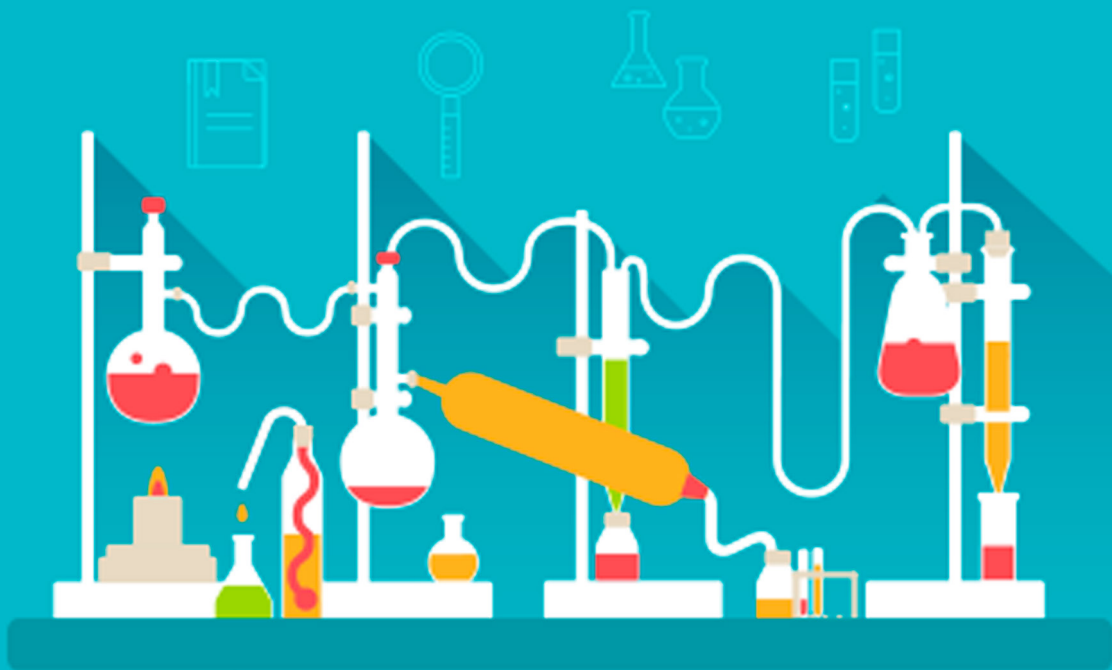


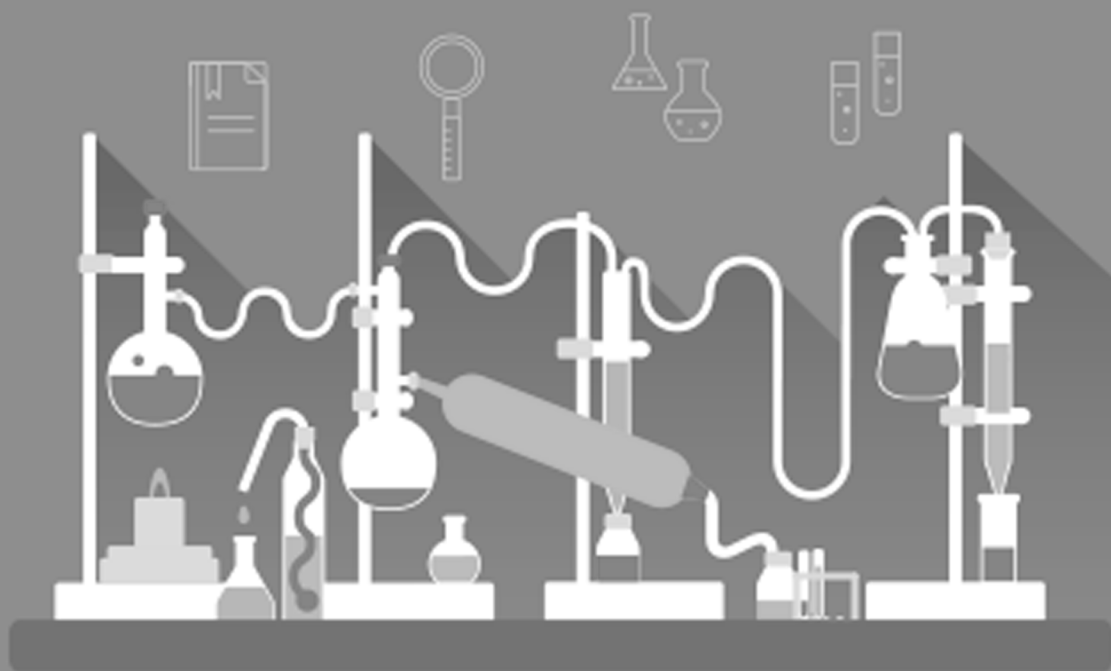
A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



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

SUORTE 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**

Kivia Mislaine Albano

Vania Regina Nicoletti

DOI 10.22533/at.ed.85920170929

SOBRE A ORGANIZADORA..... 333

ÍNDICE REMISSIVO..... 334

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

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Júlia Cristina Diel

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, RS
<http://lattes.cnpq.br/1589964271174213>

Isaac dos Santos Nunes

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões
Santo Ângelo, RS
<http://lattes.cnpq.br/6592130971504394>

Dinalva Schein

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, RS
<http://lattes.cnpq.br/8537370885641182>

Joseane Sarmiento Lazarotto

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, RS
<http://lattes.cnpq.br/6165900692541530>

Vitória de Lima Brombilla

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, RS
<http://lattes.cnpq.br/8240310154106612>

Carolina Smaniotto Fronza

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria, RS
<http://lattes.cnpq.br/9662495827820486>

fomenta pesquisas para o desenvolvimento de técnicas eficazes aplicadas ao tratamento de efluentes, destacando-se a adsorção ao demonstrar resultados promissores, principalmente quando atrelada ao emprego de resíduos agroindustriais como biomassas adsorventes. O presente trabalho objetivou avaliar por meio de isotermas de adsorção a capacidade adsorvente de bagaço de uva proveniente de fermentação vinícola artesanal em condição *in natura* (BUIN) e modificada (BUM) para remoção do corante azul de metileno (AM), por conta do alto potencial residual do processamento vinícola no estado e pela representatividade do setor têxtil na economia do país. A partir dos tempos de equilíbrio obtidos mediante as cinéticas de adsorção, as isotermas foram construídas variando-se dosagens adsorventes de 0,1, 0,3 e 0,5 g, para as concentrações de 20 e 60 mg L⁻¹ de AM, realizando-se ajuste aos modelos de Langmuir, Freundlich e Sips. O modelo de Langmuir apresentou predominância para o BUIN, enquanto o modelo de Sips prevaleceu para o BUM com valores próximos a unidade, condição em que esse modelo se reduz à equação de Langmuir. Por fim, a análise conjunta dos resultados permitiu concluir que o bagaço de uva pode ser empregado como um adsorvente efetivo na remoção de AM.

PALAVRAS - CHAVE: Adsorção, bagaço de uva, azul de metileno, isotermas.

RESUMO: A presença de contaminantes orgânicos e inorgânicos no meio ambiente

ADSORPTION OF METHYLENE BLUE USING GRAPE MARC (VITIS LABRUSCA) IN NATURA AND MODIFIED AS ADSORBENT

ABSTRACT: The presence of organic and inorganic contaminants in the environment promotes research for the development of effective techniques applied to the treatment of effluents, with adsorption standing out, showing promising results, especially when linked to the use of agro-industrial residues such as adsorbent biomass. The present work aimed to evaluate, by means of adsorption isotherms, the adsorbent capacity of grape marc from artisanal fermentation in fresh (BUIN) and modified (BUM) conditions to remove the methylene blue dye (AM), due to the high residual potential of wine processing in the state and the representativeness of the textile sector in the country's economy. From the equilibrium times obtained through of adsorption kinetics, isotherms were constructed by varying adsorbent dosages of 0.1, 0.3 and 0.5 g, for concentrations of 20 and 60 mg L⁻¹ of AM, adjusting to the Langmuir, Freundlich and Sips models. The Langmuir model showed predominance for BUIN, while the Sips model prevailed for BUM with values close to the unit, a condition in which this model is reduced to the Langmuir equation. Finally, the joint analysis of the results allowed to conclude that the grape marc can be used as an effective adsorbent in the removal of AM.

KEYWORDS: Adsorption, grape marc, methylene blue, isotherms.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, segundo Mouni *et al.* (2018), entre os mais diversos meios de contaminação ambiental por fonte industrial destacam-se os corantes, substâncias de coloração persistente e que apresentam baixa biodegradabilidade, portanto difíceis de serem eliminadas naturalmente e incompatíveis com alguns processos convencionais de tratamentos de efluentes existentes. Islam *et al.* (2017) afirmam que a acumulação de corantes na biota aquática pode resultar em efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente, ao exibirem uma estrutura molecular complexa com propriedades carcinogênicas, mutagênicas, alergênicas e de variável toxicidade.

A poluição ambiental por corantes é decorrente de diversas atividades industriais, como da fabricação de têxteis, tintas, papel, plásticos, borrachas, explosivos, produtos farmacêuticos e cosméticos (MARRAKCHI *et al.*, 2017). Islam *et al.* (2017) estimam que estas indústrias produzam anualmente mais de 700 mil toneladas de corantes, das quais aproximadamente 15% são despejadas em águas superficiais.

A indústria têxtil é considerada uma das indústrias que mais consome água no mundo e conseqüentemente, que produz grandes volumes de águas residuais ricas em matéria orgânica, apresentando-se como uma potencial fonte geradora de efluentes contendo corantes (CASTRO *et al.*, 2018). A representatividade econômica

deste setor no país é bastante significativa: segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção – ABIT, o setor têxtil é o segundo maior empregador da indústria de transformação no Brasil e o país é o quinto maior produtor têxtil do mundo, tendo produzido em média cerca de 1,7 milhão de toneladas de tecidos em 2017.

A presença destes contaminantes no ambiente instiga pesquisadores no desenvolvimento de técnicas eficazes e confiáveis aplicadas no tratamento de efluentes contendo resíduos coloridos. Dentre estas técnicas, a adsorção ganha destaque por oferecer eficiência na separação de uma ampla gama de compostos químicos, além de ser economicamente viável pelo baixo custo de operação, simplicidade de projeto e elevada eficiência (PATHANIA *et al.*, 2017).

Conforme apresentado por McCabe *et al.* (2005), a adsorção é classificada como uma operação unitária de transferência de massa do tipo sólido-fluido, na qual componentes de uma fase fluida (que pode ser um gás ou um líquido) são removidos e transferidos para a superfície de uma fase sólida, onde se acumulam. Segundo Matos (2015), o material sólido que adsorve é denominado como adsorvente, enquanto a substância que é adsorvida é conhecida como adsorbato.

A cinética de adsorção é o primeiro passo para a investigação sobre a possibilidade de utilização de um adsorvente em determinado processo de separação (GRAEBIN, 2014). De acordo com Esqueda *et al.* (2014), os ensaios cinéticos são de fundamental importância no estudo do processo de adsorção, pois fornecem informações sobre a velocidade das reações por meio de diferentes modelos matemáticos nos quais os dados do processo são ajustados em relação ao tempo.

O processo de adsorção pode ser avaliado quantitativamente por meio de isotermas de adsorção, as quais representam o equilíbrio estabelecido a uma temperatura constante entre a concentração de adsorbato presente na fase líquida (C_e) e a quantidade de adsorbato retida na superfície do sólido, expressa em termos de capacidade de adsorção (q_e) (PORTINHO, 2016). Conforme afirma Limons (2008), o comportamento gráfico das isotermas pode apresentar-se de diversas maneiras, fornecendo informações importantes sobre o mecanismo de adsorção. Estas informações podem ser obtidas a partir de parâmetros de ajustes de modelos matemáticos que representam os dados experimentais.

De acordo com Gelain *et al.* (2012), os resíduos e subprodutos agroindustriais apresentam-se como biomassas alternativas ao desenvolvimento de adsorventes para a remoção de efluentes provenientes da atividade industrial, devido ao baixo custo e a disponibilidade em abundância. O bagaço de uva, por exemplo, correspondente a um resíduo de fermentação vinícola sem aplicação prática efetiva, é gerado em grandes quantidades, principalmente no Rio Grande do Sul, onde a

vitivinicultura é uma atividade economicamente importante para o estado.

Segundo dados apresentados por uma pesquisa realizada pela Embrapa Uva e Vinho, coordenada por Mello (2016), a produção de uvas no Brasil no ano de 2015 foi de 1.499.353 toneladas, sendo 781.412 toneladas (aproximadamente 52%) destinadas ao processamento de vinhos, sucos e derivados, e o restante para o consumo *in natura*. O Rio Grande do Sul respondeu por 90% deste total, destinando 702.900 toneladas de sua produção para o processamento. E a tendência é um crescimento contínuo na área vitivinícola, aumentando assim o volume de resíduos gerados durante o processamento, e conseqüentemente ocasionando o acúmulo de subprodutos, o que pode vir a se tornar um grave problema ambiental.

Correlacionando-se os dados apresentados, o presente trabalho objetivou avaliar por meio de isotermas de adsorção ajustadas aos modelos de Langmuir, Freundlich e Sips, a remoção do corante azul de metileno (AM) empregando bagaço de uva proveniente de produção vinícola artesanal na sua forma *in natura* (BUIN) e modificada (BUM). Analisaram-se os parâmetros de ajuste dos modelos matemáticos variando-se a massa adsorvente em patamares de 0,1, 0,3 e 0,5 g, nas concentrações iniciais de corante em solução de 20 e 60 mg L⁻¹.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparo e modificação da biomassa

A matéria-prima utilizada como adsorvente foi o bagaço de uva (pertencente à variedade *Vitis Labrusca*, cultivar *Isabel*), proveniente de fermentação vinícola artesanal realizada no Rio Grande do Sul, referente à safra 2017/2018. O preparo da biomassa englobou a secagem em estufa com recirculação de ar (SPlabor, SP-100/216) a 60° C por 24 h; a trituração por moagem em moinho de facas tipo Willey (Eco Educacional); e a análise granulométrica do material moído em agitador de peneiras (Bertel Indústria Metalúrgica Ltda). Em seqüência, a biomassa foi submetida à medida do pH no ponto de carga zero (PZC), empregando-se o “Método dos 11 pontos”, conforme proposto por Regalbuto e Robles (2004).

Visando-se melhorar o potencial adsorvente do bagaço de uva, submeteu-se a biomassa previamente seca e moída a um ataque alcalino com hidróxido de sódio, adicionando-se 5 g do material *in natura* à 500 mL de NaOH 1 M. Agitou-se a suspensão formada por 1 h (Fisatom, 710). O bagaço tratado foi então removido e lavado com água destilada sob agitação até a neutralização do pH. Posteriormente, secou-se a biomassa modificada em estufa por 24 h a 60° C.

2.2 Ensaio de adsorção

Para a realização dos experimentos, foram preparadas soluções a partir da dissolução de AM em água destilada, na concentração inicial de 100 mg L⁻¹. Todas as soluções foram ajustadas ao valor de PZC determinado, realizando-se a correção necessária com soluções de NaOH e HCl. As amostras foram agitadas em shaker (Cientec, CT-145) a 160 rpm e 25° C. Realizou-se a quantificação em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-2600), no comprimento de onda de 664 nm. Antes das amostras serem inseridas no sistema UV-2600, a fase líquida foi separada do sólido adsorvente por filtração.

2.3 Isotermas de adsorção e modelagem matemática

Os resultados de tempo de equilíbrio obtidos por meio das cinéticas de adsorção foram empregados na construção de isotermas ajustando-se aos modelos de Langmuir, Freundlich e Sips. O pacote computacional MatLab® foi utilizado para a construção dos perfis das isotermas de adsorção e para a estimação dos parâmetros dos diferentes modelos.

Os experimentos para levantamento das isotermas foram realizados para as concentrações de 20 e 60 mg L⁻¹ de AM, para as massas de 0,1, 0,3 e 0,5 g de BUIN e BUM, empregando-se 100 mL de solução de AM em 7 diferentes concentrações (3, 6, 9, 12, 15, 18 e 20 para 20 mg L⁻¹ e 5, 15, 25, 35, 45, 55 e 60 para 60 mg L⁻¹). Transcorrido o tempo de equilíbrio, as amostras foram separadas por filtração e quantificadas no espectrofotômetro.

As Equações (1), (2) e (3) expressam os modelos de Langmuir, Freundlich e Sips, respectivamente.

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

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

$$q_e = q_{ms} \frac{K_S C_e^{n_s}}{1 + K_S C_e^{n_s}} \quad \text{Equação (3)}$$

sendo q_e (mg g⁻¹) a quantidade de AM adsorvido no equilíbrio; q_L (mg g⁻¹) e q_{ms} (mg g⁻¹) as máximas capacidades de adsorção dos modelos de Langmuir e Sips, respectivamente; K_L (L mg⁻¹), K_F ((mg g⁻¹) (mg L⁻¹)^{-1/n}) e K_S (L mg⁻¹) as respectivas constantes dos modelos de Langmuir, Freundlich e Sips; $1/n$ (adimensional) o fator de heterogeneidade de Freundlich; n_s (adimensional, $0 \geq n_s \leq 1$) o expoente de Sips; e C_e (mg L⁻¹) a concentração do adsorbato no equilíbrio.

O modelo de isoterma proposto por Langmuir assume que a adsorção se resume em uma única camada de moléculas da substância sobre a superfície das

partículas sólidas, sem interação entre as moléculas adsorvidas em sítios vizinhos (LANGMUIR, 1918).

O modelo de isoterma apresentado por Freundlich considera que a adsorção ocorre em multicamadas, sendo útil para descrever a adsorção em superfícies altamente heterogêneas, com descrição da adsorção máxima em multicamadas e com existência da interação entre as moléculas adsorvidas em sítios vizinhos (FREUNDLICH, 1906).

O modelo de Sips é uma combinação dos modelos apresentados anteriormente, sendo usualmente encontrado na literatura como modelo de Freundlich-Langmuir. Em situações nas quais $n_s = 1$, a isoterma de Sips é reduzida à isoterma de Langmuir.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Preparo da biomassa

Os dados obtidos por meio da análise granulométrica foram utilizados para o cálculo do diâmetro médio de Sauter. O valor encontrado para as amostras de bagaço de uva deste estudo, relativas à variedade *Vitis Labrusca* cultivar *Isabel*, foi de 0,460 mm. A determinação do diâmetro de Sauter fornece informações sobre o diâmetro médio das partículas do bagaço de uva empregado no processo de adsorção. Este é um parâmetro de elevada importância, considerando-se que quanto menor for o diâmetro das partículas, maior é a área superficial de contato entre adsorvente/adsorbato, otimizando o processo adsorptivo quanto à transferência de massa, conforme observado por Matias *et al.* (2018).

Quanto ao PZC, os dados obtidos pelo “Método dos 11 pontos” foram apresentados por Diel, Nunes e Silva (2018), definindo-se como melhor faixa de trabalho o valor de 5,3, ajustando-se todas as soluções preparadas para os ensaios de adsorção a este valor.

3.2 Isotermas de adsorção

A determinação das características do processo adsorptivo é realizada ajustando-se os dados experimentais a modelos de isotermas, fornecendo informações sobre a afinidade de interação do adsorvente estudado, além de estimar a capacidade limite de adsorção do material investigado.

Os perfis das isotermas foram construídos tendo como base os tempos de equilíbrio obtidos pelas cinéticas de adsorção apresentadas por Diel, Nunes e Silva (2018) e por Diel *et al.* (2018), para 0,1, 0,3 e 0,5 g de BUIN e BUM nas concentrações de 20 e 60 mg L⁻¹ de AM, demonstrados na Tabela 1.

Adsorvente	Massa (g)	20 mg L ⁻¹	60 mg L ⁻¹
		Tempo (min)*	Tempo (min)**
BUIN	0,1	150	270
BUIN	0,3	120	180
BUIN	0,5	90	120
BUM	0,1	270	270
BUM	0,3	120	150
BUM	0,5	90	90

Tabela 1: Tempos de equilíbrio para BUIN e BUM nas concentrações de 20 e 60 mg L⁻¹.

Fonte: *Diel, Nunes e Silva (2018); **Diel *et al.* (2018).

Empregando-se os dados de tempo de equilíbrio mencionados, plotaram-se os gráficos das Figuras 1, 2, 3 e 4, onde são apresentados os perfis das isotermas de adsorção e os modelos de Langmuir, Freundlich e Sips ajustados aos dados.

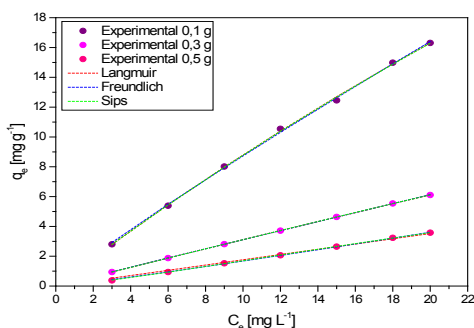


Figura 1: Perfis das isotermas com modelos ajustados ao processo de adsorção de AM na concentração de 20 mg L⁻¹ para as dosagens de 0,1, 0,3 e 0,5 g de BUIN.

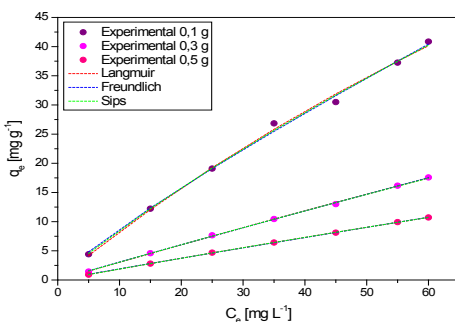


Figura 2: Perfis das isotermas com modelos ajustados ao processo de adsorção de AM na concentração de 60 mg L⁻¹ para as dosagens de 0,1, 0,3 e 0,5 g de BUIN.

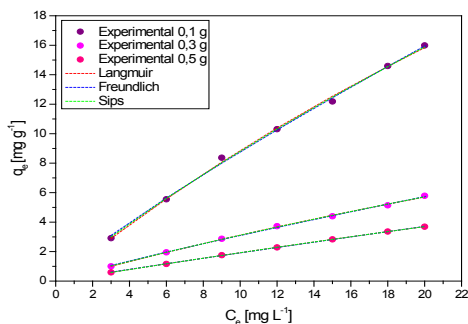


Figura 3: Perfis das isotermas com modelos ajustados ao processo de adsorção de AM na concentração de 20 mg L⁻¹ para as dosagens de 0,1, 0,3 e 0,5 g de BUM.

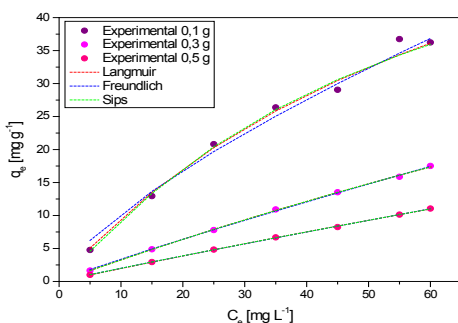


Figura 4: Perfis das isotermas com modelos ajustados ao processo de adsorção de AM na concentração de 60 mg L⁻¹ para as dosagens de 0,1, 0,3 e 0,5 g de BUM.

Nas Figuras 1, 2 e 3, todas as isotermas plotadas apresentaram forma linear, onde a quantidade adsorvida é proporcional à concentração do adsorbato no líquido. Já na Figura 4, a isoterma construída para a dosagem de 0,1 g apresenta comportamento de inclinação levemente côncavo, ocorrendo diminuição da disponibilidade dos sítios de adsorção quando a concentração da solução aumenta. Com base nas Figuras ilustradas, pode-se verificar que todos os modelos de isotermas testados apresentaram bons ajustes aos ensaios realizados neste trabalho.

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se os parâmetros obtidos após a aplicação dos modelos de Langmuir, Freundlich e Sips, nas diferentes massas de estudo para a adsorção de AM nas concentrações de 20 e 60 mg L⁻¹ empregando BUIN e BUM, respectivamente. O coeficiente de correlação linear (R^2), a soma quadrática dos erros (SQE) e o erro relativo médio (ERM) foram os parâmetros analisados para verificação do melhor ajuste do modelo. Foram considerados os melhores ajustes aqueles que apresentaram os maiores valores para o R^2 , e menores valores para SQE e ERM.

Modelos	20 mg L ⁻¹			60 mg L ⁻¹		
	Massa de adsorvente [g]			Massa de adsorvente [g]		
	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5
Langmuir						
q_L	111,5	181,1	1630	179,1	357,8	174,8
K_L	0,0086	0,0017	0,00011	0,0048	0,00086	0,00109
SQE	0,0924	0,00054	0,0511	3,644	0,1213	0,01074
R ²	0,9994	1	0,9939	0,9965	0,9994	0,9999
ERM	0,136	0,0104	0,1011	0,8537	0,1558	0,04634
Freundlich						
K_F	1,077	0,3252	0,1307	1,214	0,3319	0,2082
n	1,1	1,02	0,9023	1,168	1,032	1,038
SQE	0,1314	0,00114	0,00727	3,519	0,1261	0,01526
R ²	0,9991	0,9999	0,9991	0,9967	0,9994	0,9998
ERM	0,1621	0,01507	0,03813	0,8389	0,1588	0,05524
Sips						
q_{ms}	113,3	116	17,04	390,9	412	145,6
K_S	0,0085	0,00268	0,00593	0,0027	0,00076	0,00128
n_s	1,002	0,9875	0,7872	1,094	1,009	0,9918
SQE	0,0924	0,00044	0,00199	3,391	0,1253	0,0106
R ²	0,9994	1	0,9998	0,9968	0,9994	0,9999
ERM	0,152	0,01053	0,02231	0,9208	0,177	0,05148

Tabela 2: Parâmetros das isotermas de adsorção de AM em 20 e 60 mg L⁻¹ para BUIN.

Modelos	20 mg L ⁻¹			60 mg L ⁻¹		
	Massa de adsorvente [g]			Massa de adsorvente [g]		
	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5
Langmuir						
q_L	74,79	32,66	46,95	81,58	121,1	140
K_L	0,01343	0,0106	0,0043	0,01324	0,0028	0,0014
SQE	0,2498	0,0237	0,00076	10,94	0,1126	0,03549
R ²	0,9981	0,9987	0,9999	0,9864	0,9994	0,9996
ERM	0,2235	0,06883	0,01237	1,479	0,1501	0,0843
Freundlich						
K_F	1,2	0,3999	0,2139	1,966	0,4163	0,2257
n	1,158	1,125	1,05	1,397	1,096	1,053
SQE	0,2483	0,0253	0,00176	16,18	0,1713	0,02936
R ²	0,9982	0,9986	0,9998	0,9799	0,9992	0,9996
ERM	0,2228	0,07117	0,01875	1,799	0,1851	0,07663

	Sips					
q_{ms}	140,2	50,24	34,98	66,79	112,4	376,8
K_s	0,00789	0,0073	0,00558	0,01233	0,00294	0,00058
n_s	1,076	1,045	0,9816	0,9003	0,992	1,038
SQE	0,2278	0,02262	0,00068	10,55	0,1122	0,0306
R^2	0,9983	0,9987	0,9999	0,9869	0,9995	0,9996
ERM	0,2387	0,0752	0,01307	1,624	0,1675	0,08746

Tabela 3: Parâmetros das isotermas de adsorção de AM em 20 e 60 mg L⁻¹ para BUM.

Os valores negritados em cada uma das tabelas representam o modelo de melhor ajuste para cada uma das massas estudadas na respectiva concentração de AM em solução. Para a determinação do modelo de isoterma de melhor ajuste aos dados experimentais do processo adsorptivo, com base nos dados apresentados nas Tabelas 2 e 3, observa-se que os valores de R^2 foram muito semelhantes para Langmuir, Freundlich e Sips, apresentando desvios equivalentes a 0 ou então praticamente insignificantes.

Desta forma, considerou-se que, na concentração de 20 mg L⁻¹ empregando-se o BUIN, para as massas de 0,1 e 0,3 g, Langmuir apresentou melhor ajuste, enquanto que para 0,5 g, foi o modelo de Sips. Em 60 mg L⁻¹ de AM com a mesma biomassa, Sips melhor ajustou-se a massa de 0,1 g, a medida que Langmuir foi ideal para 0,3 e 0,5 g. Já nos ensaios utilizando-se BUM, para as massas de 0,3 e 0,5 g, na concentração de 20 mg L⁻¹, Langmuir melhor harmonizou-se, ao passo que, com 0,1 g do adsorvente, Sips mostrou-se mais satisfatório. Empregando-se 60 mg L⁻¹ de AM, Freundlich adequou-se à massa de 0,5 g, enquanto Sips moldou-se às massas de 0,1 e 0,3 g.

Correlacionando-se estes dados, pode-se dizer que Langmuir foi o modelo de ajuste predominante para o BUIN, enquanto o modelo de Sips prevaleceu para o BUM. Langmuir sugere uma adsorção monocamada em superfícies homogêneas, nas quais a adsorção ocorre em sítios específicos do adsorvente, ao passo que Freundlich descreve a adsorção em multicamadas, sugerindo que os sítios ligantes não são iguais quanto à capacidade de adsorção. Analogicamente, de acordo com Botrel (2013) e Hamdaoui e Chiha (2007), Sips combina elementos das equações de Langmuir e de Freundlich, prevendo que em altas concentrações de adsorbato se reduz a isoterma de Langmuir, à medida que em baixas concentrações de adsorbato se reduz à isoterma de Freundlich. Sendo assim, o melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo de Sips advém da capacidade do modelo em prever a concentração do adsorbato em grandes intervalos. Contudo, os valores para a constante do modelo de Sips resultaram muito próximos à unidade, condição em que

esse modelo se reduz à equação de Langmuir. Por conseguinte, é possível afirmar que o modelo de Langmuir é o que melhor se ajusta aos dados experimentais da adsorção de AM pelo bagaço de uva, indicando que o processo ocorre através da formação de uma monocamada e que os sítios de adsorção do bagaço de uva são energeticamente homogêneos.

Resultados semelhantes foram obtidos em outros estudos. Freitag (2013) e Bortoluzzi (2015) obtiveram melhor ajuste dos dados experimentais com o modelo de Langmuir, empregando rama de mandioca e casca de uva *Niágara Rosada*, respectivamente, na adsorção de AM. Já Peres *et al.* (2018) e Clericuzi *et al.* (2018), na adsorção de AM com nanosilica modificada e fibra do sisal, respectivamente, melhor adequaram seus experimentos ao modelo de Sips. Nesta perspectiva, verifica-se que a biomassa adsorvente empregada na adsorção do corante catiônico, além de influenciar na obtenção dos parâmetros cinéticos, influencia também na determinação dos dados das isotermas.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a viabilidade da utilização do resíduo agroindustrial bagaço de uva como adsorvente alternativo para remoção do corante catiônico AM de solução aquosa. Com relação ao equilíbrio do processo, o modelo de Langmuir apresentou ajuste predominante para o BUIN, enquanto o modelo de Sips prevaleceu para o BUM. No entanto, os valores para a constante do modelo de Sips resultaram muito próximo à unidade, condição em que esse modelo se reduz à equação de Langmuir. Desta forma, afirma-se que o modelo de Langmuir é o que melhor se ajusta aos dados experimentais da adsorção de AM pelo bagaço de uva, indicando que o processo ocorre através da formação de uma monocamada e que os sítios de adsorção do bagaço de uva são energeticamente homogêneos.

Por fim, a análise conjunta dos resultados do presente trabalho e dos anteriormente apresentados pelo mesmo grupo de pesquisas, permite concluir que a reutilização do bagaço de uva como material adsorvente agrega valor ao resíduo vinícola. A redução de custos na sua eliminação, aliada ao baixo custo do adsorvente, a disponibilidade em abundância e os indicadores de eficiência de remoção apresentados, favorecem a implementação desta operação.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT). **Perfil do setor**. [São Paulo, SP]: 2017. Disponível em: <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

BORTOLUZZI, B. M. A.. **Remoção dos corantes azul de metileno e cristal violeta de solução aquosa utilizando epicarpo (casca) de uva niágara rosada (*Vitis labrusca*) como adsorvente**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2015.

BOTREL, B. M. C.. **Aproveitamento de resíduos agroindustriais na adsorção do corante azul de metileno: aliança favorável entre viabilidade econômica e desenvolvimento sustentável**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CASTRO, M. L. F.; ABAD, M. L. B.; SUMALINOG, D. A. G.; ABARCA, R. R.; PAOPRASERT, P.; LUNA, M. D. G.. Adsorption of methylene blue dye and Cu(II) ions on EDTA-modified bentonite: isotherm, kinetic and thermodynamic studies. **Sustainable Environment Research**, n. xxx, p. 1–9, 2018.

CLERICUZI, G. Z.; GALVÃO NETO, J. Q.; ARAÚJO, A. J. P. D.; SOUZA, K. S. M. G.. Utilização da fibra do sisal como adsorvente na remoção do corante azul de metileno. In: 12° CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ADSORÇÃO, 2018, Gramado. **Anais [...]**.

DIEL, J. C.; NUNES, I. dos S.; SILVA, E. dos S.. Avaliação do potencial de adsorção de azul de metileno empregando bagaço de uva (*Vitis labrusca*) *in natura* e modificado. In: 7° FÓRUM INTERNACIONAL ECOINOVAR, 2018, Santa Maria. **Anais [...]**.

DIEL, J. C.; NUNES, I. dos S.; SEVERO, E. da C.; DRUZIAN, S. P.. Avaliação da capacidade de remoção de azul de metileno utilizando como adsorvente bagaço de uva (*Vitis labrusca*) *in natura* e modificado. In: 10° SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2018, Santana do Livramento. **Anais [...]**.

ESQUEDO, V. M.; SILVA, J. B.; QUINTANA, T. M.; DOTTO, G. L.; PINTO, L. A. A.. Cinética de adsorção do corante amarelo tartrazina por uma esponja megaporosa de Quitosana. In: X ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE ADSORÇÃO, 2014, Guarujá. **Anais [...]**.

FREITAG, J. A.. **Adsorção do corante azul de metileno na rama de mandioca (*Manihot esculenta crantz*)**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Téclogo em Processos Químicos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2013.

FREUNDLICH, H. Over the adsorption in the solution. **Journal Physical Chemistry**, v. 57, p.384–410, 1906.

GELAIN, L.; ANTUNES, M.; GIOVANELA, M.. Adsorção de íons Zn²⁺ pelo bagaço da uva Isabel em meio aquoso. In: 3° CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**.

GRAEBIN, G. O.. **Secagem do bagaço de cana-de-açúcar e estudo da sua aplicação na remoção de metal pesado**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014.

HAMDAOUI, O.; CHIHA, A. C.. Technical paper Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran. **Slov.**, v. 54, p. 407-418, 2007.

ISLAM, M. A.; SABAR, S.; BENHOURIA, A.; KHANDAY, W. A.; ASIF, M.; HAMEED, B. H.. Nanoporous activated carbon prepared from karanj (*Pongamia pinnata*) fruit hulls for methylene blue adsorption. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 74, p. 96–104, 2017.

LANGMUIR, I. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. **Journal of the American Chemical Society**, v. 40, p. 1362–1403, 1918.

LIMONS, R. S.. **Avaliação do potencial de utilização da macrófita aquática seca salvinia sp. no tratamento de efluentes de fecularia**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2008.

MARRAKCHI, M. J. A.; KHANDAY, W. A.; ASIF, M.; HAMEED, B. H.. Mesoporous-activated carbon prepared from chitosan flakes via single-step sodium hydroxide activation for the adsorption of methylene blue. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 98, p. 233–239, 2017.

MATIAS, C. A.; VILELA, P. B.; PAULINO, A. T.. Influência da granulometria e do tratamento de brácteas estéreis de *Araucaria Angustifolia* na remoção de azul de metileno a partir de soluções aquosas. In: 12º CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ADSORÇÃO, 2018, Gramado. **Anais [...]**.

MATOS, S. P.. **Operações unitárias: fundamentos, transformações e aplicações dos fenômenos físicos e químicos**. São Paulo: Erica, 2015. 160 p.

MCCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P.. **Unit operations of chemical engineering**. 7. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2005. 1140 p.

MELLO, L. M. R.. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015**. 5. ed. Anuário HF: Bento Gonçalves, 2016. p. 109-116.

MOUNI, L.; BELKHIRI, L.; BOLLINGER, J. C.; BOUZAZA, A.; ASSADIA, A.; TIRRI, A.; DAHMOUNE, F.; MADANI, K.; REMINI, H.. Removal of methylene blue from aqueous solutions by adsorption on kaolin: kinetic and equilibrium studies. **Applied Clay Science**, v. 153, p. 38–45, 2018.

PATHANIA, D.; SHARMA, S.; SINGH, P.. Removal of methylene blue by adsorption onto activated carbon developed from *Ficus carica* bast. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 10, p. S1445–S1451, 2017.

PERES, E. C.; SLAVIERO, J.; CUNHA, A. M.; FAVARIN, N.; MALLMANN, E. S.; DOTTO, G. L.. Produção de nanosílica modificada com microondas e utilização na adsorção de azul de metileno. In: 12º CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ADSORÇÃO, 2018, Gramado.

PORTINHO, R. **Aproveitamento do engaço de uva para remoção de cafeína por adsorção**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Fenômenos de Transporte e Operações Unitárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

REGALBULTO, J. R.; ROBLES J.. **The engineering of Pt: Carbon Catalyst Preparation**. Chigago: *University of Illinois*, 2004.

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