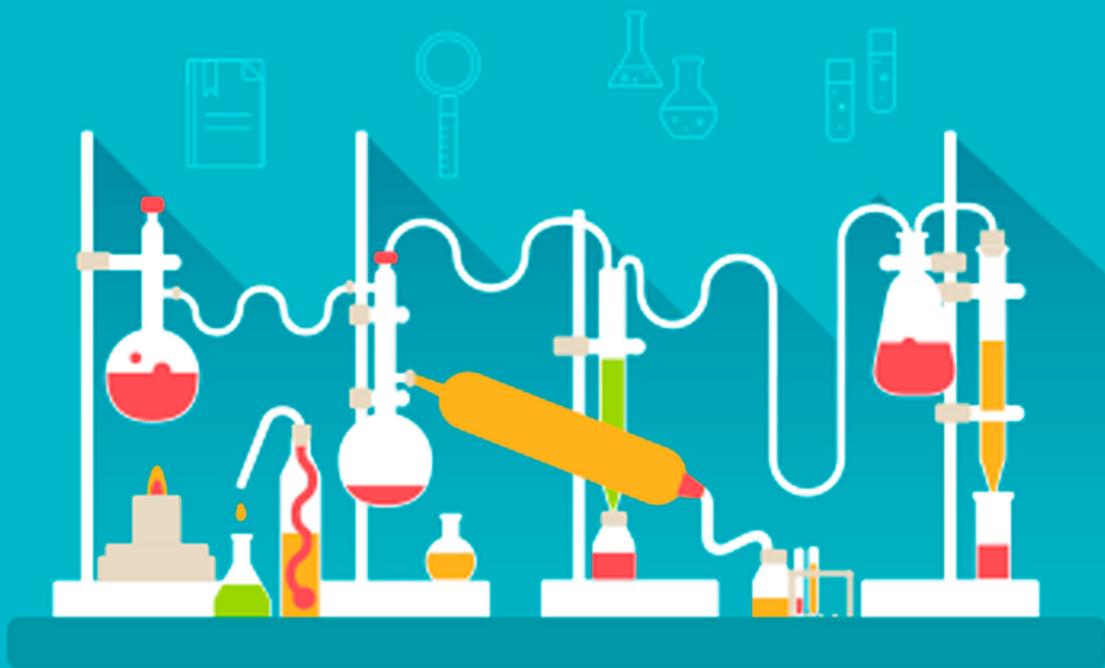


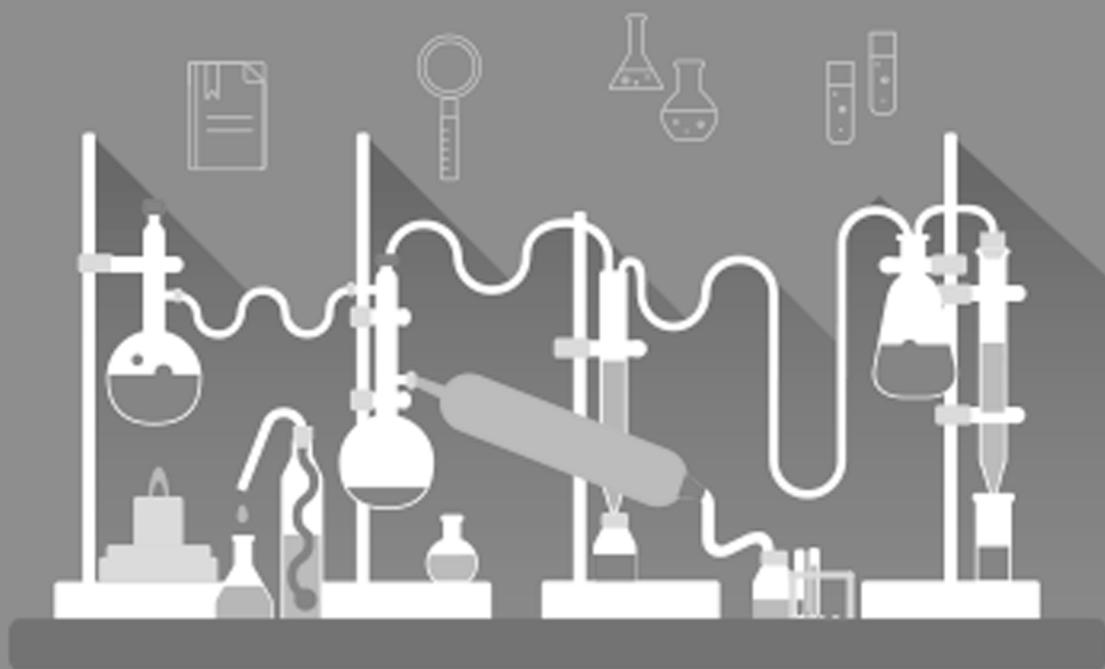
A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 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, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
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. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. 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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
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 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 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 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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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 Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
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

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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
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

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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª 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
Profª Drª 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
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian 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. Dr. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
Q6	A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável 1 [recurso eletrônico] / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-385-9 DOI 10.22533/at.ed.859201709 1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3. Sustentabilidade. I. Azevedo, Érica de Melo.
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Coleção “A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável” apresenta artigos de pesquisa na área de química e que envolvem conceitos de sustentabilidade, tecnologia, ensino e ciências naturais. A obra contém 69 artigos, que estão distribuídos em 3 volumes. No volume 1 são apresentados 29 capítulos sobre aplicações e desenvolvimentos de materiais adsorventes sustentáveis e polímeros biodegradáveis; o volume 2 reúne 20 capítulos sobre o desenvolvimento de materiais alternativos para tratamento de água e efluentes e propostas didáticas para ensino das temáticas em questão. No volume 3 estão compilados 20 capítulos que incluem artigos sobre óleos essenciais, produtos naturais e diferentes tipos de combustíveis.

Os objetivos principais da presente coleção são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas de química e de suas áreas correlatas no desenvolvimento de tecnologias e materiais que promovam a sustentabilidade e o ensino de química de forma transversal e lúdica.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de adsorventes, polímeros, análise e tratamento de água e efluentes, propostas didáticas para ensino de química, óleos essenciais, produtos naturais e combustíveis.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a coleção “A Química nas áreas natural, tecnológica e Sustentável”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO EMPREGANDO BAGAÇO DE UVA (*VITIS LABRUSCA*) IN NATURA E MODIFICADO COMO ADSORVENTE

Júlia Cristina Diel
Isaac dos Santos Nunes
Dinalva Schein
Joseane Sarmento Lazarotto
Vitória de Lima Brombilla
Carolina Smaniotto Fronza

DOI 10.22533/at.ed.8592017091

CAPÍTULO 2..... 14

ADSORÇÃO DE CONTAMINANTE ORGÂNICO EM ÁGUA POR RESÍDUO AGROINDUSTRIAL TRATADO SIMULTANEAMENTE COM ÁCIDO E ULTRASSOM

Matias Schadeck Netto
Carlos Heitor Fernandez Cervo
Jivago Schumacher de Oliveira
Edson Luiz Foletto
Evandro Stoffels Mallmann
Osvaldo Chiavone-Filho
Guilherme Luiz Dotto

DOI 10.22533/at.ed.8592017092

CAPÍTULO 3..... 24

ADSORÇÃO DE ÍONS CÁDMIO POR DERIVADOS CARBOXIMETILADOS E SULFATADOS DE QUITOSANA

João Lucas Isidio de Oliveira Almeida
Micaele Ferreira Lima
Shirley Abel Barboza Coelho
Emanuela Feitoza da Costa
Flavia Oliveira Monteiro da Silva Abreu
Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães

DOI 10.22533/at.ed.8592017093

CAPÍTULO 4..... 32

AGGLOMERATED BOARDS EVALUATION WITH WASTE OF POLYURETHANE SKIN AND NON-HALOGENATED FLAME RETARDANTS

Aguinaldo Oliveira Machado
Jocelei Duarte
Maria Fernanda de Oliveira
Ana Maria Coulon Grisa
Mara Zeni Andrade

DOI 10.22533/at.ed.8592017094

CAPÍTULO 5..... 43

POLIURETANOS BIODEGRADÁVEIS: UMA ABORDAGEM DOS ELEMENTOS

ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE SÍNTESE

Amanda Furtado Luna
Andressa Lima Delfino
Glenda Kélvia Ferreira Bezerra
Domingos Rodrigues da Silva Filho
Fernando da Silva Reis
José Milton Elias de Matos

DOI 10.22533/at.ed.8592017095

CAPÍTULO 6..... 56

CARACTERIZAÇÃO DA *PHORMIUM TENAX* PARA USO COMO REFORÇO EM COMPOSITO DE POLIPROPILENO

Fábio Furtado
Thais Helena Sydenstricker Flores-Sahagun
Talita Szlapak Franco
Harrison Lourenço Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.8592017096

CAPÍTULO 7..... 67

CARACTERIZAÇÃO DO HIDROGEL À BASE DE POLIACRILATO DE AMÔNIO E A SUA UTILIZAÇÃO NA ADUBAÇÃO POTÁSSICA DO TOMATEIRO

Ivonete Oliveira Barcellos
Raíssa dos Santos Conceição
Ana Lúcia Bertarello Zeni

DOI 10.22533/at.ed.8592017097

CAPÍTULO 8..... 80

PREPARAÇÃO E MEDIÇÃO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DO COMPOSITO EPÓXI - PZT

Victor Ciro Solano Reynoso
Edinilton Moraes Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.8592017098

CAPÍTULO 9..... 91

CULTIVO DE *Aspergillus niger* EM ESTADO SÓLIDO EM BIORREATOR DE LEITO EMPACOTADO SEGUIDO DE EXTRAÇÃO DE ENZIMAS POR PERCOLAÇÃO

Fernanda Perpétua Casciatori
Natalia Alvarez Rodrigues
Samuel Pratavieira de Oliveira
Eric Takashi Katayama

DOI 10.22533/at.ed.8592017099

CAPÍTULO 10..... 104

EFEITO DA TEMPERATURA NA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO USANDO BAGAÇO DE MALTE *IN NATURA*

Renata Cândido Araújo de Lima
Kevyn Zapelão
Andréia Anschau

DOI 10.22533/at.ed.85920170910

CAPÍTULO 11.....113

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE REPROCESSAMENTO NA DEGRADAÇÃO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE

Lisete Cristine Scienza
Amanda Vecila Cheffer de Araújo
Haniel Marçal Kops Hubert
Vinícius Martins
Luis Henrique Alves Cândido
Ademir José Zattera

DOI 10.22533/at.ed.85920170911

CAPÍTULO 12..... 124

ENCAPSULAMENTO DE ZEÓLITA FERTILIZANTE UTILIZANDO BIOPOLÍMERO

Suzana Frighetto Ferrarini
Beatriz Bonetti
Marta Eliza Hammerschmitt
Camila Fensterseifer Galli
Marçal José Rodrigues Pires

DOI 10.22533/at.ed.85920170912

CAPÍTULO 13..... 135

ENVELHECIMENTO NATURAL: COMPARAÇÃO DE TECIDOS DE POLIETILENO DE ULTRA ALTA MASSA MOLAR APLICADOS EM PROTEÇÃO BALÍSTICA

Vitor Hugo Cordeiro Konarzewski
Ruth Marlene Campomanes Santana
Edson Luiz Fancisquetti

DOI 10.22533/at.ed.85920170913

CAPÍTULO 14..... 149

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE PISOS DE BORRACHA SBR, E DE SILICONE, UTILIZANDO A BORRACHA DE SILICONE RECICLADA COMO CARGA

Miriam Lucia Chiquetto Machado
Blenda de Assunção Cardoso Gaspar
Nilson Casimiro Pereira
Max Filipe Silva Gonçalves
Cícera Soares Pereira

DOI 10.22533/at.ed.85920170914

CAPÍTULO 15..... 162

SUPORTE HÍBRIDO CONTENDO Fe₃O₄ E QUITOSANA PARA IMOBILIZAÇÃO DA PAPAÍNA

Aurileide Maria Bispo Frazão Soares
Lizia Maria Oliveira Gonçalves
Samuel de Macêdo Rocha
Wallonilson Veras Rodrigues
Anderson Fernando Magalhães dos Santos

Anderson Nogueira Mendes
Welter Cantanhêde da Silva
DOI 10.22533/at.ed.85920170915

CAPÍTULO 16..... 177

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE PÓS-CURA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO COMPOSITO POLIMÉRICO NANOESTRUTURADO REFORÇADO COM ÓXIDO DE GRAFENO

Marivaldo Batista dos Santos Junior
Erica Cristina Almeida
Alan Santos Oliveira
Vaneide Gomes

DOI 10.22533/at.ed.85920170916

CAPÍTULO 17..... 184

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO UTILIZANDO FIBRA DO MESOCARPO DO COCO *IN NATURA* E PRÉ-TRATADA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO ALCALINO

Isabela Nogueira Marques Ribeiro
Geovanna Miranda Teixeira
Emanuel Souza e Souza
Êmile dos Santos Araujo
Luciene Santos de Carvalho
Luiz Antônio Magalhães Pontes
Leila Maria Aguilera Campos

DOI 10.22533/at.ed.85920170917

CAPÍTULO 18..... 197

MÉTODOS DE SÍNTESE E A CLASSIFICAÇÃO DOS POLIANIDRIDOS BIODEGRADÁVEIS

Jairo dos Santos Trindade
Vanessa Karen Ferreira dos Santos Guimarães
José Milton Elias de Matos

DOI 10.22533/at.ed.85920170918

CAPÍTULO 19..... 209

O USO DA BORRACHA DE PNEUS EM LIGANTES ASFÁLTICOS

Matheus Borges Lopes

DOI 10.22533/at.ed.85920170919

CAPÍTULO 20..... 212

OBTENÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE CASCA DE SOJA E APLICAÇÕES EM PROCESSOS DE ADSORÇÃO

Roberta Sorhaia Samayara Sousa Rocha de França
Letícia Pinto
Andréia Anschau

DOI 10.22533/at.ed.85920170920

CAPÍTULO 21	224
PARTÍCULAS DE P(BA-CO-MMA)/PMMA CONTENDO ÁCIDO ITACÔNICO OBTIDAS ATRAVÉS DA COPOLIMERIZAÇÃO EM EMULSÃO	
Leonardo Zborowski	
Daniela Beirão Porto	
Jesus Roberto Taparelli	
Lucia Helena Innocentini Mei	
Diego de Holanda Saboya Souza	
DOI 10.22533/at.ed.85920170921	
CAPÍTULO 22	236
PECTINA: UM SUBPRODUTO VALIOSO DA INDÚSTRIA CITRÍCOLA	
Camila Souza da Mata Losque	
Patrícia Reis Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.85920170922	
CAPÍTULO 23	247
PROJETO DE CERTIFICAÇÃO PARA PLÁSTICOS RECICLADOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: DE REFUGO A RECURSO	
Ormene Carvalho Coutinho Dorneles	
Daniel Coutinho Dorneles	
DOI 10.22533/at.ed.85920170923	
CAPÍTULO 24	258
PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS FABRICADOS COM RESÍDUO INDUSTRIAL, PROJETO E PROSPECÇÃO DE CUSTO DE PRODUÇÃO DE MOBILIÁRIO URBANO COM CONCEITO DE ECONOMIA CIRCULAR	
Fernanda Pereira de Castro Negreiros	
Paula Bertolino Sanvezzo	
Marcia Cristina Branciforti	
DOI 10.22533/at.ed.85920170924	
CAPÍTULO 25	277
PROPRIEDADES DE ESPUMAS DE POLI(URETANO-CO-ISOCIANURATO) BASEADAS EM DIFERENTES DIÓIS	
Thiago do Carmo Rufino	
José Giaretta	
DOI 10.22533/at.ed.85920170925	
CAPÍTULO 26	292
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE SÍLICA MESOPOROSA E SEU POTENCIAL USO COMO ADSORVENTE NA DESCONTAMINAÇÃO DE EFLUENTES	
Cezar Augusto Moreira	
Matheus Devanir Custódio	
Jéssica de Lara Andrade	
Angélica Gonçalves Oliveira	
Edgardo Alfonso Gómez Pineda	
Ana Adelina Winkler Hechenleitner	

Daniela Martins Fernandes de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.85920170926

CAPÍTULO 27..... 307

**USO DOS POLÍMEROS NA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE MEDICAMENTOS
PARA O TRATAMENTO DO CÂNCER**

Ingrid Ribeiro

Wanyr Romero Ferreira

Aline Pereira Leite Nunes

DOI 10.22533/at.ed.85920170927

CAPÍTULO 28..... 315

**INFLUÊNCIA DO HÍBRIDO NANOARGILA COM ÓLEOS ESSENCIAIS NA BLEND
DE PEBD/ATP**

Marília Cheis Farina

Rafaela Reis Ferreira

Anderson Maia

Rondes Ferreira da Silva Torin

DOI 10.22533/at.ed.85920170928

CAPÍTULO 29..... 322

**EFEITO DA HOMOGENEIZAÇÃO À ALTA PRESSÃO NA ESTABILIZAÇÃO DE
EMULSÕES OBTIDAS POR SISTEMAS DE BIOPOLÍMEROS WPC:ALG**

Kívia Mislaine Albano

Vania Regina Nicoletti

DOI 10.22533/at.ed.85920170929

SOBRE A ORGANIZADORA..... 333

ÍNDICE REMISSIVO..... 334

ADSORÇÃO DE CONTAMINANTE ORGÂNICO EM ÁGUA POR RESÍDUO AGROINDUSTRIAL TRATADO SIMULTANEAMENTE COM ÁCIDO E ULTRASSOM

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Matias Schadeck Netto

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2589435167889575>

Carlos Heitor Fernandez Cervo

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5664739470710443>

Jivago Schumacher de Oliveira

Universidade Franciscana
Santa Maria – RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2660307350708175>

Edson Luiz Foletto

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6550340290019699>

Evandro Stoffels Mallmann

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3624152453898910>

Oswaldo Chivone-Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – RN, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2621516646153655>

Guilherme Luiz Dotto

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5412544199323879>

RESUMO: Neste trabalho, foi avaliada a eficiência da ativação química, utilizando ácido nítrico, conjugado ao emprego de ultrassom, no tratamento de um resíduo agroindustrial, o caroço de abacate, a fim de torná-lo mais atrativo na utilização como adsorvente de corante em solução aquosa. Os resultados do FTIR mostraram que não houve mudanças significativas nos espectros das amostras modificadas comparado à amostra do caroço de abacate *in natura*. Os resultados de DRX e do BET mostraram que houve um aumento na cristalinidade e área superficial das amostras com o aumento do tempo de ativação. O modelo de Sips melhor descreveu as isotermas de adsorção, tendo o caroço de abacate *in natura* capacidade máxima de adsorção de 56,5 mg g⁻¹, enquanto que o material ativado por 3 h apresentou capacidade máxima de 115 mg g⁻¹. Assim, o tratamento ácido assistido simultaneamente por ultrassom pode ser eficientemente utilizado para a modificação de resíduos agroindustriais para uso como adsorventes de corantes em solução aquosa.

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção, resíduo agroindustrial, ativação, ultrassom, corante.

ADSORPTION OF ORGANIC
CONTAMINANT IN WATER BY
AGROINDUSTRIAL WASTE
SIMULTANEOUSLY TREATED WITH ACID
AND ULTRASOUND

ABSTRACT: In this study, the chemical activation by nitric acid coupled with ultrasound was evaluated on the treatment of an agroindustrial

waste, the avocado seed, in order to improve its use as a dye adsorbent in aqueous solutions. FTIR results showed no significant changes in the spectra of modified samples compared to the natural avocado seed. DRX and BET results showed an increase in crystallinity and surface area of the samples as the activation time increased. Sips model best described the adsorption isotherms, with maximum adsorption capacity of 56.5 mg g⁻¹ for the natural avocado seed, while the material activated during 3 h presented maximum adsorption capacity of 115.2 mg g⁻¹. Therefore, acidic treatment simultaneously assisted by ultrasound may be efficiently used for the modification of agroindustrial wastes for use as dye adsorbents in aqueous solution.

KEYWORDS: Adsorption, agroindustrial waste, activation, ultrasound, dye.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, devido ao um grande aumento das atividades industriais nos mais diversos setores, torna-se necessário o emprego de métodos eficientes de remediação dos efluentes industriais para garantir a preservação dos recursos hídricos. Os efluentes gerados principalmente pelo setor têxtil, apresentam em sua composição os corantes, que são compostos orgânicos de baixa biodegradabilidade e de estrutura complexa (Netto et al., 2019). Estima-se que sejam produzidas anualmente, mais de 700 mil toneladas de corantes, as quais até 15% podem entrar no meio ambiente através do descarte irregular dos efluentes (Gupta e Suhas, 2009). Uma concentração de corante maior que 1 mg L⁻¹ é suficiente para tornar a água imprópria para consumo, pois pode causar disfunções nos rins, sistema reprodutivo e fígado, além do que, os corantes são altamente tóxicos para a vida aquática, pois dificultam a passagem da luz solar diminuindo a atividade fotossintética e a taxa de reoxigenação do meio (Dotto et al., 2011; Malik et al., 2007).

A adsorção é uma técnica promissora no tratamento de efluentes contaminados com corantes, devido sua facilidade de operação, simplicidade, custo e eficiência (El Alouani et al., 2018). Os resíduos agroindustriais (biossorventes) podem ser usados como adsorventes, pois são materiais de baixo custo e também altamente disponíveis. No entanto, devido às suas propriedades estruturais, como área superficial, porosidade e estabilidade termoquímica, esses materiais geralmente apresentam baixa capacidade de adsorção, possuindo então, aplicação industrial limitada (Salleh et al., 2011). Desse modo, métodos de modificação dos resíduos agroindustriais, a fim de melhorar suas propriedades adsorptivas, são estudos de grande relevância.

Métodos de ativação de adsorventes podem ser empregados para melhorar as propriedades físicoquímicas dos materiais, a fim de promover um aumento em sua capacidade de adsorção. A ativação química com ataque ácido promove uma modificação por penetração na estrutura do material, com dissolução parcial da biomassa, aumentando a área superficial e a porosidade do adsorvente (Liu

et al., 2010). A utilização de ultrassom na ativação de biossorventes resulta em uma transferência de calor e massa mais desenvolvida, provocando condições termodinâmicas extremas a nível molecular, desgastando a superfície do adsorvente e, conseqüentemente, aumentando sua área superficial, o que beneficia a adsorção (Dotto et al., 2015).

Desse modo, o objetivo desse trabalho consistiu em avaliar o efeito sinérgico da ativação ácida do caroço de abacate, um resíduo agroindustrial, sob três diferentes tempos de ultrassom, e avaliar o seu potencial como adsorvente na remoção do corante fucsina básica em solução aquosa.

2 | METODOLOGIA

Inicialmente, o caroço de abacate (*Persea Americana mill*) foi cominuído em um moinho de facas em um granulometria cerca de 0,5 mm, lavado com água destilada para remoção de sujidades, e secado a 60 °C por 48h. A modificação do caroço consistiu em adicionar 5 g de material a uma solução 0,5 molar de ácido nítrico 65% (Neon Comercial, P.A.). Essa mistura foi colocada sob influência do ultrassom em um sonotrodo de titânio (UP 200S, Hielscher, Alemanha) com frequência de 300 kHz, amplitude de 80% e temperatura máxima de operação de 80 ° C, sob três diferentes tempos (10 min, 1h e 3h). Ao todo, foram preparadas três amostras de adsorventes modificados, os quais foram testados juntamente com o caroço de abacate *in natura*, usado como referência, para remoção do corante fucsina básica (Marca Êxodo Científica, P.M.: 337,9 g mol⁻¹, CAS 8075-08-9).

Os adsorventes foram caracterizados de acordo sua cristalinidade utilizando um difratômetro Rigaku, modelo Miniflex 300. A presença dos grupos funcionais foi determinada utilizando Espectrofotometria no Infravermelho com Transformada de Fourier, em um espectrofotômetro Shimadzu IR Prestige 21, pelo método de pastilha de KBr. A área superficial dos adsorventes foi determinada através do método Brunauer-Emmett-Teller (Brunauer et al., 1938), utilizando um equipamento ASAP 2020 (Micrometics). Um microscópio eletrônico de varredura (Sigma 300 VP) foi utilizado para observar as características morfológicas e superficiais dos materiais.

As capacidades de adsorção do caroço de abacate *in natura* e modificado foram avaliadas através de isotermas de adsorção, as quais foram realizadas sob temperatura de 25 °C, agitação de 150 rpm, dosagem de adsorvente de 0,5 g L⁻¹ e um pH ajustado em 8. Uma solução inicial de corante de 1000 mg L⁻¹ foi preparada com água deionizada, e posteriormente diluída para preparação das soluções de concentração inicial de 25, 50, 100, 150 e 200 mg L⁻¹ utilizadas nas isotermas. Após três horas de experimento, as soluções foram centrifugadas, e tiveram a concentração residual de corante na solução determinada por um espectrofotômetro

UV-Vis (Bel Photonics -1105), no comprimento de onda de máxima absorvância de 546 nm.

Os modelos utilizados para descrever as isotermas de adsorção foram os modelos de Langmuir (Langmuir 1918) (1), Freundlich (Freundlich, 1906) (2) e Sips (Sips, 1948) (3), onde foram considerados os valores dos parâmetros coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de determinação ajustado ($R^2 adj$) e do Erro Médio Relativo ($EMR\%$) na escolha do modelo que melhor ajustasse aos dados experimentais.

$$q_e = q_L \frac{K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (1)$$

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (2)$$

$$q_e = q_{mS} \frac{K_S C_e^{n_S}}{1 + K_S C_e^{n_S}} \quad (3)$$

onde, q_e (mg g^{-1}) é a quantidade de corante adsorvido por unidade de massa de caroço de abacate no equilíbrio, q_m (mg g^{-1}) é a capacidade máxima de adsorção do adsorvente, k_f é a constante de equilíbrio de Langmuir (L mg^{-1}), C_e (mg L^{-1}) é a concentração do adsorvato em equilíbrio na solução, k_f [$\text{mg g}^{-1}(\text{mg L}^{-1})^{-1/n}$] é a constante de Freundlich, n_f é o expoente de Freundlich que representa a afinidade do adsorvente pelo adsorvato, k_s (L mg^{-1}) $^{1/n}$ é a constante de Sips, e n_s representa o grau de heterogeneidade do sistema (Papageorgiou et al., 2006).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os espectros de difração de raios-X estão mostrados na Figura 1(a), para o caroço de abacate *in natura* e Figura 1(b), para os adsorventes modificados com ácido nítrico em diferentes tempos de ultrassom. Pela Figura 1(a) é possível notar o caráter amorfo do caroço de abacate, através da ampla faixa de reflexão presente no espectro de 2 theta entre 15° e 30°. Esse comportamento é característico de materiais constituídos basicamente de lignina, celulose e hemicelulose, como os resíduos agroindustriais (Georgin et al., 2019). À medida que o tempo de ataque com ácido aumenta na presença de ultrassom, alguns picos cristalinos podem ser vistos, como mostrado na Figura 2(b). Esse comportamento pode ocorrer devido à remoção parcial da hemicelulose e à modificação e condensação da lignina na superfície da biomassa, uma vez que os pré-tratamentos ácidos são amplamente utilizados a fim de aumentar a acessibilidade da celulose à hidrólise enzimática em bioprocessos, gerando um aumento na cristalinidade do material (Zhao et al., 2007).

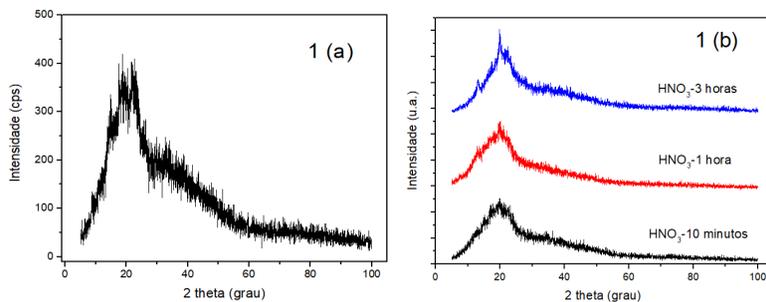


Figura 1 – Espectros DRX para (a) caroço de abacate *in natura*, e (b) caroço de abate modificado com ácido nítrico nos tempos de 10 min, 1 h e 3 h.

O espectro FTIR do caroço de abacate *in natura* e dos modificados são mostrados na Figura 2(a) e 2(b), respectivamente. A similaridade dos espectros indica que não houve modificações significativas nas estruturas dos materiais, evidenciando apenas a presença dos grupos funcionais característicos da hemicelulose, celulose e lignina. No espectro, a banda a 3400 cm^{-1} está associada às ligações O-H. A banda em 2920 cm^{-1} está associada ao alongamento da ligação C-H presente na lignina (Netto et al., 2019). A banda a 1740 cm^{-1} refere-se ao alongamento das ligações nos grupos éster. As bandas de 1530 cm^{-1} e 1440 cm^{-1} estão associadas às vibrações da ligação do anel aromático (Hospodarova et al., 2018). A banda de 1160 cm^{-1} corresponde ao alongamento assimétrico das ligações C-O-C de celulose e hemicelulose. A banda a 1018 cm^{-1} está associada ao alongamento da ligação C-O na celulose (Xu et al., 2013).

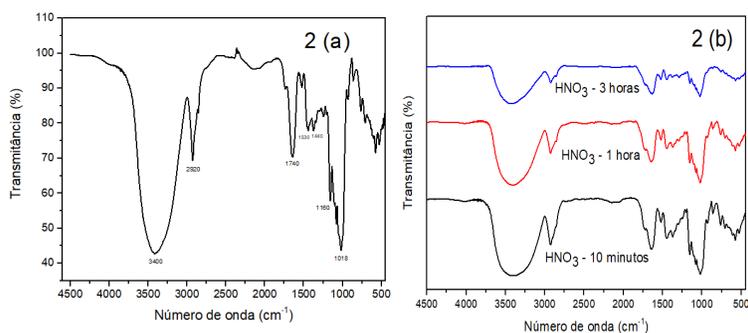


Figura 2 – Espectros FTIR para (a) caroço de abacate *in natura*, e (b) caroço de abate modificado com ácido nítrico nos tempos de 10 min, 1 h e 3 h.

Na Figura 3 são trazidas as microscopias eletrônicas de varreduras dos materiais utilizados como adsorvente de fucsina básica nesse estudo. Na Figura

3(a) é mostrado a superfície do caroço de abacate *in natura*, a qual apresenta uma estrutura em forma de grânulos com rugosidade característica. Conforme o tempo de ativação aumenta, de 10 min, 1 h e 3 h como é mostrado nas Figuras 3 (b), 3 (c) e 3 (d), respectivamente, os pequenos grânulos de amido constituintes do caroço de abacate são desgastados, aumentando a porosidade e rugosidade do adsorvente. Com três horas de ativação, o material apresenta uma superfície irregular e heterogênea, com cavidades e saliências.

Os resultados do BET mostraram que a área superficial do caroço de abacate *in natura* foi de $2,16 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, enquanto que para os materiais com 10 min, 1 h e 3 h de ativação química foram $3,51$, $8,12$ e $13,89 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, respectivamente. Estes resultados inferem que o efeito sinérgico da utilização de ácido nítrico com ultrassom resulta em um aumento na área superficial do material devido a erosão e desgaste sofridos pelas partículas, além da dissolução parcial da biomassa.

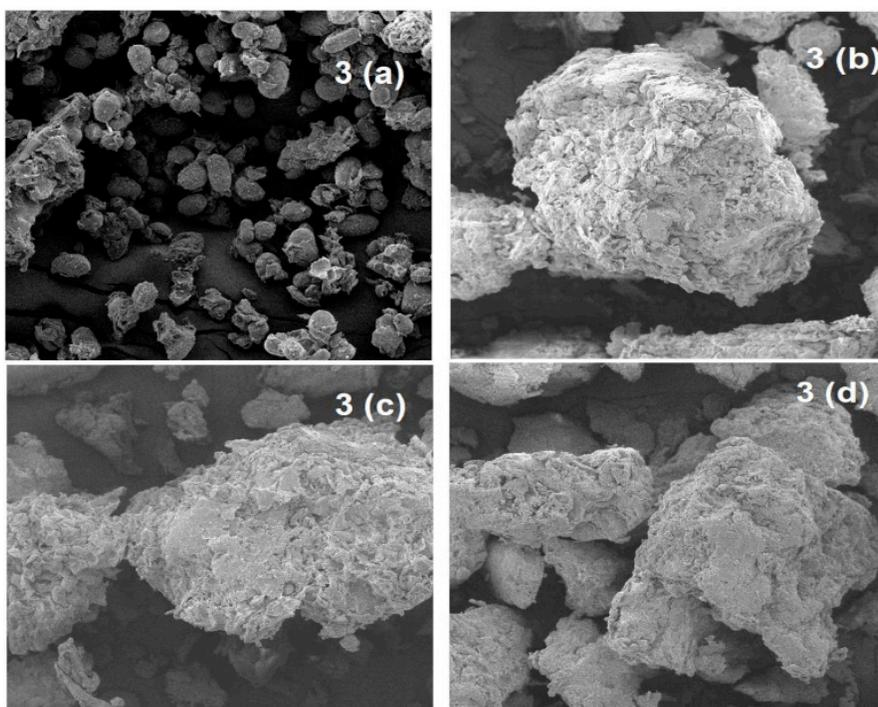


Figura 3 - Microscopia eletrônica de varredura: (a) caroço de abacate *in natura*, (b) caroço de abacate modificado com ácido nítrico nos tempos de 10 min, (c) 1 h e (d) 3 h.

As isotermas de adsorção de fucsina básica são mostradas na Figura 4, e os ajustes das mesmas, nos modelos isotérmicos, são apresentados na Tabela 1. Levando em consideração os valores do coeficiente de determinação (R^2), do coeficiente de determinação ajustado ($R^2 \text{ adj}$) e do erro relativo médio ($EMR\%$),

observa-se que o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o modelo de Sips, onde a máxima capacidade de adsorção encontrada foi 115 mg g⁻¹. Em comparação com o caroço de abacate *in natura*, todos os materiais ativados apresentaram uma melhora em sua capacidade de adsorção, a qual foi proporcional ao tempo em que o caroço de abacate ficou em contato com a solução ácida no ultrassom.

Modelo Isotérmico	Caroço de abacate			
	In natura	HNO ₃ 10min	HNO ₃ 1h	HNO ₃ 3h
Langmuir				
q_m (mg g ⁻¹)	66,71	68,04	82,12	105,04
k_l (L mg ⁻¹)	0,03	0,06	0,127	0,18
R ²	0,99	0,99	0,997	0,99
R ² adj	0,98	0,99	0,996	0,98
EMR (%)	5,01	3,89	3,03	5,64
Freundlich				
n_f	2,45	3,33	4,15	4,38
k_f [mg g ⁻¹ (mg L ⁻¹) ^{-1/nf}]	6,97	13,94	24,34	34,51
R ²	0,95	0,97	0,97	0,97
R ² adj	0,94	0,96	0,97	0,96
EMR (%)	11,95	9,92	7,19	7,61
Sips				
q_m (mg g ⁻¹)	56,54	64,21	86,54	115,21
k_s (L mg ⁻¹) ^{1/n}	0,04	0,07	0,11	0,14
n_s	1,49	0,081	1,21	1,39
R ²	0,99	0,996	0,99	0,99
R ² adj	0,99	0,995	0,99	0,99
EMR (%)	2,19	2,25	1,56	2,73

Tabela 1 – Parâmetros isotérmicos para a adsorção de fucsina básica em caroço de abacate *in natura* e ativado quimicamente em diferentes tempos de ultrassom

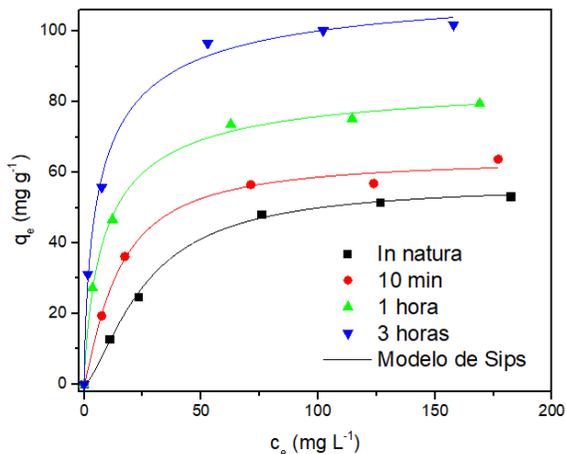


Figura 4 – Isotermas de adsorção de fucsina básica no caroço de abacate *in natura* e ativado quimicamente em diferentes tempos de ultrassom.

4 | CONCLUSÕES

Neste trabalho, um resíduo agroindustrial, caroço de abacate, foi ativado quimicamente utilizando ácido nítrico, conjugado ao emprego de ultrassom em diferentes tempos, para posterior uso como adsorvente de corante em solução aquosa. As isotermas de adsorção utilizando o caroço *in natura* e os materiais modificados foram melhor descritas pelo modelo de Sips, e foram desenvolvidas para avaliação da eficiência de ativação, onde através da capacidade máxima de adsorção, todas as modificações foram eficientes para sua melhoria, tendo o caroço *in natura* uma capacidade máxima de 56,5 mg g⁻¹, enquanto que o material ativado quimicamente por 3 h, com auxílio de ultrassom, apresentou capacidade máxima de adsorção de 115,2 mg g⁻¹. Desse modo, devido ao aumento significativo da capacidade de adsorção, o tratamento de resíduos lignocelulósicos com ácido nítrico na presença de ultrassom pode ser utilizado de forma eficiente a fim de melhorar a capacidade adsorptiva desses materiais em direção à remoção de contaminantes orgânicos em efluentes aquosos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq).

REFERÊNCIAS

BRUNAUER, S., EMMETT, P. H., TELLER, E. **Adsorption of gases in multimolecular layers**, Journal of American Chemical Society, v. 60, p. 309–319, 1938.

DOTTO, G. L., SANTOS, J. M. N., RODRIGUES, I. L., ROSA, R., PAVAN, F. A., LIMA, E. C. **Adsorption of methylene blue by ultrasonic surface modified chitin**. Journal of colloid and interface science, v. 446, p. 133-140, 2015.

DOTTO, G. L., VIEIRA, M. L. G., GONÇALVES, J. O., PINTO, L. A. D. A. **Remoção dos corantes azul brilhante, amarelo crepúsculo e amarelo tartrazina de soluções aquosas utilizando carvão ativado, terra ativada, terra diatomácea, quitina e quitosana: estudos de equilíbrio e termodinâmica**. Química Nova, v. 34, p. 1193-1199, 2011.

EL ALOUANI, M., ALEHYEN, S., EL ACHOURI, M., TAIBI, M. **Removal of cationic dye–methylene blue-from aqueous solution by adsorption on Fly Ash-based Geopolymer**. Journal of Materials and Environmental Sciences, v. 9, p. 32-46, 2018.

FREUNDLICH, H. M. F. **Over the adsorption in solution**. Journal of Physical Chemistry, v. 57, p. 385-471, 1906.

GEORGIN, J., FRANCO, D. S., DRUMM, F. C., GRASSI, P., SCHADECK NETTO, M., ALLASIA, D., DOTTO, G. L. **Paddle cactus (Tacinga palmadora) as potential low-cost adsorbent to treat textile effluents containing crystal violet**. Chemical Engineering Communications, p. 1-12, 2019.

GUPTA, V. K., SUHAS. **Application of low-cost adsorbents for dye removal—a review**. Journal of environmental management, v. 90, p. 2313-2342, 2009.

HOSPODAROVA, V., SINGOVSKA, E., STEVULOVA, N. **Characterization of cellulosic fibers by FTIR spectroscopy for their further implementation to building materials**. American Journal of Analytical Chemistry, v. 9, p. 303-310, 2018.

LANGMUIR, I. **The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum**. Journal of the American Chemical Society, v. 40, p. 1361-1403, 1918.

LIU, Q. S., ZHENG, T., WANG, P., GUO, L. **Preparation and characterization of activated carbon from bamboo by microwave-induced phosphoric acid activation**. Industrial Crops and Products, v. 31, p. 233-238, 2010.

MALIK, R., RAMTEKE, D. S., WATE, S. R. **Adsorption of malachite green on groundnut shell waste based powdered activated carbon**. Waste management, v. 27, p. 1129-1138, 2007.

NETTO, M. S., DA SILVA, N. F., MALLMANN, E. S., DOTTO, G. L., FOLETTO, E. L. **Effect of Salinity on the Adsorption Behavior of Methylene Blue onto Comminuted Raw Avocado Residue: CCD-RSM Design**. Water, Air, & Soil Pollution, v. 230, p. 1-17, 2019.

PAPAGEORGIU, S. K., KATSAROS, F. K., KOUVELOU, E. P., NOLAN, J. W., LE DEIT, H., KANELLOPOULOS, N. K. **Heavy metal sorption by calcium alginate beads from Laminaria digitata**. Journal of Hazardous Materials, 137(3), 1765-1772, 2006.

SALLEH, M. A. M., MAHMOUD, D. K., KARIM, W. A. W. A., IDRIS, A. **Cationic and anionic dye adsorption by agricultural solid wastes: A comprehensive review.** Desalination, v. 280, p. 1-13, 2011.

SIPS, R. **On the structure of a catalyst surface.** The Journal of Chemical Physics, v. 16, p. 490-495, 1948.

XU, F., YU, J., TESSO, T., DOWELL, F., WANG, D. **Qualitative and quantitative analysis of lignocellulosic biomass using infrared techniques: a mini-review.** Applied energy, v. 104, p. 801-809, 2013.

ZHAO, H., KWAK, J. H., ZHANG, Z. C., BROWN, H. M., AREY, B. W., HOLLADAY, J. E. **Studying cellulose fiber structure by SEM, XRD, NMR and acid hydrolysis.** Carbohydrate polymers, v. 68, p. 235-241, 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 174, 184, 185, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 195, 196, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 292, 293, 294, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303

Alginato de sódio 322, 323, 324, 325

Asfalto-borracha 209

Ativação química 14, 15, 19, 212, 214, 215, 223

Azul de metileno 1, 4, 12, 13, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 184, 185, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 215, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 295, 299

B

Bagaço de uva 1, 3, 4, 6, 11, 12

Biodegradável 24, 25, 43, 44, 46, 49, 110, 114, 126, 198, 202, 203, 206, 236, 310, 315

Biomassa lignocelulósica 184, 186

Biorreator de leite empacotado 91, 101

Biossorção 24, 104, 110, 111, 186, 212, 223

Borracha de silicone 149, 151, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161

Borracha SBR 149, 153

C

Câncer 203, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313

Cápsulas de zeólita fertilizante 124

Caracterização térmica 90, 282

Carboximetilação 24, 25, 26, 28, 30

Chitosan 13, 24, 125, 134, 162, 163, 174, 175, 176, 195, 312, 313

Coacervação complexa 322

Comportamento reológico de emulsões 322, 329, 332

Compósito 41, 56, 64, 80, 81, 82, 83, 87, 90, 124, 129, 132, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 203, 260, 261, 272, 273

Corante 1, 4, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 217, 218, 221, 222, 223, 292, 295, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303

E

Economia circular 45, 247, 251, 254, 255, 256, 258, 260, 261, 263, 270, 274, 275

Efluente têxtil 104

Envelhecimento natural 135, 138, 143, 144, 145, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 269, 274

Enzymatic Immobilization 163

Epóxi-PZT 80, 82

Eugenol 315, 316, 320, 321

Extração de enzimas 91

Extrusão 113, 115, 116, 118, 119, 261, 263, 272, 273

G

Geleificantes 236

H

Hidrofilicidade 56, 64

Hidrogéis 67, 68, 69

I

Insumo agrícola 67

L

Liberação controlada de medicamentos 198, 307, 309

Ligantes asfálticos 209

M

Montmorilonita 127, 315, 316

O

Óxido de grafeno 177, 178, 179, 182

P

Papain 162, 163, 175, 176

Partículas core-shell 224, 225

PEAD 113, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

Pectina 214, 236, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 328

PEUAM 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Poliacrilatos 67, 73, 78

Poliisocianurato 277, 278

Polimerização em emulsão 224, 225, 228, 235
Poliol 43, 45, 46, 47, 49, 50, 279, 280, 281, 283, 287
Poliuretano 32, 33, 40, 41, 42, 45, 47, 48, 50, 51, 277
Prospecção de custo de produção 258

R

Resíduo agroindustrial 11, 14, 16, 21, 213
Resíduos 1, 3, 4, 12, 14, 15, 17, 21, 32, 33, 40, 41, 44, 52, 78, 93, 102, 106, 111, 113, 125, 134, 150, 151, 152, 153, 156, 157, 158, 159, 160, 184, 186, 187, 195, 212, 219, 223, 227, 240, 241, 246, 251, 256, 258, 259, 260, 261, 275, 321, 333
Retardante de chamas 33

S

Sílica mesoporosa 292, 293, 294, 295, 303
Sulfatação 24, 25, 26

U

Ultrassom 14, 16, 17, 19, 20, 21, 179, 180, 308, 324, 326, 332
Uso de Biopolímero 124

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



www.arenaeditora.com.br



contato@arenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/arenaeditora.com.br