

Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química

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

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

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-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

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

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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 Internazionale 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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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. 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. 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
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
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. Dr. Adailson 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. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
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 Cagliariari – 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. 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. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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 Alborno – 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

Desenvolvimento e transferência de tecnologia na engenharia química

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D451 Desenvolvimento e transferência de tecnologia na engenharia química / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-606-5

DOI 10.22533/at.ed.065200912

1. Engenharia química. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 660

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

APRESENTAÇÃO

A publicação de e-books no Brasil é uma importante ferramenta para a divulgação científica e a valorização das pesquisas e pode ajudar a desenvolver uma relação mais próxima entre a Academia e a Indústria. O presente livro mostra aspectos da pesquisa e transferência de tecnologia na engenharia química e suas áreas correlatas. Diversas patentes, materiais e equipamentos vêm sendo desenvolvidos buscando a melhora na qualidade de vida humana, na qualidade dos produtos consumidos e melhora ambiental e queremos mostrar estes trabalhos. O livro “Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química” apresenta artigos na área de processos químicos, tecnologia química e ensino de química.

O e-book contém 8 capítulos, que abordam temas como biotecnologia; hidrólise enzimática; extração de lipídeos a partir de microalgas; síntese de materiais adsorventes a partir de resíduos; preparação de materiais para a remoção de contaminantes; formulações de combustíveis; formulação alimentar com adição de resíduo agroindustrial e produção de anti-incrustantes a partir de surfactantes naturais.

Os objetivos principais do presente livro são apresentar aos leitores diferentes aspectos do conhecimento científico na área de Engenharia Química, abordando conceitos de desenvolvimento e transferência de Tecnologia. Os artigos 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 tecnologia química, engenharia química e engenharia de bioprocessos.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a obra “Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

POTENCIAL APLICAÇÃO BIOTECNOLÓGICA DO SORO DO QUEIJO NA PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE VALOR AGREGADO

Paula Valéria Viotti
Wardleison Martins Moreira
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante
Marcelo Fernandes Vieira

DOI 10.22533/at.ed.0652009121

CAPÍTULO 2..... 10

MODELAGEM DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIOETANOL EM DYNETICA UTILIZANDO ROTA METABÓLICA SIMPLIFICADA

Matheus Yuri Gritzenco de Giovanni
Renam Luis Acorsi
Cid Marcos Gonçalves Andrade
José Eduardo Olivo

DOI 10.22533/at.ed.0652009122

CAPÍTULO 3..... 20

ESTUDO DE TÉCNICAS DE EXTRAÇÃO DE LIPÍDEOS DE ALGAS

Carla Veronica Rodarte de Moura
Daiane Fossatti Dall'Oglio
Edmilson Miranda de Moura

DOI 10.22533/at.ed.0652009123

CAPÍTULO 4..... 42

ALTERNATIVE ROUTE TO SYNTHESIZE A BIOPHENOLIC RESIN FROM TANNIN AND KRAFT BLACK LIQUOR AND ITS APPLICATION AS AN ADSORBENT MATERIAL

Wardleison Martins Moreira
Paula Valéria Viotti
Marcelo Fernandes Vieira
Cristina Maria dos Santos Gaudêncio Baptista
Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante
Marcelino Luiz Gimenes

DOI 10.22533/at.ed.0652009124

CAPÍTULO 5..... 53

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO EMPREGO DE ÁLCOOIS COMO AGENTE ESTABILIZANTE EM MISTURAS BIO-ÓLEO PIROLÍTICO/DIESEL

Wendell Ferreira de La Salles
Kátia Simone Teixeira da Silva de La Salles
Larissa Machado de Assis
Jullyane Cunha Moreira

DOI 10.22533/at.ed.0652009125

CAPÍTULO 6	61
PREPARAÇÃO DE HIDROGÉIS A BASE DE GLICEROL PARA REMOÇÃO DE CONTAMINANTES DE ÁGUAS RESIDUAIS	
Bárbara Brígida Pinho de Lima	
Wesley Renato Viali	
Eloiza da Silva Nunes Viali	
DOI 10.22533/at.ed.0652009126	
CAPÍTULO 7	67
ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE CHOCOLATE ENRIQUECIDO COM FARINHA DE CAROÇO DE JACA	
Matheus Henrique Nascimento Goes	
Janclei Pereira Coutinho	
Fábio Alan Carqueija Amorim	
Julia Carneiro Romero	
DOI 10.22533/at.ed.0652009127	
CAPÍTULO 8	87
FORMULAÇÃO DE MATRIZES ANTI-INCRUSTANTES UTILIZANDO SURFACTANTES NATURAIS	
Anderson Oliveira de Medeiros	
Maria da Gloria Conceição da Silva	
Leonie Asfora Sarubbo	
DOI 10.22533/at.ed.0652009128	
SOBRE A ORGANIZADORA	100
ÍNDICE REMISSIVO	101

CAPÍTULO 6

PREPARAÇÃO DE HIDROGÉIS A BASE DE GLICEROL PARA REMOÇÃO DE CONTAMINANTES DE ÁGUAS RESIDUAIS

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 03/09/2020

Bárbara Brígida Pinho de Lima

Instituto Federal Goiano

Rio Verde – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/0040142157741493>

Wesley Renato Viali

Instituto Federal Goiano

Rio Verde – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/8783679369399364>

Eloiza da Silva Nunes Viali

Instituto Federal Goiano

Rio Verde – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/4019603533072368>

RESUMO: Ultimamente os hidrogéis vêm sendo utilizados em diversas áreas nos campos de pesquisas, por apresentarem microestrutura de rede, funcionalidades químicas, elevada flexibilidade mecânica e elevado grau de intumescimento, podendo ser um agente adsorvente para a adsorção reversível dos compostos de interesse. Na sua maioria, são polimerizados a partir de monômeros, onde são interligados pela reação de polimerização pelo qual possui dois métodos para a obtenção do polímero desejado a policondensação e poliadição. Neste trabalho, para adquirir o polímero empregou-se o método de policondensação logo após a reticulação, observando a caracterização através do grau de intumescimento e rendimento, o hidrogel obtido gerou propriedades vantajosas,

possuindo características químicas apropriadas para sua aplicação como sendo um adsorvente para a purificação de águas contaminadas.

PALAVRAS-CHAVE: Polímero, Reticulação, Adsorção, Azul de Metileno.

PREPARATION OF GLYCEROL-BASED HYDROGELS FOR REMOVING CONTAMINANTS FROM WASTEWATER

ABSTRACT: Lately, hydrogels have been used in several areas in the research fields, as they present network microstructure, chemical functionalities, high mechanical flexibility, and a high degree of swelling, and can be an adsorbent agent for the reversible adsorption of the compounds of interest. Most of them are polymerized from monomers, where they are interconnected by the polymerization reaction whereby it has two methods for obtaining the desired polymer: polycondensation and polyaddition. In this work, to acquire the polymer, the polycondensation method was used immediately after cross-linking, observing the characterization through the degree of swelling and yield, the obtained hydrogel generated advantageous properties, having appropriate chemical characteristics for its application as being an adsorbent for the purification of contaminated water.

KEYWORDS: Polymer, Crosslinking, Adsorption, Polyester

1 | INTRODUÇÃO

Os hidrogéis são definidos como sendo polímeros capazes de absorverem grandes quantidades de água, por serem constituídos de polímeros possuem redes poliméricas estruturadas formadas por ligações covalentes ou interações físicas, com isso, obtêm grande hidrofiliabilidade (afinidade por água) e insolubilidade. A hidrofiliabilidade e insolubilidade dos hidrogéis dependem de como os grupos estão expostos na cadeia e de como estão entrelaçados as cadeias que o formam respectivamente. Os grupos polares do hidrogel são hidratados ao absorverem a água causando o estiramento das redes poliméricas provocando seu inchaço.

Uma das aplicações para os hidrogéis é na agricultura por conter propriedades como reter e disponibilizar água para as plantas, reduzir a lixiviação de nutrientes entre outros [1], sendo utilizado também como sistema de liberação controlada de insumos agrícolas cujo benefícios são: aumentar eficiência funcional do insumo sintetizado quimicamente, baixo custo, aumentar a segurança no manuseio desses produtos, reduzir riscos de toxidez para o homem e por fim reduzir a contaminação ambiental[2]. Hidrogéis poliméricos têm sido desenvolvidos para adsorção seletiva de ânions e cátions metálicos permitindo elevadas capacidade de adsorção e subsequente remoção do sistema contaminado [3]. Grupos funcionais na matriz polimérica proporcionam a adsorção das espécies alvos por interações eletrostáticas e formação de complexos [4].

Os empregos dos hidrogéis como agente adsorvente vêm obtendo resultados eficientes para a purificação de águas contaminadas por apresentarem grupos hidrofílicos, elevadas intumescimento, biocompatibilidade e reutilização se for desenvolvido para a adsorção de materiais poluentes como metais pesados, corantes orgânicos e herbicidas além de permitirem a formação de nanopartículas no interior de sua estrutura [5]. Liu et al. (2016) realizaram uma síntese usando amido de batata pelo método de polimerização por enxerto de radicais livres, onde, obtiveram-se amostras com diferentes proporções de ácido acrílico (AA) e amido. De acordo com as caracterizações realizadas concluíram que os hidrogéis superabsorventes porosos de amido/AA podem ser eficientes na remoção de corantes orgânicos catiônicos das águas residuais devido à sua capacidade de adsorção e com altas taxas de adsorção [7].

Este trabalho tem como objetivo preparar e caracterizar hidrogéis a partir de um pré-polímero, variando as concentrações e os reagentes envolvidos no mesmo utilizando-o como adsorvente para a remoção de azul de metileno dissolvido em água.

2 I MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Síntese da G01

Experimento baseado no trabalho de Gyawali com algumas modificações [8]. Num balão de três bocas adicionou-se ácido cítrico, ácido maléico, polietilenoglicol (PEG) de massa molecular 400g/mol e glicerol nas seguintes proporções: 2: 1: 1: 1. A mistura foi mantida sob agitação com temperatura 150°C e após 3 horas reduzia-se a temperatura para 120°C durante 24 horas. Passado as 24 horas o sistema foi desligado e a amostra guardada em um recipiente fechado.

O pré-polímero foi reticulado com a adição do metilbissacrilamida, ácido acrílico, e persulfato de potássio à temperatura ambiente em um molde de silicone [6]. Após a reticulação o hidrogel foi dialisado, seco e armazenado. O rendimento da amostra foi realizado com o objetivo de determinar a eficiência da reação, obtido pela razão das quantidades de produto adquirido em uma reação pela quantidade máxima possível. Os resultados foram calculados a partir da seguinte equação:

$$\% \text{ rendimento} = \frac{M_S}{M_R} \times 100 \quad (1)$$

Onde M_S e M_R referem-se às massas secas e reticuladas respectivamente.

2.2 Grau de Intumescimento (%GI)

O grau de intumescimento foi determinado usando 0,012g do monólito G01. Cada amostra foi imersa em 150 mL de água deionizada em um béquer. Em intervalos pré-determinados (0, 5, 10, 20, 30, 60, 120, 720, 1440, 2880 minutos) as amostras foram pesadas e logo após calculado o GI através da equação:

$$\%GI = \frac{M_T - M_0}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

Onde M_T é a massa intumescida e M_0 é a massa seca antes da amostra ser imersa na água.

Foi calculado conforme Motta para comparar a massa do hidrogel intumescido e a massa do hidrogel seco [9].

2.3 Ensaio de adsorção

Inicialmente foi preparado soluções de azul de metileno com variadas concentrações (1, 2, 4, 8, 10 mg/L) para determinar a curva padrão. Em seguida o ensaio de adsorção foi realizado a temperatura ambiente a partir da solução 22,74 mg/L de azul de metileno, aferiu-se a massa dos monólitos e o imergiu nesta solução que foi mantida sob agitação, 1mL era retirada após intervalos de tempo específicos e diluída para 5mL. As concentrações foram

medidas por UV Espectrofotômetro visível (UV-Vis) em termos do seu máximo de absorção a 664 para o azul de metileno. Os ensaios de adsorção foram realizados em triplicata e os valores médios foram apresentados.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Durante a reação de polimerização que é iniciada quando a temperatura atinge a 150°C, ocorre à ligação dos grupos ácidos nos grupos -OH do polietilenoglicol e do glicerol gerando um poliéster em ambos monômeros sintetizados com alto peso molecular, resultando em um líquido viscoso denominado pré-polímero. Em seguida pesou-se 2,371g desse pré-polímero e deu-se início ao processo de reticulação com 0,015g de metilbissacrilamida (MBA), 135µL de ácido acrílico e 400 µL da solução de persulfato de sódio (KPS) 0,273 mol/L. O pH foi regulado com 500 µL da solução de NaOH 0,1mol/L e logo após a mistura foi colocada em uma forma de silicone.

Analisando o rendimento percebe-se que o monólito G01 gerou um rendimento baixo (11,02%) por conter um baixo peso molecular tornando-o menos viscoso, no entanto, o rendimento não interfere em suas propriedades de intumescimento e adsorção.

O grau de intumescimento do hidrogel, imerso em água deionizada com temperatura ambiente está apresentado na figura 1. Inicialmente observou-se que o hidrogel intumesciu de forma rápida comprovando sua hidrofiliicidade, porém após trinta minutos o monólito apresentou uma massa constante sendo que o polímero atingiu o máximo da sua capacidade de intumescimento em 609%. A propriedade hidroretentora deste polímero surge devida sua a estrutura porosa gerada após o processo reticulação.

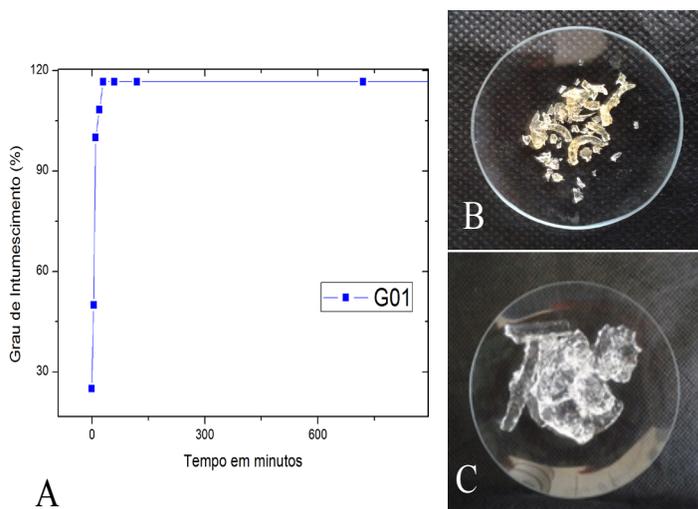


Figura 1: (A) Grau de intumescimento (%GI), (B) hidrogel seco, (C) hidrogel intumescido.

No que se refere ao ensaio de adsorção, a concentração de azul de metileno foi determinada pela curva padrão cuja equação foi $Abs = 0 + 0,18116 [AM]$. Com a realização deste ensaio pode-se analisar que ao longo do tempo determinado o hidrogel foi atraindo as moléculas do corante usado para sua superfície comprovando assim a sua capacidade como adsorvente. Para construir a curva da isoterma foram utilizados $[AM]_{\text{sólido}} / M_{\text{sólido}}$ (mg/L/g).

A isoterma de adsorção apresentou perfil sigmoidal. Inicialmente o processo de adsorção é lenta, no entanto, após os 1440 minutos a quantidade de azul de metileno adsorvida atinge platô em 328 mg/L/g.

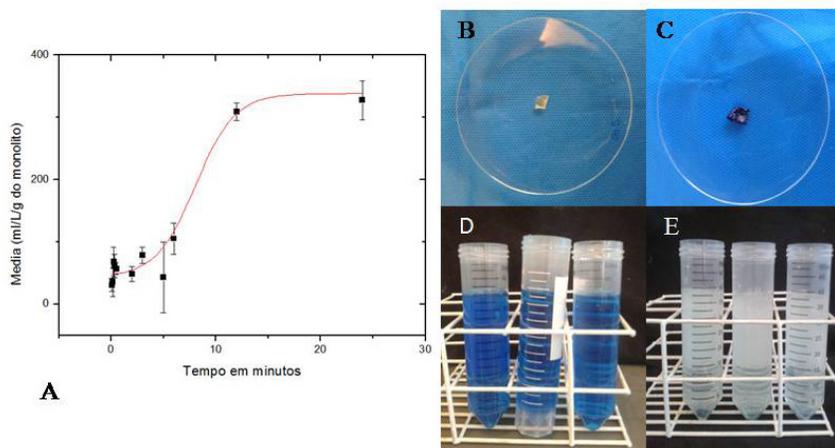


Figura 3: (A) Curva da isoterma, (B) hidrogel seco, (C) hidrogel com o corante adsorvido, (D) soluções antes de imergir o hidrogel, (E) soluções após 1440 min. com o hidrogel imergido.

4 | CONCLUSÃO

Depois dos estudos de síntese e caracterização do hidrogel a partir do pré-polímero obtido, conclui-se que através do grau de intumescimento e do rendimento pôde-se comprovar a eficiência do hidrogel como sendo um agente adsorvente, movendo as moléculas do azul de metileno dissolvido na água para sua superfície tornando-a limpa.

REFERÊNCIAS

1. AZEVEDO, F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais**, v.1, n.1, p.23-31, 2002.
2. AOUADA; M. Hidrogéis Biodegradáveis: uma opção na aplicação como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticidas. São Paulo. **EMBRAPA**. 1.ed. p. 01-33, Nov.2009.

3. KIOUSSIS, D. R.; KOFINAS, P. Characterization of anion diffusion in polymer hydrogels used for wastewater remediation. **Polymer**, v. 46, n. 22, p. 9342-9347, 2005. SOUDA, P.; SREEJITH, L. Environmental sensitive hydrogel for purification of waste water: part 1: synthesis and characterization. **Polymer Bulletin**, v. 71, n. 4, p. 839-854, 2014.
4. SOUDA, P.; SREEJITH, L. Environmental sensitive hydrogel for purification of waste water: part 1: synthesis and characterization. **Polymer Bulletin**, v. 71, n. 4, p. 839-854, 2014.
5. AJMAL, M.; SIDDIQ M.; AKTASC, N.; and SAHINER, N.. MagneticCo-Fe bimetallic nanoparticle containing modifiable microgels for theremovalof heavy metal ions, organic dyesand herbicides from aqueous media. **RSC Adv.**, 2015, p.43873-43884.
6. LIMA, B.B. P. de et al. Síntese de hidrogéis poliméricos à base de glicerol. Resumo expandido.. in: anais do **V Congresso Estadual de Iniciação científica e Tecnológica**. Anais...Iporá(GO) IF Goiano, 2016.
7. Liu X, Wei Q. Removal of methylene blue from aqueous solution using porous starch-: G -poly(acrylic acid) superadsorbents. **RSC Adv.** 2016;6(83):79853–8, 2016.
8. GYAWALI, D. et al. Citric acid-derived in situ crosslinkable biodegradable polymers for cell delivery. **Biomaterials**, v. 31, n. 34, p. 9092-9105, 2010.
9. MOTTA, Caroline. **Preparação e Caracterização de Hidrogéis Superabsorventes a partir de Quitosana e Poliacrilonitrila**. Relatório (Disciplina de Estágio Supervisionado II [QMC 5512]) -Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Departamento de Química, Florianópolis, 2009 p.01-36, Disponível em : <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/99780/caroline.pdf>> . Acesso em: 12 de Maio. 2016

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aditivo Alimentar 68, 84

Adsorção 43, 61, 62, 63, 64, 65

B

Bioetanol 2, 3, 10, 11, 85

Bioincrustação 87, 88, 94, 95, 97

Bio-óleo 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

C

Chocolate 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 86

D

Dynetica 10, 13, 14, 15, 18

E

Extração de Lipídeos 20, 22, 37

H

Hidrogéis 61, 62, 65, 66

Hidrólise Enzimática 1, 2, 5, 6

J

Jaca 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

L

Licor Negro Kraft 43

M

Microalgas 20, 21, 22, 23, 27, 28, 30, 31, 37

Microemulsões 53, 54, 58, 59

P

Pirólise 53, 54

Produtos de Valor Agregado 1, 2, 3, 6

Proteólise 1

R

Remoção de Contaminantes 61

Resina Biofenólica 43

S

Software Livre 10, 13

Soro de Queijo 2, 3

Surfactantes Naturais 87, 90, 91, 92, 93, 97, 98

T

Tanino 43

Técnicas Físicas e Químicas 20

Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia na Engenharia Química

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020