

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE 2

AMÉRICO JUNIOR NUNES DA SILVA
ANDRÉ RICARDO LUCAS VIEIRA
(ORGANIZADORES)

 **Atena**
Editora

Ano 2020

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE 2

AMÉRICO JUNIOR NUNES DA SILVA
ANDRÉ RICARDO LUCAS VIEIRA
(ORGANIZADORES)

 **Atena**
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo 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 – Universidade Federal do Maranhão

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Conselho Técnico Científico

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

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Américo Junior Nunes da Silva, André Ricardo Lucas Vieira. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-177-0 DOI 10.22533/at.ed.770201407</p> <p>1. Ciências agrárias. 2. Ciências exatas. 3. Tecnologia. I. Silva, Américo Junior Nunes da. II. Vieira, André Ricardo Lucas CDD 500</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem acarretado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político e social. É comum considerarmos ciência e tecnologia motores do progresso que proporcionam não só desenvolvimento do saber humano, mas, também, uma evolução real para o homem.

Sendo assim, precisamos de uma imagem de ciência e tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico–tecnológico, entendido como produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos. Seu contexto histórico deve ser analisado e considerado como uma realidade cultural que contribui de forma decisiva para mudanças sociais, cujas manifestações se expressam na relação do homem consigo mesmo e os outros.

Hoje, estamos vivendo um período, por conta do contexto da Pandemia provocada pelo Novo Coronavírus, onde os olhares se voltam a Ciência e a Tecnologia. Antes de tudo isso acontecer os conhecimentos produzidos em espaços acadêmicos, centros de pesquisa e laboratórios, por exemplo, tem buscado resposta para problemas cotidianos, em busca de melhorar a vida da população de uma forma geral.

É nesse ínterim que este livro, intitulado “Ciências Tecnológicas, Exatas e da Terra e seu Alto Grau de Aplicabilidade”, em seu segundo volume, reúne trabalhos de pesquisa e experiências em diversos espaços, como a escola, por exemplo, com o intuito de promover um amplo debate acerca das diversas áreas que o compõe.

Por fim, ao levar em consideração todos esses elementos, a importância desta obra, que aborda de forma interdisciplinar pesquisas, relatos de casos e/ou revisões, reflete-se nas evidências que emergem de suas páginas através de diversos temas evidenciando-se não apenas bases teóricas, mas a aplicação prática dessas pesquisas.

Nesse sentido, desejamos uma boa leitura a todos e a todas.

Américo Junior Nunes da Silva

André Ricardo Lucas Vieira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SERIAM AS FORÇAS FUNDAMENTAIS A ORIGEM DA BIOQUIRALIDADE MOLECULAR?	
Alana Carolina Lima dos Santos Celio Rodrigues Muniz Leonardo Tavares de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.7702014071	
CAPÍTULO 2	18
MODELAGEM DAS EQUAÇÕES DO PÊNDULO SIMPLES ATRAVÉS DO SOFTWARE MODELLUS	
Gabriel Freitas Cesarino dos Santos José Hugo de Aguiar Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.7702014072	
CAPÍTULO 3	25
ABORDAGEM TERMODINÂMICA DA REAÇÃO DE GASEIFICAÇÃO COM ÁGUA SUPERCRÍTICA DO GLICEROL UTILIZANDO SUPERFÍCIES DE RESPOSTA	
Julles Mitoura dos Santos Junior Annamaria Doria Souza Vidotti Reginaldo Guirardello Antônio Carlos Daltro de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.7702014073	
CAPÍTULO 4	39
PRODUÇÃO E FÍSICO-QUÍMICA DE AGUARDENTE DE MANDIOCA (TIQUIRA) POR VIA ENZIMÁTICA	
Thercia Gabrielle Teixeira Martins Gustavo Oliveira Everton Paulo Victor Serra Rosa Rafael Gustavo de Oliveira Carvalho Júnior Danielly Fonseca Dorileia Pereira do Nascimento Hildelene Amélia de Araújo Dantas Laiane Araújo da Silva Souto Victor Elias Mouchrek Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7702014074	
CAPÍTULO 5	46
ESTUDO DA CAPACIDADE ADSORVENTE DO GENGIBRE (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe) NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA TÊXTIL	
Ana Carolina da Silva Renata Nazaré Vilas Bôas Marcos Antonio da Silva Costa Marisa Fernandes Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.7702014075	

CAPÍTULO 6 58

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIACETILCOLINESTERASE E TOXICIDADE FRENTE À ARTEMIA SALINA DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DA *MOMORDICA CHARANTIA L.*

Milena Lira Furtado
Sônia Maria Costa Siqueira
Antônia Fádia Valentim de Amorim
Selene Maia de Moraes
Jane Eire Silva Alencar de Menezes
Nádia Aguiar Portela Pinheiro
Otilia Alves de Alcântara
Luan Rodrigues Olinda Mendonça
Renato Almeida Montes
Artur Moura Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.7702014076

CAPÍTULO 7 64

CORRELAÇÃO PARA ESTIMATIVA DA TEMPERATURA NORMAL DE EBULIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS GRAXAS

Pedro Mendes Corrêa Daud
Marina Curi Schabbach
Joaquín Ariel Morón-Villarreyes
Filipe Velho Costa

DOI 10.22533/at.ed.7702014077

CAPÍTULO 8 73

TINGIMENTO DE TECIDOS DE ALGGODÃO E VISCOSE COM CORANTE ANÁLOGO DO FENOL

Katiany do Vale Abreu
Stéphany Swellen Vasconcelos Maia
Maria Roniele Felix Oliveira
Ana Luiza Beserra da Silva
Sara Natasha Luna de Lima
Maria Tais Da Silva Sousa
Carlucio Roberto Alves

DOI 10.22533/at.ed.7702014078

CAPÍTULO 9 79

PROPOSTA DE RETOMADA E EXPANSÃO PARA UMA MINA DE CALCÁRIO UTILIZANDO EQUIPAMENTO LASER SCANNER TERRESTRE

Tatiane Fortes Pereira
Luciana Arnt Abichequer
Luis Eduardo de Souza

DOI 10.22533/at.ed.7702014079

CAPÍTULO 10 91

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE INFLAMABILIDADE DE HIDROCARBONETOS POR MEIO DO CÁLCULO DO EQUILÍBRIO QUÍMICO

Jéssica Ribeiro Galdini
Luciana Yumi Akisawa Silva

DOI 10.22533/at.ed.77020140710

CAPÍTULO 11	100
ANÁLISE DO DESEMPENHO DO CICLO DE REFRIGERAÇÃO POR ABSORÇÃO UTILIZANDO ALCANOS	
Gabriela Azevedo de Moraes Matheus Ivan Hummel Silva Luciana Yumi Akisawa Silva	
DOI 10.22533/at.ed.77020140711	
CAPÍTULO 12	110
POLIURETANA À BASE DE ÓLEO VEGETAL COM APLICAÇÃO EM REPOSIÇÃO ÓSSEA	
Amanda Furtado Luna Fernando da Silva Reis José Milton Elias de Matos	
DOI 10.22533/at.ed.77020140712	
CAPÍTULO 13	123
PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO A PARTIR DA CASCA DE SEMENTES DE PINHÃO da <i>Araucária angustifolia</i>	
Alessandra Stevanato Elizabeth Mello Nebes Murari Elizabeth Mie Hashimoto Cristiana da Silva Délia do Carmo Vieira Janksyn Bertozzi	
DOI 10.22533/at.ed.77020140713	
CAPÍTULO 14	141
NÚCLEO ATÔMICO E A ENERGIA NUCLEAR: O USO DOS RADIOISÓTOPOS NA MEDICINA	
Gilvana Pereira Siqueira José Antônio de Oliveira Junior	
DOI 10.22533/at.ed.77020140714	
CAPÍTULO 15	148
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, TOXICIDADE E POTENCIAL MOLUSCICIDA DOS ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	
Gustavo Oliveira Everton Paulo Victor Serra Rosa Ana Patrícia Matos Pereira Danielly Fonseca Fernanda Manuela Regina do Lago Valle Lauriane dos Santos Souza Hildelene Amélia de Araújo Dantas Laiane Araújo da Silva Souto Victor Elias Mouchrek Filho	
DOI 10.22533/at.ed.77020140715	

CAPÍTULO 16	159
ATIVIDADE LARVICIDA E TOXICIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume frente ao <i>Aedes aegypti</i>	
Ana Beatriz da Silva dos Santos	
Gustavo Oliveira Everton	
Paulo Victor Serra Rosa	
Ana Patrícia Matos Pereira	
Jean Carlos Rodrigues da Cunha	
Fernanda Manuela Regina do Lago Valle	
Laiane Araújo da Silva Souto	
Victor Elias Mouchrek Filho	
DOI 10.22533/at.ed.77020140716	
 CAPÍTULO 17	 169
CARACTERIZAÇÃO ELÉTRICA DE UM SENSOR DE PH USANDO UM TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO COM GATE ESTENDIDO	
Ernando Silva Ferreira	
William Max dos Santos Silva Silva	
DOI 10.22533/at.ed.77020140717	
 CAPÍTULO 18	 176
OFICINA PEDAGÓGICA DE ELETROQUÍMICA: COMPREENDENDO CONCEITOS ABSTRATOS ATRAVÉS DA PRÁTICA	
João Pedro de Carvalho Silva	
Gilvana Pereira Siqueira	
Rafael Wendel Rodrigues Santana	
Matheus Barros Garcez	
DOI 10.22533/at.ed.77020140718	
 SOBRE OS ORGANIZADORES	 183
 ÍNDICE REMISSIVO	 184

ESTUDO DA CAPACIDADE ADSORVENTE DO GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe) NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA TÊXTIL

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 17/04/2020

Ana Carolina da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia Química
Seropédica-RJ
<http://lattes.cnpq.br/7371045672181552>

Renata Nazaré Vilas Bôas

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia Química
Seropédica-RJ
<http://lattes.cnpq.br/7908954874920549>

Marcos Antonio da Silva Costa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Departamento de Processos Químicos
Rio de Janeiro-RJ
<http://lattes.cnpq.br/0990689525640393>

Marisa Fernandes Mendes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Engenharia Química
Seropédica-RJ
<http://lattes.cnpq.br/3233683706295801>

RESUMO: Um dos desafios enfrentados pela indústria têxtil é a remoção dos corantes presentes em seus efluentes, uma vez que a presença destes contaminantes está associada

aos diversos riscos à saúde humana e aos organismos aquáticos. Dentre os métodos de tratamento de efluentes, a adsorção destaca-se como promissora e eficiente, além da possibilidade do aproveitamento de materiais alternativos como adsorventes. No que diz respeito aos resíduos agrícolas, podem-se citar os provenientes do gengibre, cujo cultivo é responsável pelo descarte de, aproximadamente, 20-30% dos rizomas considerados inadequados à comercialização. Associado a isso, há ainda o resíduo proveniente das indústrias processadoras do rizoma, que realizam a extração do óleo essencial e oleoresina. Por este motivo, o presente trabalho objetivou avaliar a capacidade adsorvente dos resíduos de gengibre frente a corante alaranjado de metila. Além da influência da granulometria e da calcinação, objetivou-se ainda realizar um estudo termodinâmico do processo. Os estudos de adsorção foram conduzidos, em batelada, mantendo-se em contato 25 mL de solução de corante de 100 ppm com 0,15 g de adsorvente, sob diferentes temperaturas (25, 35 e 45°C) e tempos de contato (0-360 min). A influência da granulometria mostrou que o maior tamanho de partícula apresentou baixos percentuais de remoção, o qual apresentou uma melhora significativa após o emprego do tratamento

térmico, cujo valor passou de, aproximadamente, 10% para 79%. A análise termodinâmica foi realizada para melhor compreensão do processo de adsorção, sendo possível caracterizá-lo como sendo exotérmico e favorável, além de promissor, ampliando a aplicação desse biochar. Foi verificada uma baixa afinidade entre o adsorvente e o adsorbato. Os resultados comprovaram a influência do aumento da temperatura na redução da capacidade adsorvente do gengibre *in natura*, visto que o maior percentual de remoção (44,51%) foi obtido na temperatura de 298,15 K.

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção, termodinâmica, alaranjado de metila, gengibre.

EVALUATION OF THE ADSORBENT CAPACITY OF GINGER (*Zingiber officinale* Roscoe) IN TREATMENT OF TEXTILE EFFLUENTS

ABSTRACT: One of the challenges of the textile industry is the treatment of the effluents mainly composed of dyes, since the presence of these contaminants is associated with several risks to human health and aquatic organisms. Among the effluent treatment methods, the adsorption has been studied as a promising and efficient, in addition to the possibility of using alternative natural adsorbents. In respect of the agricultural wastes, one can be mentioned as the ginger, whose cultivation is responsible for the disposal of approximately 20-30% that are considered unsuitable for commercialization. Moreover, there is a residue from the rhizome that is processed by the industries that are responsible for the extraction of essential oils and oleoresin. For this reason, the present study evaluated the adsorbent capacity of ginger residues in the removal of methyl orange dyes solutions. It was studied the influence of the granulometry and calcination, as well as the thermodynamic variables. The adsorption studies were carried out by keeping in contact 25 mL of dye solution of 100 ppm with 0.15 g of adsorbent, under different temperatures (25, 35 and 45 °C) and contact times (0-360 min). The influence of granulometry showed that the largest particle size showed lower removal percentages, which showed a significant increase after the heat treatment, approximately 10% to 79%. The thermodynamic analysis was performed to better understand the behavior of the adsorption process. In this case, the process was exothermic and favorable, being a promise to expand the application of this biochar. It can be also concluded that there was a low affinity between the adsorbent and the adsorbate. The results confirmed that the increase of temperature decreases the adsorbent capacity of fresh ginger, since the highest percentage of removal (44.51%) was obtained at 298.15 K.

KEYWORDS: Adsorption, thermodynamics, methyl orange dye, ginger

1 | INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um fator de grande preocupação nos dias atuais em virtude do aumento da urbanização e desenvolvimento industrial (SINGH *et al.*, 2018). Dentre os diversos setores da indústria, a indústria têxtil tem sido vista como a principal poluidora

dos recursos hídricos. Os processos de tingimento e lavagem, além de empregarem uma alta demanda de água são responsáveis pelo uso de diversos tipos de corantes. Durante o processo de tingimento, aproximadamente, 50% da produção total de corantes é perdida, sendo liberada diretamente nos efluentes têxteis (AHMAD & KUMAR, 2010).

Dentre os diversos contaminantes dos recursos hídricos, os corantes são considerados os de maior complexidade, além de serem altamente tóxicos e cancerígenos para diversos organismos (NEUBAUER *et al.*, 2014). Além dos riscos para a saúde, mesmo em baixas concentrações, os corantes são responsáveis pela alteração na coloração natural dos corpos hídricos e na inibição da ação fotossintética dos organismos aquáticos (AHMAD & KUMAR, 2010; KUMAR & AHMAD, 2011).

No caso do corante alaranjado de metila, sua estrutura apresenta o grupamento $-N\equiv N-$, cuja maioria das aminas aromáticas são liberadas. Além dos efeitos no sistema sanguíneo e na sensibilização da pele, estudos relatam o surgimento de tumores no pulmão e fígado ao ser administrado na dieta de ratos e cachorros (GUPTA *et al.*, 2013).

Diante disso, há uma crescente tendência no desenvolvimento de técnicas para o tratamento de efluentes industriais, dentre as quais a adsorção tem despertado grande interesse por se tratar de uma técnica promissora e eficiente no tratamento de água e efluentes. Além da alta eficiência, facilidade de operação e habilidade de separar uma maior variedade de componentes, a adsorção é menos dispendiosa se comparada com as técnicas de oxidação química, tratamento biológico, coagulação-floculação e processos com membranas (AHMAD & KUMAR, 2010; KUMAR & AHMAD, 2011; GUPTA *et al.*, 2013; SINGH *et al.*, 2018; SHOOTO *et al.*, 2019).

No que diz respeito ao tratamento de água e ar, o carvão ativado é um dos adsorventes mais utilizados em virtude da sua alta capacidade adsorvente e elevada área superficial específica. Contudo, seu uso é limitado devido ao seu alto custo, o que justifica a crescente busca no desenvolvimento de adsorventes alternativos (SOUZA *et al.*, 2012; SINGH *et al.*, 2018).

As biomassas são exemplos de materiais de baixo custo e grande disponibilidade e seu bom desempenho nos processos de adsorção já vem sendo relatado em diversos estudos (SOUZA *et al.*, 2012), dentre as quais podem-se citar os resíduos de castanha, casca de amendoim, casca de banana, casca de arroz, bagaço de cana-de-açúcar, gengibre, dentre outros materiais lignocelulósicos (AHMAD & KUMAR, 2010; KUMAR & AHMAD, 2011; SHOOTO *et al.*, 2018).

Dentre as diferentes possibilidades de biomassa, escolheu-se o gengibre *Zingiber officinale* Roscoe) em virtude de um problema associado ao seu cultivo, pois cerca de 20-30% dos rizomas de gengibre brasileiro considerados inadequados à exportação são descartados. Atrelado a isso, há ainda os resíduos provenientes das indústrias processadoras do gengibre, que promovem a extração do óleo essencial e oleoresina (MAGALHÃES *et al.*, 1997).

A capacidade adsorvente do gengibre já foi relatada em alguns estudos disponíveis na literatura visando a remoção de diversos contaminantes de soluções aquosas, tais como corantes e metais pesados.

Ahmad & Kumar (2010) realizaram um estudo fazendo uso de resíduos de gengibre tratados quimicamente na remoção do corante malachita verde. Kumar & Ahmad (2011) utilizaram o mesmo adsorvente na remoção do corante violeta cristal. Além destes estudos, esta biomassa também foi empregada na remoção de outros adsorbatos, como é o caso do trabalho desenvolvido por Shooto *et al.* (2019), objetivando avaliar a capacidade adsorvente do gengibre tratado na remoção dos íons Cu(II), Pb(II) e Ni(II) de soluções aquosas.

Apesar disso, dada a escassez de estudos realizados com o gengibre sem o tratamento químico, o presente trabalho objetivou avaliar a capacidade adsorvente dos resíduos de gengibre na remoção do corante alaranjado de metila e a influência de alguns fatores no processo tais como a granulometria e o tratamento térmico do material. Por fim, objetivou-se ainda realizar uma análise termodinâmica do processo.

2 | METODOLOGIA

2.1 Materiais

Para o preparo do adsorvente, os rizomas de gengibre, comprados em um mercado local de Seropédica-RJ, foram lavados em água corrente e, em seguida, com água destilada e secos à temperatura ambiente. Em seguida, o material lavado foi prensado em uma prensa hidráulica manual (SKAY, modelo 30T P30) e secos em estufa (DeLeo, tipo A35E) a 60 °C durante 15 h. Posteriormente, o material isento de umidade foi moído em moinho de facas, sendo, em seguida, peneirado em uma mesa vibratória e peneiras (Bertel) para a obtenção de duas diferentes granulometrias: A₁-42-80 mesh e A₂- 270 mesh. Parte deste material foi armazenado para os estudos de adsorção *in natura* e o restante foi empregado no preparo do carvão ativado.

O carvão ativado foi obtido através do tratamento térmico a 350 °C em um forno mufla (Vulcan, modelo 3-550) durante 180 min, a uma taxa de aquecimento de 10 °C/min. Após o processo, o material foi lavado com água destilada para a remoção de cinzas, sendo seco novamente a 60 °C por 12 h.

2.2 Procedimento Experimental

Após o preparo e armazenamento adequado do adsorvente, iniciou-se o estudo de adsorção em batelada. Os experimentos foram conduzidos usando 0,15 g de adsorvente e concentração de solução de alaranjado de metila de 100 ppm, variando a temperatura e o tempo de contato.

Os experimentos foram conduzidos com 0,15 g de adsorvente em contato com 25 mL de solução de corante, sendo mantida à temperatura constante e sob agitação de 180 rpm, variando-se apenas o tempo de contato. Ao término de cada intervalo, a solução foi filtrada e uma alíquota de 5 mL foi coletada para a posterior diluição da solução. A concentração de corante adsorvida foi então obtida por meio de leituras de absorbância, através de uma curva de calibração, em espectrofotômetro UV/visível no comprimento de 465 nm. As leituras foram realizadas em triplicata.

2.2.1 Influência da granulometria e da calcinação no processo de adsorção

A influência da granulometria no processo de adsorção foi avaliada através do uso de 0,15 g de amostra de cada uma das granulometrias (A_1 e A_2) em contato com 25 mL de solução de corante, sob temperatura de 25 °C e tempos variando entre 0 e 360 min.

O processo de calcinação foi empregado na granulometria que apresentou o menor percentual de remoção visando analisar o seu efeito na capacidade adsorvente do material. Neste caso, 0,15 g de adsorvente com uma granulometria específica foi empregado nos experimentos, mantendo-se as mesmas condições operacionais citadas anteriormente.

2.3 Estudo termodinâmico no processo de adsorção

O estudo termodinâmico foi conduzido fazendo-se uso de 0,15 g de adsorvente, na granulometria que obteve a maior capacidade adsorvente. O sistema foi mantido em agitação sob diferentes temperaturas (25,35 e 45 °C) e tempos de contato variando entre 0 e 360 min. Após o tempo estabelecido, as amostras foram analisadas para a determinação da concentração de corante na solução.

A realização deste estudo visou a determinação dos parâmetros termodinâmicos, como a energia livre de Gibbs (ΔG), a variação de entalpia (ΔH) e a variação de entropia (ΔS). As estimativas destes parâmetros possibilitaram avaliar se o processo é espontâneo, exotérmico ou endotérmico e se o adsorvente teve afinidade pelo adsorvato. Estes valores fornecem ainda informações sobre a heterogeneidade da superfície do adsorvente e se o mecanismo de adsorção é governado pela adsorção física ou química (AHMAD *et al.*, 2010; KUMAR *et al.*, 2011; ALVES, 2017).

As equações necessárias dependem da constante de equilíbrio termodinâmico, que é calculada através da relação entre a concentração inicial do corante na solução (C_{ac}) e a concentração do corante na solução no equilíbrio (C_e), ambas em mg.L⁻¹.

$$K_c = \frac{C_{ac}}{C_e} \quad (1)$$

A variação da energia livre de Gibbs indica o grau de espontaneidade do processo de adsorção; maior a espontaneidade do processo quanto menor for o valor da variável, indicando a facilidade do sistema em atingir o equilíbrio. Este parâmetro pode ser relacionado com a constante de equilíbrio através da seguinte equação:

$$\Delta G = -RT \ln K_c \quad (2)$$

sendo R (8,314 J.mol⁻¹.K⁻¹) a constante universal dos gases ideais e T a temperatura em Kelvin.

Pela relação fundamental da termodinâmica, a energia livre de Gibbs também é relacionada com a variação da entalpia (ΔH) e variação de entropia (ΔS):

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (3)$$

Combinando-se as Equações 2 e 3, obtém-se a equação de equilíbrio de Van't Hoff, utilizada para o cálculo de ΔH e ΔS .

$$\ln K_c = \left(\frac{\Delta S}{R} \right) - \left(\frac{\Delta H}{RT} \right) \quad (4)$$

Os valores de ΔH e ΔS podem ser determinados através de um gráfico de $\ln K_c$ versus $1/T$ efetuando-se uma regressão linear (AHMAD & KUMAR, 2010; KUMAR & AHMAD, 2011), onde o coeficiente angular corresponde a $-\Delta H/R$ e o intercepto corresponde a $\Delta S/R$.

2.4 Cálculo da porcentagem de remoção

O cálculo da porcentagem de remoção (%Rem) foi realizado através da Equação 5.

$$\% \text{Rem} = (C_0 - C_t) \frac{100}{C_0} \quad (5)$$

sendo C_0 e C_t as concentrações iniciais e finais do corante em mg.L⁻¹, respectivamente.

2.5 Caracterização Morfológica

A caracterização morfológica dos adsorventes antes e após o processo de calcinação é importante para a identificação dos tamanhos dos poros. A técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi empregada, a qual foi conduzida no equipamento JEOL JSM-6510/LV com faixa variando entre 0 e 10 keV (elétron-volt).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Influência da granulometria e da calcinação no processo de adsorção

A Figura 1 apresenta a influência da granulometria e da calcinação no processo de adsorção do alarajado de metila com os resíduos de gengibre.

Conforme mostrado na Figura 1a, a menor granulometria apresentou o melhor resultado em comparação com a maior, cujos valores de percentual de remoção foram em torno de 10 % para a amostra A₁ e 44% para A₂.

Estes resultados sugeriram que, com a redução na granulometria, houve um aumento na área superficial específica do adsorvente, potencializando a adsorção (LUCENA *et al.*, 2013).

Diante dos baixos percentuais de remoção apresentados pela menor granulometria, buscou-se avaliar a influência do tratamento térmico na capacidade adsorvente do material. Os resultados são apresentados na Figura 1b, de onde é possível observar uma melhora significativa no percentual de remoção, o qual passou de, aproximadamente, 10% para 79,42%.

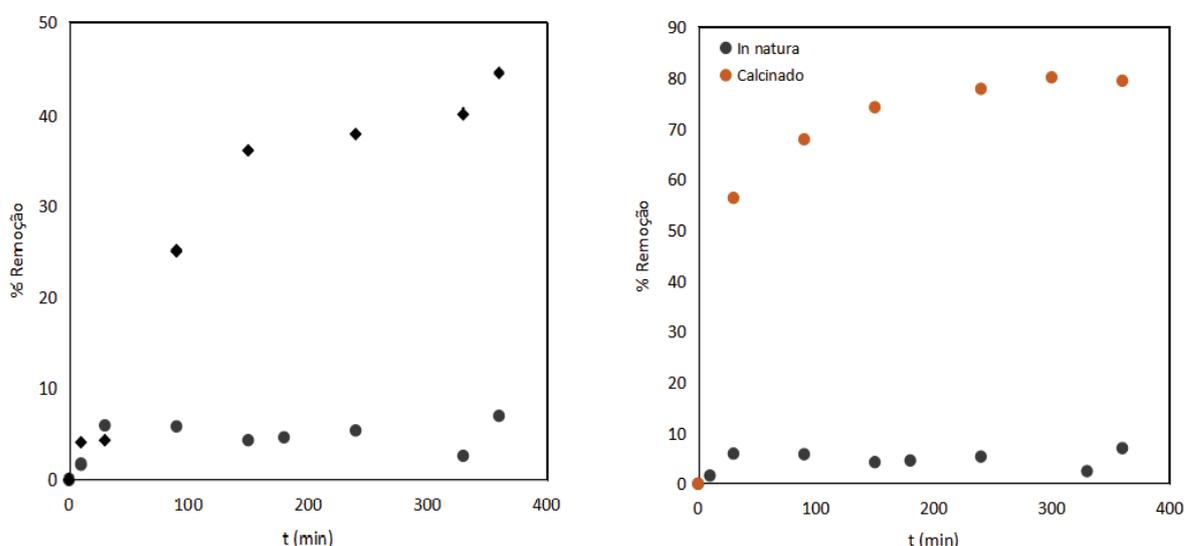


Figura 1. Percentuais de remoção para (a) diferentes granulometrias (●: A₁-42-80 mesh; ◆: A₂-270 mesh) e (b) para a amostra A₁ antes e após o processo de calcinação.

O aumento na capacidade adsorvente do material, após a calcinação, pode estar atrelado à degradação do material celulósico e à volatilização dos componentes voláteis. Como resultado, além de promover o aumento em sua área superficial, esse processo proporcionou uma maior porosidade (COSTA *et al.*, 2015; FERREIRA *et al.*, 2016), o que pode ser comprovado através da sua caracterização morfológica.

3.2 Estudo termodinâmico do processo

De posse dos melhores resultados apresentados pela menor granulometria, foi realizado um estudo termodinâmico do processo visando caracterizá-lo quanto à sua espontaneidade e natureza entálpica.

A Figura 2 apresenta o percentual de remoção de corante em função do tempo para as três temperaturas utilizadas.

Com base nos resultados, verificou-se que o aumento da temperatura ocasionou uma redução significativa da capacidade adsorvente do gengibre *in natura*. Através de uma comparação do percentual de remoção, no tempo de 360 min, para as diferentes temperaturas, nota-se que o processo é favorecido à temperatura de 298,15 K. Isto pode ser comprovado através da grande diferença entre os valores de percentual de remoção a 298,15 K (44,51%) em comparação com o de 308,15 K (4,75%) e de 318,15 K (0,71%).

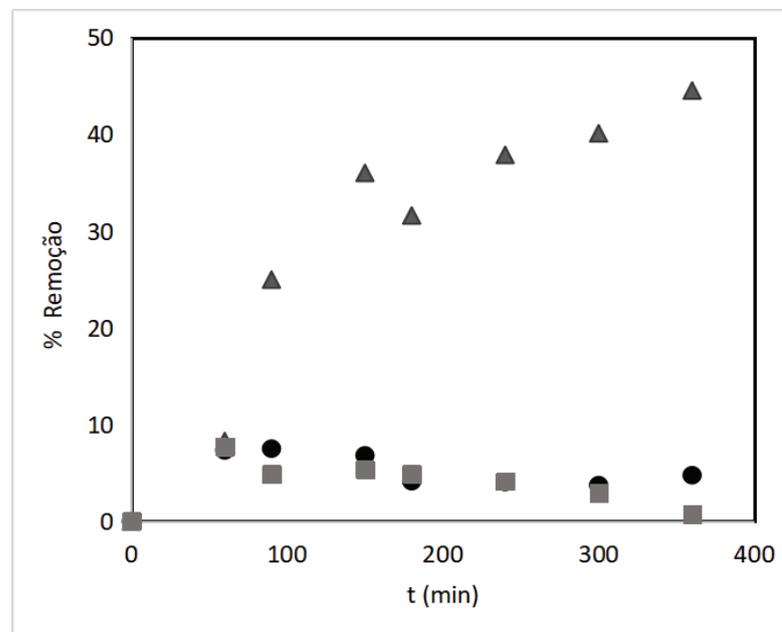


Figura 2. Percentual de remoção de corante com o tempo para as diferentes temperaturas

(▲: 298,15 K; ●: 308,15 K; ■: 318,15 K).

Portanto, nas temperaturas de 308,15 K e 318,15 K, pode-se considerar que o material praticamente não adsorveu o corante da solução. O maior percentual obtido nestas temperaturas foram, respectivamente, 7,5% em 60 min e 7,71% em 90 min, conforme mostrado na Figura 2.

Os parâmetros termodinâmicos foram calculados com os dados experimentais referentes à cada temperatura considerada no estudo. Com os dados experimentais, foi possível relacionar a constante de equilíbrio (K_c) com o termo $1/T$ do processo de adsorção do alaranjado de metila em gengibre *in natura*.

Os parâmetros termodinâmicos, obtidos através da regressão linear, são mostrados

na Tabela 1.

T (K)	ΔG (J.mol ⁻¹)	ΔH (J.mol ⁻¹)	ΔS (J.mol ⁻¹ .K ⁻¹)
298,15	-1459,6116		
308,15	-210,3067	-11088,3818	-35,0768
318,15	-212,3545		

Tabela 1. Parâmetros termodinâmicos da adsorção com o gengibre *in natura*.

Com base nos resultados obtidos, o valor de ΔH negativo sugere a natureza exotérmica do processo de adsorção do corante no adsorvente, uma vez que o processo não foi favorecido com o aumento da temperatura.

Os valores negativos de ΔG , em todas as temperaturas indicam que o processo é espontâneo e favorável (AHMAD & KUMAR, 2010; KUMAR & AHMAD, 2011; ZANELA *et al.*, 2014). Estes valores tornaram-se ainda menores nas temperaturas mais baixas, sugerindo que o processo é mais favorecido nas temperaturas mais baixas, ou seja, a adsorção do alaranjado de metila no adsorvente foi reduzida com o aumento da temperatura.

A natureza exotérmica da adsorção corrobora o fato de que, à medida que a temperatura aumenta, de 298,15 para 313,15 K, o ΔG torna-se menos negativo. Os valores mais negativos de ΔG , por sua vez, implicam em maior força motriz para a adsorção, comprovando uma tendência ao equilíbrio e indicando que o processo é favorecido à temperatura ambiente (ALVES, 2017).

Como a variação de entropia está associada às variações de ordem e desordem em um sistema, valores positivos de ΔS sugerem que as moléculas encontram-se mais desordenadas adsorvidas no adsorvente do que em solução, indicando uma afinidade entre o adsorvente e o adsorbato (SOUZA *et al.*, 2012; ALVES, 2017). Sendo assim, o valor negativo de ΔS , obtido neste trabalho, indica um aumento na organização molecular no processo de adsorção, com uma diminuição da aleatoriedade na interface sólido-líquido (AHMAD & KUMAR, 2010; KUMAR & AHMAD, 2011; ZANELA *et al.*, 2014). Diante disso, nota-se baixa afinidade entre o adsorvente *in natura* e o adsorbato, comprovando o baixo percentual de remoção observado experimentalmente.

Os parâmetros termodinâmicos podem também fornecer informações quanto ao mecanismo de adsorção envolvido no processo. Os valores negativos de ΔS podem estar associados à adsorção física, caracterizada pela diminuição da quantidade adsorvida com o aumento da temperatura (OHE *et al.*, 2003). Neste caso, o valor da variação de entalpia é no máximo 80 kJ/mol, enquanto que a variação da energia livre de Gibbs para a adsorção física situa-se na faixa de -20 a 0 kJ/mol (ALVES, 2017).

Diferentemente do observado neste trabalho, os estudos de Ahmad & Kumar (2010)

e Kumar & Ahmad (2011) comprovaram uma melhoria no processo de adsorção com o aumento da temperatura, nos quais o processo de adsorção do alaranjado de metila com resíduos de gengibre tratado quimicamente apresentaram uma natureza endotérmica, favorável e espontânea, além de uma maior afinidade entre o adsorvente e o adsorbato.

A literatura aponta que o tratamento químico ocasiona uma melhoria no processo de adsorção devido ao fato de remover as impurezas da superfície do adsorvente e aumentar a área superficial específica do adsorvente, proporcionando uma maior disponibilidade dos sítios ativos para a adsorção (KUMAR & AHMAD, 2011; SOUZA *et al.*, 2012).

Isso sugere que a comparação destes resultados com os por Ahmad & Kumar (2010) e Kumar & Ahmad (2011) é limitada, uma vez que os adsorventes apesar de serem provenientes da mesma biomassa, são distintos, sendo um *in natura* e os outros tratados quimicamente.

Como o tratamento químico pode alterar as propriedades texturais do material, influenciando nos parâmetros termodinâmicos do processo e tornando-o mais espontâneo, os resultados obtidos neste trabalho sugerem que possa haver uma melhoria no potencial adsorvente do gengibre *in natura*, caso este seja tratado quimicamente.

3.3 Caracterização Morfológica

A Figura 3 apresenta os resultados da caracterização morfológica obtida através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), onde a Figura 3a é referente ao adsorvente *in natura* e a Figura 3b, ao adsorvente tratado termicamente.

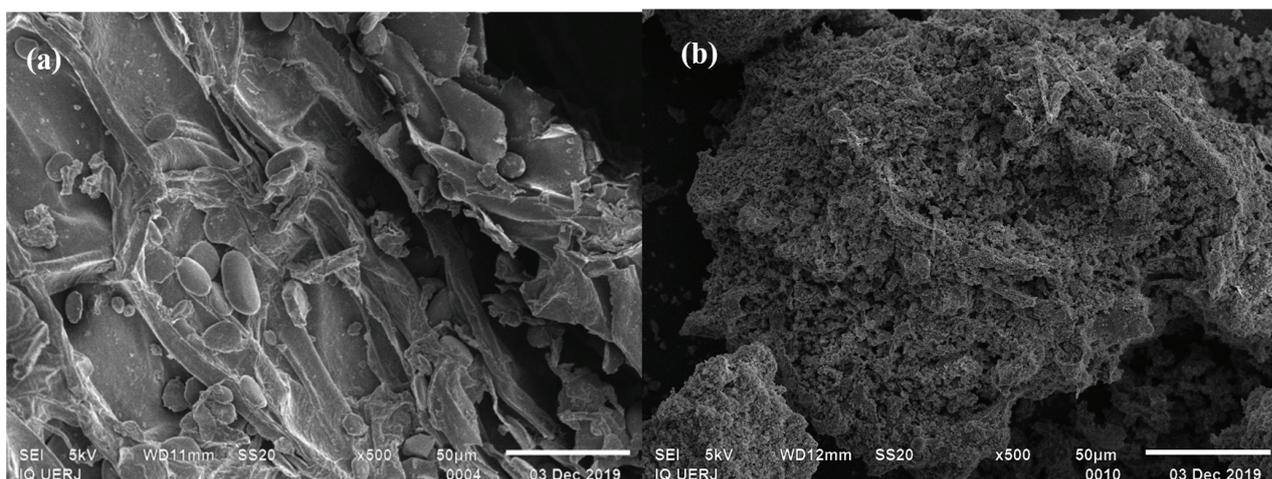


Figura 3. Micrografia do adsorvente (a) *in natura* e (b) após a calcinação.

Na estrutura do adsorvente *in natura* é evidente a presença de grãos de amido, por se tratar de um material amiláceo, além das paredes celulósicas típicas de materiais vegetais (SILVESTRE & BERGAMASCO, 2017). Também se observa uma morfologia irregular, heterogênea e pouco porosa (AHMAD & KUMAR, 2010; KUMAR & AHMAD, 2011; SHOOTO *et al.*, 2019). Após o tratamento térmico, conforme observado na Figura

3b, o adsorvente passa a apresentar uma estrutura mais porosa e irregular possivelmente devido à degradação das paredes celulares e volatilização dos componentes voláteis presentes em sua estrutura (COSTA *et al.*, 2015).

Diante destes resultados, fica comprovada a eficiência do tratamento térmico no processo de adsorção, uma vez que promoveu uma melhora significativa na remoção do adsorbato presente na solução.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho possibilitou avaliar a capacidade adsorvente dos resíduos de gengibre na remoção do corante alaranjado de metila em solução aquosa. Além da influência da granulometria e do calcinação do processo, foi realizado um estudo termodinâmico visando caracterizá-lo.

A menor granulometria apresentou a melhor capacidade adsorvente, atingindo um percentual de remoção de 44,51% e, diante disso, foi empregada no estudo termodinâmico, cujo resultado comprovou a natureza exotérmica, espontânea e favorável do processo.

Os melhores resultados da adsorção foram obtidos na temperatura de 298,15 K, cujo percentual de remoção foi de 44,51%, um resultado significativamente superior aos apresentados pelas temperaturas mais elevadas. Este fato comprova que o processo de adsorção é menos favorável com o aumento da temperatura. Além da baixa afinidade entre adsorvente e adsorbato, este estudo sugeriu que o mecanismo do processo é governado pela adsorção física, o que pode ser corroborado através da redução da adsorção com o aumento da temperatura.

No que diz respeito à maior granulometria, apesar da baixa capacidade adsorvente, o emprego da calcinação promoveu uma melhora no processo de adsorção, comprovando a eficiência do processo no aumento da área superficial e porosidade do adsorvente, o que foi confirmado pelas análises de MEV.

REFERÊNCIAS

AHMAD, R.; KUMAR, R. **Adsorption studies of hazardous malachite green onto treated ginger waste.** *Journal of Environmental Management*, v. 91, n. 4, p. 1032–1038, 2010.

ALVES, A. P. **Glycerol purification using different adsorbents: Technical and thermodynamic analysis.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Química - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

COSTA, P. D.; FURMANSKI, L. M.; DOMINGUINIC, L. **Produção, Caracterização e Aplicação de Carvão Ativado de Casca de Nozes para Adsorção de Azul de Metileno.** *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 4, p.1272-1285, 2015.

FERREIRA, A. B.; FOLETTTO, E. L.; JAHN, S. L.; COLLAZZO, G. C. **Produção de biochar a partir de pirólise de biomassas e sua aplicação como adsorvente.** 22º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Natal, 2016.

GUPTA, V. K.; PATHANIA, D.; SHARMA, S.; AGARWAL, S.; SINGH, P. **Remediation and recovery of methyl orange from aqueous solution onto acrylic acid grafted Ficus carica fiber: Isotherms, kinetics and thermodynamics.** Journal of Molecular Liquids, v. 177, p. 325–334, 2013.

HAJI, S.; BENSTAALI, B.; BASTAKI, N. **Degradation of methyl orange by UV/H₂O₂ advanced oxidation process.** Chemical Engineering Journal, v.168, n. 1, p. 134–139, 2011.

KUMAR, R.; AHMAD, R. **Biosorption of hazardous crystal violet dye from aqueous solution onto treated ginger waste (TGW).** Desalination, v. 265, n. 1-3, p. 112–118, 2011.

LUCENA, G. L.; SILVA, A. G.; HONÓRIO, L. M. C.; SANTOS, V. D. **Removal of textile dyes from aqueous solutions by modified chitosan with thioacetamide.** Journal Of Applied Science, v. 8, n.1, p.144-154, 2013.

MAGALHÃES, M. T.; KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. M.; DUARTE, F. R.; GODOY, R. L. O.; LOPES, D. **Gengibre (Zingiber officinale Roscoe) brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. Parte 1 – Aspectos gerais, óleo essencial.** Ciência e Tecnologia dos Alimentos, v. 17, n. 2, p. 64-69, 1997.

NEUBAUER, T. M.; KELLER, K.; RODRIGUES, B. O.; FOLETTO, E. L.; MAZUTTI, M. A.; CANCELIER, A. **Influência do tratamento ácido em casca de pinhão sobre os parâmetros de equilíbrio e cinéticos no processo de adsorção de corante em solução aquosa.** XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 2014.

OHE, K.; NAGAE, Y.; NAKAMURA, S.; BABA, Y. **Removal of Nitrate Anion by Carbonaceous Materials Prepared from Bamboo and Coconut Shell.** Journal of Chemical Engineering of Japan, v. 36, n. 4, p. 511–515, 2003.

SHOOTO N. D., NAIDOO E. B., MAUBANE M. **Sorption studies of toxic cations on ginger root adsorbent.** Journal of Industrial and Engineering Chemistry, v. 76, p. 133-140, 2019.

SINGH, N. B.; NAGPAL, G.; AGRAWAL, S.; RACHNA. **Water purification by using Adsorbents: A Review.** Environmental Technology & Innovation, v. 11, p. 187–240, 2018.

SOUZA, J. V. T., MASSOCATTO, C. L., DINIZ, K. M., TARLEY, C. R. T., CAETANO, J., & DRAGUNSKI, D. C. (2012). **Adsorção de cromo (III) por resíduos de laranja in natura e quimicamente modificados.** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 33, n. 1, p. 3–16, 2012.

ZANELA, T. M.; NOGUEIRA, D. A. R.; VIANTE, M. F. V.; MARANGONI, R.; ALMEIDA, C. A. P. **Estudo termodinâmico da adsorção do alaranjado de metila em hidroxissais lamelares.** XIX Semana de Iniciação Científica, Guarapava, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abordagem Termodinâmica 25, 26

Ácidos Graxos 27, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 111, 112, 115, 116, 117

Adsorção 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 139

Aguardente 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Alaranjado de Metila 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Antiacetilcolinesterase 58, 59, 61, 62, 63

Artemia Salina 58, 59, 60, 62, 63, 149, 151, 155, 156, 160, 163, 164, 165

Azo-Composto 73, 74, 75

B

Bioquiralidade 1, 2, 4, 8, 9, 11, 12, 13, 14

C

Canela 159, 160, 165, 167

Carvão Ativado 48, 49, 56, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 137, 138, 139

Casca da Semente de Pinhão 124, 129, 131, 137

Ciclo de Refrigeração Por Absorção 100, 101, 102, 103, 104, 107, 108

Citrus Sinensis 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158

Coefficiente de Desempenho 100, 101, 103

Combustão 91, 92, 93, 94, 96, 97

Corante 46, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 73, 74, 137

D

Delineamento Fatorial 124, 130

E

Egfet 169, 170, 171, 172, 174, 175

Eletroquímica 14, 176, 177, 178, 179, 180, 182

Energia 1, 2, 4, 8, 11, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 27, 50, 51, 54, 70, 91, 93, 94, 101, 103, 107, 127, 141, 143, 144, 145, 146, 177, 178, 180

Energia Nuclear 141, 143, 145, 146

Equilíbrio Químico 30, 91, 93, 98

F

Fécula 40, 41

Fermentação 3, 39, 40, 42, 43, 44, 45

G

Gengibre 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Glicerol 25, 26, 28, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 111, 112, 113, 116

I

Interações Fundamentais 2, 6, 11

L

Larvicida 155, 157, 159, 160, 162, 163, 165, 166, 167, 168

Laser Scanner Terrestre 79, 80

Limites de Inflamabilidade 91, 92, 93, 97, 98

M

Maximização de Entropia 25, 26, 29, 32

Medicina Nuclear 141, 143, 145, 146, 147

Modellus 18, 19, 20, 21, 22

Modelo Geológico 79, 81, 85

Momordica Charantia 58, 59, 63

N

N-Butano 100, 101, 102, 104, 105, 106, 108

N-Octano 100, 101, 102, 104, 105, 106, 108, 109

Núcleo Atômico 141, 143, 145, 146

O

Oficina Pedagógica 176, 177

Óleo Essencial 46, 48, 57, 148, 149, 150, 157, 158, 159, 160, 162, 167

Óleo Vegetal 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119

P

Pêndulo Simples 18, 19, 20, 21

Ph 169

Planejamento Mineiro 79, 84

Poliuretana 110, 117, 118

R

Radioisótopos 141, 142, 143, 144, 145, 146

Reposição Óssea 110, 117

S

Sacarificação 40, 42, 44

Sensor De 169, 170

T

Temperatura 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 41, 42, 47, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 117, 123, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 151, 153, 156

Temperatura Adiabática da Chama 91, 93, 94, 95, 97, 98

Temperatura Normal de Ebulição 64, 65, 67, 68, 69, 70

Termodinâmica Química 64

Toxicidade 58, 59, 60, 61, 62, 75, 100, 102, 111, 148, 149, 150, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020