

Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

3

Atena
Editora

Ano 2020

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)



Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química

3

Atena
Editora

Ano 2020

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Luiza Batista

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Conselho Técnico Científico

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

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A872	<p>Atividades de ensino e de pesquisa em química 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-102-2 DOI 10.22533/at.ed.022202206</p> <p>1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Nardeli, Jéssica Verger. CDD 540</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

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

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos relacionados ao desenvolvimento de protótipo de baixo custo, análise do perfil químico de extratos, degradação de resinas, quantificação de flavonoides, estudo de substâncias antioxidantes e avaliação do grau de contaminação das águas. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado ao desenvolvimento, otimização e aplicação, entre outras abordagens importantes na área de química, ensino e engenharia química. Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 3 tem sido um fator importante para a contribuição em diferentes áreas de ensino e pesquisa.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de química. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, aplicações de processos, caracterização substanciais é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

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

Jéssica Verger Nardeli

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIDA DE ÂNGULO DE CONTATO	
Samanta Costa Machado Silva	
Jorge Amim Júnior	
Ana Lucia Shiguihara	
DOI 10.22533/at.ed.0222022061	
CAPÍTULO 2	9
MONITORING AGEING OF RESOL TYPE PHENOLIC RESIN BY IMPEDANCE SPECTROSCOPY	
Anderson Ferreira	
Luiz Claudio Pardini	
DOI 10.22533/at.ed.0222022062	
CAPÍTULO 3	17
ANÁLISE DO PERFIL QUÍMICO DOS EXTRATOS DAS PARTES AÉREAS DE <i>Peperomia pellucida</i>	
Gabriela Barbosa dos Santos	
Manolo Cleiton Costa de Freitas	
Ana Carolina Gomes de Albuquerque de Freitas	
Leandro Marques Correia	
Eduardo Antonio Abreu Pinheiro	
Anderson de Santana Botelho	
Wandson Braamcamp de Souza Pinheiro	
DOI 10.22533/at.ed.0222022063	
CAPÍTULO 4	33
ESTUDO DA DEGRADAÇÃO CONTROLADA DE RESINAS USADAS COMO VERNIZES EM OBRAS DE ARTE: A BUSCA POR INIBIDORES DE FOTOOXIDAÇÃO COM MECANISMO DUAL	
Luisa Malizia Alves	
Daniel Pais Pires Vieira	
Daniel Lima Marques de Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.0222022064	
CAPÍTULO 5	45
TRATAMENTO QUÍMICO NA RECUPERAÇÃO DE MERCÚRIO PRESENTES EM LÂMPADAS FLUORESCENTES	
Cesar Tatari	
Marcio Callejon Maldonado	
Douglas Cunha Siva	
DOI 10.22533/at.ed.0222022065	
CAPÍTULO 6	50
QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM MEL DE <i>Melipona subnitida</i> D.	
Maria da Conceição Tavares Cavalcanti Liberato	
Paulo Roberto Santos de Lima	
Glemilson Moita de Aguiar	
Ítalo Ramon Rocha Muniz	
Renata Almeida Farias	
Joaquim Rodrigues de Vasconcelos Neto	
Luziane Rocha da Silva	
Vanessa Cristina Silva Vasconcelos	

DOI 10.22533/at.ed.0222022066

CAPÍTULO 7 55

O USO DA ACETIL-L-CARTININA (LAC) NO DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA DEPRESSÃO

Danielle Cristina Gomes
Ascalazan Julio Bartles Marcondes
Beatriz Stefany dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.0222022067

CAPÍTULO 8 58

PLANTAS MEDICINAIS COM EFEITOS ANTITUSSÍGENOS E EXPECTORANTES COMO FONTE DE TRATAMENTO RESPIRATÓRIO: UMA REVISÃO

Valdiléia Teixeira Uchôa
Deydiellen Gomes de Sousa
Patrícia e Silva Alves
Gilmânia Francisca Sousa Carvalho
Herbert Gonzaga Sousa
Antônio Rodrigues da Silva Neto
João Paulo Rodrigues da Silva
Katianne Soares Lopes
Maria Lanna Souza da Silva
Maria de Sousa Santos Bezerra
Renata da Silva Carneiro
Tatiana de Oliveira Lopes

DOI 10.22533/at.ed.0222022068

CAPÍTULO 9 71

ESTUDO DA CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO IBUPROFENO UTILIZANDO A CELULOSE

Matheus Londero da Costa
Joana Bratz Lourenço
William Leonardo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0222022069

CAPÍTULO 10 77

DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICAS DE COMPOSTOS COM ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM AMOSTRAS DE CHÁS

Miguel Oliveira Silva Santos
Débora de Andrade Santana
Hebert Matos Miranda
Samantha de Souza Cunha
Valesca Juliana Silveira Ferreira Nunes

DOI 10.22533/at.ed.02220220610

CAPÍTULO 11 87

CONTEÚDO FENÓLICO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FARINHA INTEGRAL DE AMARANTO

Bárbara Elizabeth Alves de Magalhães
Walter Nei Lopes dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.02220220611

CAPÍTULO 12 95

AValiação DO GRAU DE CONTAMINAÇÃO POR METAIS TÓXICOS E A DETERMINAÇÃO QUALIDADE DAS ÁGUAS DA LAGOA IMARUÍ DO COMPLEXO LAGUNAR

Jair Juarez João
Cintia Souza da Silva

CAPÍTULO 13	109
AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA AZITROMICINA USANDO REATOR COM RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA	
Rosecler Ribeiro Franzon	
Sabrina Grando Cordeiro	
Ani Caroline Weber	
Bruna Costa	
Gabriela Vettorello	
Bárbara Parraga da Silva	
Aline Botassoli Dalcorso	
Eduardo Miranda Ethur	
Lucélia Hoehne	
DOI 10.22533/at.ed.02220220613	
CAPÍTULO 14	118
DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO ANALÍTICO PARA PREVISÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ENERGIA DE IMPACTO EM COMPÓSITOS TERMOPLÁSTICOS COMMINGLED REFORÇADOS COM FIBRA DE CARBONO	
Ricardo Mello Di Benedetto	
Edson Cocchieri Botelho	
Antonio Carlos Ancelotti Junior	
Edric João Gomes Putini	
DOI 10.22533/at.ed.02220220614	
CAPÍTULO 15	126
ANÁLISE QUANTITATIVA DE CIANETO EM AMOSTRAS DE MANDIOCA	
Igor Feijão Cardoso	
Paulo Sérgio Taube Júnior	
Júlio César Amaral Cardoso	
Sorrel Godinho Barbosa de Souza	
Márcia Mourão Ramos Azevedo	
Emerson Cristi de Barros	
José Augusto Amorim Silva do Sacramento	
Anna Beatriz Farias dos Santos	
Thalia Nascimento Figueira	
Gabriela Polato Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.02220220615	
SOBRE A ORGANIZADORA	138
ÍNDICE REMISSIVO	139

ESTUDO DA CAPACIDADE DE REMOÇÃO DO IBUPROFENO UTILIZANDO A CELULOSE

Data de aceite: 01/06/2020

Data de Submissão: 23/03/2020

Matheus Londero da Costa

Universidade Franciscana – UFN

Santa Maria – RS

<http://lattes.cnpq.br/1296792824360119>

Joana Bratz Lourenço

Universidade Franciscana – UFN

Santa Maria – RS

<http://lattes.cnpq.br/7511301097771003>

William Leonardo da Silva

Universidade Franciscana – UFN

Santa Maria – RS

<http://lattes.cnpq.br/0051813511298422>

RESUMO: A presença de fármacos em corpos hídricos tem recebido atenção pela incompleta remoção através dos processos convencionais de tratamento de águas residuárias. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a capacidade de remoção do fármaco ibuprofeno utilizando o biopolímero de celulose *in natura* (CN) e funcionalizada (CF), através do estudo cinético e isotermas de adsorção. Além disso, a celulose foi extraída quimicamente e funcionalizada com FeCl_3 , sendo caracterizados por porosimetria de nitrogênio (Método BET/

BJH), Espectroscopia no infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR) e potencial zeta (PZ), a fim de avaliar suas propriedades texturais e estruturais. Os ensaios de adsorção foram realizados em bateladas com ibuprofeno (60 mg L^{-1}), avaliando a concentração do bioissorvente em $1,5 \text{ g L}^{-1}$, avaliando os parâmetros cinéticos dos modelos de isotermas de Langmuir e Freundlich. Por conseguinte, a celulose funcionalizada apresentou uma remoção de 76% do fármaco maior do que a celulose *in natura* após 150 minutos de reação, pois com suas alterações estruturais e texturais obteve-se um aumento na capacidade de adsorção máxima ($Q_{\text{máx}}$) de 0,005 para $24,75 \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$, e assim sendo, apresentando como um potencial bioissorvente na aplicação de adsorção de fármacos.

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção, Biopolímero, Fármaco.

STUDY OF THE IBUPROFEN REMOVAL CAPACITY USING CELLULOSE

ABSTRACT: The presence of drugs in water bodies received attention for their incomplete removal through conventional wastewater treatment processes. Therefore, the present work aims to evaluate the ability to remove

ibuprofen drug using the *in nature* cellulose biopolymer (NC) and functionalized cellulose (FC), through the kinetic study and the adsorption isotherms. In addition, cellulose was extracted chemically and functionalized with FeCl_3 , being characterized by nitrogen porosimetry (BET/BJH methods), Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and zeta potential (ZP), in order to evaluate its structural and textural properties. The adsorption tests were carried out in batches with ibuprofen (60 mg L^{-1}), evaluating the concentration of the biosorbent in 1.5 g L^{-1} , evaluating the kinetic parameters of the Langmuir and Freundlich isotherm models. Consequently, the functionalized cellulose showed a 76% greater removal of the drug than the natural cellulose after 150 minutes of reaction, because with its structural and textural changes an increase in the maximum adsorption capacity (Q_{max}) was obtained from 0.005 to $24.75 \text{ (mg g}^{-1}\text{)}$, and therefore, presenting as a biosorbent potential in the application of drug adsorption.

KEYWORDS: Adsorption, Biopolymer, Drug.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, um dos principais causadores de contaminação ambiental são os fármacos, visto o elevado consumo da população por estes, principalmente oriundo da automedicação (BHATNAGAR, 2005). Além disso, a maioria dos fármacos apresentam uma estrutura estável e de difícil degradação, muitas vezes não são absorvidos pelo organismo e, juntamente com o descarte incorreto de fármacos que acabam não sendo consumidos (CRINI, 2005). Dentre as técnicas que vêm sendo utilizadas para o tratamento de águas residuárias, a adsorção surge como uma alternativa de tratamento (VILLAESCUSA et al., 2011), visto que apresenta uma saída economicamente mais viável e mais correta ecologicamente, pela simplicidade de operação e o baixo custo. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de remoção do fármaco ibuprofeno utilizando o biopolímero de celulose *in natura* (CN) e funcionalizado (CF) com FeCl_3 , através de um estudo de equilíbrio de adsorção pelas isoterma dos modelos de Langmuir e Freundlich.

2 | METODOLOGIA

2.1 Extração e funcionalização do biopolímero de celulose

O biopolímero de celulose foi extraído, conforme adaptação da literatura (BRANDÃO, 2006). Assim, inicialmente, hidratou-se 50 g da folha branqueada em 1000 mL de água destilada por 24 horas, seguido da trituração do material com a água. Após, a celulignina obtida foi deslignificada com uma solução de $\text{NaOH } 1\%$ por 12 horas, obtendo-se a polpa bruta, sendo seca em uma estufa (DeLeo, Modelo A53E) à $50 \text{ }^\circ\text{C}$ por 12 horas/dia, durante

5 dias. Para a funcionalização do biopolímero de celulose, utilizou-se a metodologia de impregnação com FeCl_3 (Vetec, PA) 25% m/m, sob agitação magnética (90 minutos) e calcinação (450 °C por 4 horas).

2.2 Técnicas de caracterização dos biopolímeros (CN e CF)

A porosimetria de N_2 foi utilizada para determinação da área específica e volume de poros, por meio das isotermas de adsorção e dessorção. Previamente, as amostras foram degaseificadas a uma pressão de 10^{-2} mbar com temperatura de 120 °C durante 12 h, em um equipamento Gemini 2375 da Micromeritics®. As áreas específicas (S_{BET}) foram determinadas pela Equação de Brunauer-Emmett-Teller (Método BET), na faixa de $P/P_0 = 0,05$ a $0,35$, enquanto os diâmetros e volumes de poros pela Equação de Barret-Joyner-Halenda (Método BJH). A carga superficial foi determinada via potencial zeta (PZ), em um equipamento da marca Malvern-Zetasizer® modelo nanoZS (ZEN3600, Reino Unido) com células capilares fechadas (DTS 1060) (Malvern Instruments, Reino Unido), utilizando um laser He-Ne de 4 mW (633 nm). A espectroscopia no infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR) foi utilizada para obter as informações estruturais (grupos funcionais) das amostras em equipamento Varian 640-IR Fourier Transform Infrared Spectroscopy, em modo de transmitância na região de 4000 a 450 cm^{-1} , com 32 varreduras e resolução de 4 cm^{-1} .

2.3 Estudo de adsorção

Os ensaios de adsorção foram realizados em batelada. Assim, a solução escolhida para o teste foi a do fármaco ibuprofeno (60 mg L^{-1}) com CN e CF ($1,5 \text{ g L}^{-1}$). Assim, 100 mL da solução foi mantida em contato com o biopolímero, sob agitação magnética (150 rpm) por 150 minutos. Durante a agitação, foram coletadas amostras de 4 mL e armazenadas em Eppendorfs® em tempos pré-determinados (0, 5, 15, 30, 45, 60, 90, 120 e 150 minutos), onde foram filtrados (filtro $0,22 \mu\text{m}$, millex GP). Por fim, a variação da concentração do ibuprofeno com o tempo foi determinada através da leitura da absorbância num espectrofotômetro dotado de lâmpada halogênica, no comprimento de onda característico do fármaco de 222 nm. Para determinação da absorbância foram utilizadas duas cubetas de quartzo, sendo uma preenchida com água destilada e deionizada (cubeta de referência), e a outra preenchida com a amostra a ser analisada (cubeta de amostra). A Equação 1 apresenta a curva de calibração do fármaco ibuprofeno (DA SILVA et al., 2016).

$$\text{Abs} = 0,0284 \cdot C \text{ (mg L}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do bioissorvente

A Figura 1 apresenta os espectros FT-IR para as amostras CN e CF.

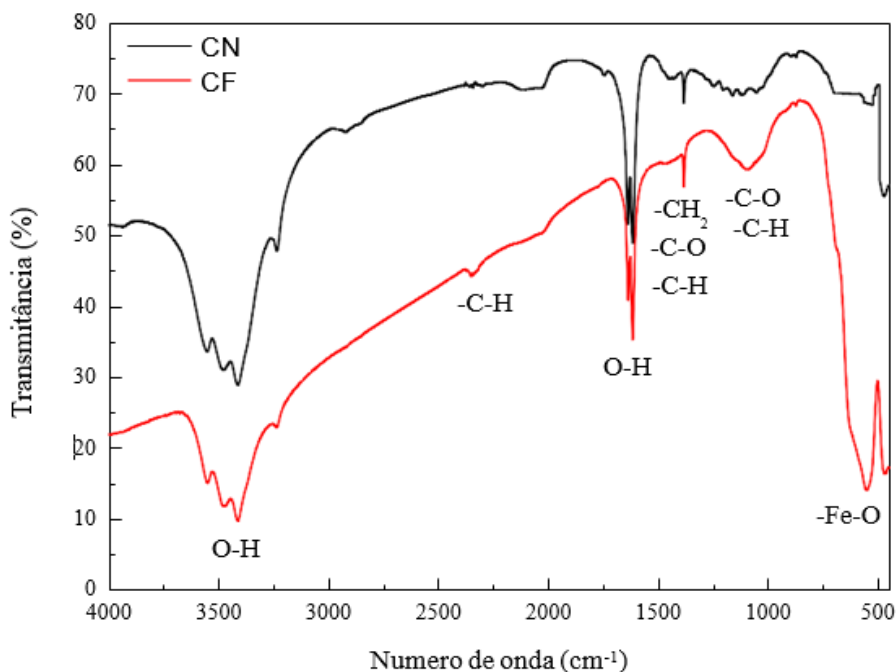


Figura 1 – Espectro FTIR do bioissorvente de CF e CN

Conforme a Figura 1, foi possível identificar específicos grupos funcionais, como (SILVERSTEIN; WEBSTER, 2000): (i) banca larga e ampla entre 3600 e 3400 cm^{-1} : atribuídos a frequência de estiramento O-H(O-H) da celulose/água adsorvida; (ii) na região de 2.000 cm^{-1} , alongamento assimétrico da ligação C-H presente na celulose e hemicelulose (iii) em 1636 cm^{-1} : deformação angular do grupo OH da celulose/água absorvida; (iv) em 1428 cm^{-1} : deformação angular simétrica do grupo CH_2 e deformação angular da ligação C-O e C-H presente em polissacarídeos; (v) em 1316 cm^{-1} : vibração de flexão das ligações C-H e C-O nos anéis aromáticos de polissacarídeos e, (vi) em 612 cm^{-1} : estiramento da ligação Fe-O, referente a funcionalização com FeCl_3 .

A Tabela 1 apresenta os resultados da área superficial, volume de poros, diâmetro de poros e potencial zeta do bioissorvente (CN e CF). Para aplicação em adsorção, a característica mais importante para um material adsorvente é que sua superfície apresente capacidade de reter o contaminante, ou seja, a sua capacidade de adsorção, que é resultante da distribuição de poros, volume de poros e área superficial específica (BRANDÃO, 2006). Assim, a porosidade é uma das características utilizadas para avaliar o desempenho dos sólidos adsorventes. De acordo com a IUPAC (MEZZARI, 2002), o bioissorvente é um material mesoporo (visto que D_p encontra-se entre 2 e 50 nm), onde ocorre o preenchimento dos poros, elevando o valor de adsorção para altos valores de

Biossorvente	S_{BET} ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$)	V_p ($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$)	D_p (nm)	PZ (mV)
CN	205,9	0,92	22,5	$-8,29 \pm 3,23$
CF	304,2	0,02	2,87	$-30,2 \pm 1,90$

Tabela 1: Resultados das análises de caracterização dos biossorventes

Conforme a Tabela 1, a área superficial (S_{BET}) da celulose após sua funcionalização teve um aumento considerável, enquanto o volume dos poros (V_p) por sua vez foi reduzido. Sobre o diâmetro dos poros (D_p), ocorreu uma diminuição, e apresentam características de materiais mesoporosos, e sobre a carga superficial, o potencial zeta (PZ) após a funcionalização da celulose teve um grande aumento de carga negativa, assim sendo, promovendo maior interação com o ibuprofeno.

3.2 Estudo de adsorção

A Tabela 2 apresenta os resultados de equilíbrio de adsorção, destacando para as isotermas de adsorção dos modelos de Langmuir e Freundlich.

Biossorvente	Langmuir	Freundlich
	$Q_{\text{máx}}$ (mg g^{-1})	n
CN ($1,5 \text{ g L}^{-1}$)	0,005	51,6
CF ($1,5 \text{ g L}^{-1}$)	24,75	0,11

Tabela 2 - Parâmetros cinéticos obtidos através das isotermas de Langmuir e Freundlich

Conforme a Tabela 2, houve um aumento na capacidade de máxima de adsorção ($Q_{\text{máx}}$), após a funcionalização, além disso, a constante de interação adsorvato/adsorvente (K_L) que é relacionada com a energia livre de adsorção, que corresponde a afinidade entre a superfície do adsorvente e o adsorvato (NASCIMENTO et al, 2014), assim vemos que após sua funcionalização teve perda dessa interação.

4 | CONCLUSÃO

A funcionalização da celulose com FeCl_3 proporcionou alterações estruturais e texturais do biopolímero de celulose, como um aumento de cerca de 48% na S_{BET} , proporcionando um maior número de sítios ativos disponíveis para adsorção da molécula do ibuprofeno e uma maior remoção e com sua funcionalização, obteve-se um aumento de cerca de 76% de adsorção em comparação a celulose *in natura*, assim sendo, mostrando

uma capacidade de remoção de 92% de ibuprofeno.

REFERÊNCIAS

- BHATNAGAR, A.; JAIN, A. K. A. **Comparative adsorption study with different industrial wastes as adsorbents for the removal of cationic dyes from water.** Journal of Colloid Interface Science, v. 281, p. 49-55, 2005.
- BRANDÃO, P.C. **Avaliação do uso do bagaço de cana como adsorvente para a remoção de contaminantes, derivados do petróleo, de efluentes.** 2006. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.
- CRINI, G. **Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment.** Progress in Polymer Science, v. 30, p. 38-70, 2005.
- DA SILVA, W.L.; LANSARIN, M.A.; DOS SANTOS, J.H.Z.; SILVEIRA, F. **Photocatalytic degradation of rhodamine B, paracetamol and diclofenac sodium by supported titania-based catalysts from petrochemical residue: effect of doping with magnesium.** Water Science and Technology, v. 74, n. 10, p. 2370-2383, 2016.
- MEZZARI, I.A. **Utilização de carvões adsorventes para o tratamento de efluentes contendo pesticidas.** 2002. 117 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química e Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.
- NASCIMENTO, R. F. DO.; LIMA, A. C. A. DE.; VIDAL, C. B.; MELO, D. DE. Q.; RAULINO, G. S. C. **ADSORÇÃO: aspectos teóricos e aplicações ambientais.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 256 p.
- SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. **Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos.** 6ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 67-78, 2000.
- VILLAESCUSA, I.; FIOL, N.; POCH, J.; BIANCHI, A.; BAZZICALUPI, C. **Mechanism of paracetamol removal by vegetable wastes: the contribution of π - π interactions, hydrogen bonding and hydrophobic effect.** Desalination, v. 270, n. 1-3, p. 135-142, 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção 25, 77, 79, 99, 100, 112, 113, 118, 119, 123, 126

Adsorção 71, 72, 73, 74, 75, 76, 105

Ageing 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 44

Ângulo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Antioxidante 18, 20, 21, 23, 29, 30, 31, 38, 44, 50, 51, 52, 53, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 94

Antitussive 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Atividade Antioxidante 18, 20, 21, 23, 29, 30, 38, 50, 51, 52, 53, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 94

B

Bandas Cromatográficas 25, 26, 27, 28

Bioativos 20, 77, 78, 85, 87, 88, 92

Biopolímero 71, 72, 73, 75

C

Compósitos 2, 118, 119, 120

compostos cianogênicos 127, 128, 135

Compostos Fenólicos 17, 23, 25, 26, 27, 30, 50, 51, 52, 54, 77, 78, 79, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Contato 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 22, 46, 73, 122, 134

E

Electrical Properties 9, 13, 15

Energia 3, 37, 38, 75, 99, 109, 118, 119, 121, 122, 123, 124

Espectrofotometria 32, 77, 79, 109, 112, 113, 115, 127

Espectroscopia De Infravermelho Médio 34

F

Farinha De Amarantho 87, 88, 91, 92

Fármaco 43, 71, 72, 73, 109, 110, 112, 115, 137

Fibra De Carbono 118

Fotooxidação 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

I

Impedance Spectroscopy 9

Inibição 34, 37, 38, 39, 52, 83, 84, 85, 87, 90, 92

L

Lâmpadas Fluorescentes 45, 46, 48, 49

M

Manihot esculenta 126, 127, 136, 137

Melipona subnitida D. 50, 51, 52

Mercúrio 45, 46, 47, 48, 49, 105

Metais 95, 98, 99, 105, 106

Método Cromatográfico 23

Mikania Glomerata 59, 60, 61, 62, 68, 69, 70

Modelo Analítico 118

Molhabilidade 1, 2, 7

N

Nitroimidazóis 34, 38

P

Peperomia Pellucida 17, 18, 19, 21, 30, 31, 32

Perfil Químico 17, 18, 21, 30

Phenolic Resin 9, 10, 12, 15

Phytotherapy 59, 61, 64, 70

Pinturas 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43

Placa Cromatográfica 24, 25, 27, 28, 29

POAs 109, 110, 111, 115

Q

Qualidade De Água 95, 100, 105, 106

R

Reator De Batelada 109, 110, 111, 112

Regalrez 1094 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43

S

Superfície 1, 2, 3, 5, 6, 7, 22, 36, 37, 74, 75, 118, 122, 123, 138

T

Toxicidade 110, 132, 136

 **Atena**
Editora

2 0 2 0