

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

3

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

3

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

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

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

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

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

Q6 A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável 3
[recurso eletrônico] / Organizadora Érica de Melo
Azevedo. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-384-2

DOI 10.22533/at.ed.842201709

1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3.
Sustentabilidade. I. Azevedo, Érica de Melo.

CDD 540

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AMIDO HIDROFOBICAMENTE MODIFICADO PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

Laura Gabriela Gurgel de Carvalho

Bruna Luiza Batista de Lima

Nívia do Nascimento Marques

Marcos Antonio Villetti

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Rosângela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.8422017091

CAPÍTULO 2..... 12

ANÁLISE DE COMBUSTÍVEIS (GASOLINA COMUM) POR MÉTODOS ELETROANALÍTICOS EM MEIO MICROEMULSIONADO COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA

Lorena Carvalho Martiniano de Azevedo

Leila Maria Santos da Silva

Deracilde Santana da Silva Viégas

Érico June Neves Texeira

Natália Tamires Gaspar Sousa

Aldaléa Lopes Brandes Marques

DOI 10.22533/at.ed.8422017092

CAPÍTULO 3..... 27

ANÁLISE DOS PRODUTOS DE REAÇÃO DA CONDENSAÇÃO ENTRE 2-HIDRÓXI-ACETOFENONA E P-ANISALDEÍDO EM MEIO BÁSICO

Heriberto Rodrigues Bitencourt

Carlos Alberto Beckman de Albuquerque

Antonio Pedro da Silva Souza Filho

Maricelia Lopes dos Anjos

Carla Jacqueline de Almeida Maciel

Jeferson Rodrigo Souza Pina

José Ciriaco Pinheiro

Lady Laura Pantoja Pereira de Carvalho

Andrey Moacir do Rosário Marinho

Ossalín de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.8422017093

CAPÍTULO 4..... 35

ANÁLISE TÉRMICA DO POLI (ÁCIDO LÁTICO) COM AGENTES NUCLEANTES: TALCO, PET MICRONIZADO E ARGILA MONTMORILONITA

Alex Melo da Silva

Anderson Maia

Rondes Ferreira da Silva Torin

DOI 10.22533/at.ed.8422017094

CAPÍTULO 5..... 41

APLICAÇÃO DA CFD NO ESTUDO DO EFEITO DO DIÂMETRO DE GOTAS E DO NÍVEL DE ÁGUA NA SEPARAÇÃO GRAVITACIONAL ÁGUA-ÓLEO

Vinícius Gomes Morgan
Daniel da Cunha Ribeiro
Ana Paula Meneguelo
Lucas Henrique Pagoto Deoclecio
Wenna Raissa dos Santos Cruz
Luciana Spinelli Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.8422017095

CAPÍTULO 6..... 48

AROMATERAPIA COM ÓLEO YLANG-YLANG (*Cananga odorata*) E PERCEPÇÃO DE BEM-ESTAR EM MULHERES CLIMATÉRICAS

Edna Maria Lemos e Silva Gualberto
Maria da Conceição Ferreira Baia
Claudia Chagas de Pontes
Roseane Rodrigues Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.8422017096

CAPÍTULO 7..... 58

DESCOLORAÇÃO FÚNGICA DE CORANTES TÊXTEIS

Mayara Thamela Pessoa Paiva
Fabiana Guillen Moreira Gasparin
Suely Mayumi Obara Doi

DOI 10.22533/at.ed.8422017097

CAPÍTULO 8..... 76

ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE PREPARO DO BAGAÇO DE MALTE DE CERVEJARIA NA OBTENÇÃO DE GLICOSE APÓS SUA HIDRÓLISE ÁCIDA

Fernanda Ferreira Freitas
Margarete Martins Pereira Ferreira
Araceli Aparecida Seolatto
Danielle Pires Nogueira
Rodrigo Silva Fontoura

DOI 10.22533/at.ed.8422017098

CAPÍTULO 9..... 89

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO DE RESIDÊNCIA EM UM REATOR CONTÍNUO DE TANQUE AGITADO

Thalles de Assis Cardoso Gonçalves
Mayara Mendes Costa
Mariana Oliveira Marques
Hugo Lopes Ferreira
Robson Antônio de Vasconcelos
Vitor Hugo Endlich Fernandes
Mário Luiz Pereira Souza

DOI 10.22533/at.ed.8422017099

CAPÍTULO 10..... 96

ESTUDO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO ÓLEO DE MARACUJÁ (*PASSIFLORA EDULIS*) UTILIZANDO O MÉTODO PETROOXY (ASTMD 7545)

Yguatyara de Luna Machado

Natalia Freitas Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.84220170910

CAPÍTULO 11 104

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA GOMA DE LINHAÇA EM MEIO AQUOSO POR ESPALHAMENTO DE LUZ DINÂMICO E REOLOGIA

Laura Gabriela Gurgel de Carvalho

Nívia do Nascimento Marques

Mariana Alves Leite Dutra

Marcos Antonio Villetti

Rosângela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.84220170911

CAPÍTULO 12.....113

ESTUDO FITOQUÍMICO, MORFOLÓGICO E AVALIAÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO, DAS FOLHAS DO PAU MOCÓ (*Luetzelburgia auriculata*), QUANTO ÀS ATIVIDADES CONTRA AGENTES VETORIAIS E ANTIOXIDANTE

Antônio Marcelo Alves Lima

Eveline Solon Barreira Cavalcanti

André Castro Carneiro

Lara Pinheiro Xavier

Henety Nascimento Pinheiro

Brício Thiago Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.84220170912

CAPÍTULO 13..... 123

EXPRESSÃO DIFERENCIAL DA SUPERÓXIDO DISMUTASE E CATALASE DURANTE A GERMINAÇÃO DE *Lactuca sativa* L. EXPOSTA A METAIS PESADOS

Antonio Rodrigues da Cunha Neto

Marília Carvalho

Kamilla Pacheco Govêa

Giselle Márcia de Melo

Marília Mendes dos Santos Guaraldo

Heloisa Oliveira dos Santos

Sandro Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.84220170913

CAPÍTULO 14..... 134

INCORPORAÇÃO DA ETAPA DE PRÉ-HIDRÓLISE ÁCIDA NO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE NANOLÍTER

Danielle Goveia

Vinicius de Jesus Carvalho de Souza

Estefânia Vangelie Ramos Campos

Jose Claudio Caraschi

DOI 10.22533/at.ed.84220170914

CAPÍTULO 15..... 145

MICROENCAPSULAÇÃO DE ÓLEO DE PEQUI (*Caryocar coriaceum*) EM MATRIZ DE ALGINATO/QUITOSANA POR GELIFICAÇÃO IÔNICA: AVALIAÇÃO DA VISCOSIDADE NA MORFOLOGIA DAS PARTÍCULAS

Herllan Vieira de Almeida

Rachel Menezes Castelo

Luana Carvalho da Silva

Maria Leônia da Costa Gonzaga

Pablyana Leila Rodrigues da Cunha

Roselayne Ferro Furtado

DOI 10.22533/at.ed.84220170915

CAPÍTULO 16..... 155

MODELAGEM CINÉTICA DA DESCOLORAÇÃO DO CORANTE CROMOTROPE 2R POR PROCESSOS FENTON MEDIADOS POR FENÓIS DERIVADOS DE LIGNINA

Cássia Sidney Santana

Camila Cristina Vieira Velloso

André Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.84220170916

CAPÍTULO 17..... 162

ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM LIMÃO: ESTRATÉGIA PARA A PROTEÇÃO DE SEMENTES E GRÃOS VISANDO A AGRICULTURA ORGÂNICA

Marcela de Souza Alves

Elisabeth Alves Duarte Pereira

Erica Prilips Esposito

Ana Flávia Carvalho da Silva

Emerson Guedes Pontes

Marco Andre Alves de Souza

DOI 10.22533/at.ed.84220170917

CAPÍTULO 18..... 174

OPTIMIZATION SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM MACAUBA OIL (*ACROCOMIA ACULEATA*) USING EXPERIMENTAL DESIGN TECHNIQUE

Michelle Budke Costa

Maikon Aparecido Schulz dos Santos

Eduardo Eyng

Juliana Cortez

Daniel Walker Tondo

Laercio Mantovani Frare

Melissa Budke Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.84220170918

CAPÍTULO 19.....	191
PRÉ-TRATAMENTO ÁCIDO EM RAMAS DE MANDIOCA VISANDO PRODUÇÃO DE ETANOL SEGUNDA GERAÇÃO	
Ana Luiza Alves Faria	
Raphael Sarraf Martins Torraca	
Emilia Savioli Lopes	
Jaqueline Costa Martins	
Milena Savioli Lopes	
Melina Savioli Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.84220170919	
CAPÍTULO 20.....	197
TEORIA DO ESTADO DE TRANSIÇÃO: DIHYDROAZULENE/VINYLSHEPTAFULVENE	
Andreas Erbs Hillers-Bendtsen	
Magnus Bukhave Johansen	
Kurt V. Mikkelsen	
DOI 10.22533/at.ed.84220170920	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	203
ÍNDICE REMISSIVO.....	204

MODELAGEM CINÉTICA DA DESCOLORAÇÃO DO CORANTE CROMOTROPE 2R POR PROCESSOS FENTON MEDIADOS POR FENÓIS DERIVADOS DE LIGNINA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Cássia Sidney Santana

Universidade Federal de São João del-Rei –
UFSJ, Campus Alto Paraopeba
Ouro Branco – MG
<http://lattes.cnpq.br/3509883977768534>

Camila Cristina Vieira Velloso

Universidade Federal de São João del-Rei –
UFSJ, Campus Alto Paraopeba
Ouro Branco – MG
<http://lattes.cnpq.br/1141170891615232>

André Aguiar

Universidade Federal de Itajubá – Unifei,
Instituto de Recursos Naturais
Itajubá – MG
<http://lattes.cnpq.br/1409264122407992>
<https://orcid.org/0000-0001-6068-5337>

RESUMO: Fenóis derivados de lignina (FDLs) com atividade redutora de Fe^{3+} foram utilizados como mediadores em processos Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$). A partir dos dados de descoloração oxidativa do corante cromotrope 2R fez-se uma análise cinética com base nos modelos de ordem zero, 1^a e 2^a ordens e BMG. Verificou-se que os FDLs apresentaram propriedades pro-oxidantes devido ao aumento nos valores das constantes de velocidade das reações, promovendo consequentemente maior descoloração do corante. BMG e o modelo de 2^a ordem foram os mais adequados para descrever

os sistemas reacionais contendo inicialmente Fe^{2+} e Fe^{3+} , respectivamente. A vanilina foi um pouco mais efetiva que os outros mediadores testados.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem cinética, reação de Fenton, corante, radical hidroxila, propriedades pro-oxidantes.

KINETIC MODELING OF THE CHROMOTROPE 2R DYE DISCOLORATION BY FENTON PROCESSES MEDIATED BY LIGNIN-DERIVED PHENOLS

ABSTRACT: Lignin-derived phenols (LDPs) with Fe^{3+} reducing activity were used as mediators in Fenton processes ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$). Through oxidative discoloration data of the chromotrope 2R dye, a kinetic analysis was performed with basis on the zero order, 1st- and 2nd-order models and BMG. It was found that the LDPs showed pro-oxidant properties due to the increase in rate constant values, promoting consequently higher discoloration of the dye. BMG and 2nd-order models were the most adequate to describe the reaction systems initially containing Fe^{2+} and Fe^{3+} , respectively. Vanillin was slightly more effective than other mediators tested.

KEYWORDS: Kinetic modeling, Fenton reaction, dye, hydroxyl radical, pro-oxidant properties.

INTRODUÇÃO

Processos oxidativos avançados (POAs) são formas de tratamento baseadas na ação de radicais livres, principalmente o radical hidroxila

(HO•), com o intuito de degradar diversos poluentes orgânicos. Um dos POAs mais promissor consiste na reação de conversão do H₂O₂ catalisada por Fe²⁺, conhecida como reação de Fenton (Fe²⁺ + H₂O₂ → Fe³⁺ + HO• + HO⁻, *k* = 50-80 mol⁻¹ L s⁻¹) (AGUIAR et al., 2007). Todavia, o Fe³⁺ acumulado deve ser regenerado a Fe²⁺. O Fe³⁺ também reage com H₂O₂, sendo conhecida como reação tipo Fenton (Fe³⁺ + H₂O₂ → Fe²⁺ + HO₂• + H⁺, *k* = 0,002-0,01 mol⁻¹ L s⁻¹). No entanto, esta é muito lenta em regenerar Fe²⁺ e o radical hidroperoxila (HO₂•) formado apresenta menor potencial redox em comparação ao HO• (AGUIAR et al., 2007; ARAÚJO et al., 2016).

O uso de compostos fenólicos redutores de Fe³⁺ em processos baseados na reação de Fenton pode promover maior regeneração de Fe²⁺ em comparação ao H₂O₂, o que proporciona uma maior geração de HO• (AGUIAR et al., 2007). Fenóis derivados de lignina (FDLs) são substâncias naturais que tem proporcionado incrementos na degradação de diferentes corantes por processos Fenton (SANTANA e AGUIAR, 2016; SOUZA e AGUIAR, 2017). Isso se deve às suas propriedades redutoras, decorrente dos grupos hidroxila e metoxila vicinais no anel aromático, os quais são oxidados com a regeneração de Fe²⁺ (AGUIAR e FERRAZ, 2007).

Em um dos estudos prévios mencionados anteriormente do nosso grupo (SANTANA e AGUIAR, 2016), é válida uma avaliação por modelagem cinética que descreva como os FDLs influenciam a descoloração de um determinado corante, ou seja, verificar de forma alternativa as propriedades pro-oxidantes desses compostos. O efeito de di-hidroxibenzenos e ácido gálico na descoloração de soluções contendo corantes por processos Fenton pôde ser melhor interpretado por modelos cinéticos (SANTANA et al., 2019a; 2019b). Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise baseada em diferentes modelos cinéticos (ordem zero, 1^a e 2^a ordens e BMG) envolvendo a descoloração do corante cromotrope 2R por processos Fenton homogêneos (Fe²⁺/H₂O₂, Fe³⁺/H₂O₂) mediados por seis FDLs com propriedades redutoras. A Figura 1 ilustra a estrutura química do corante e dos FDLs avaliados.

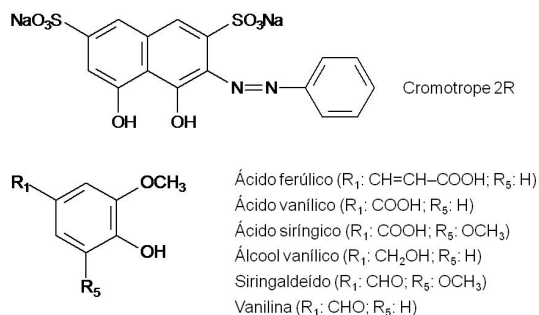


Figura 1. Estrutura dos compostos orgânicos avaliados no presente trabalho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos de descoloração foram realizados conforme Santana e Aguiar (2016) e segue uma breve descrição dos mesmos. Em cubetas de quartzo de 3 mL foram adicionados 200 μL de H_2O_2 4,5 mmol L^{-1} , 200 μL de H_2SO_4 10 mmol L^{-1} (visando ajustar o pH entre 2,5 e 3,0), 200 μL de cromotrope 2R 300 $\mu\text{mol L}^{-1}$ e 200 μL de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 300 $\mu\text{mol L}^{-1}$ ou FeSO_4 300 $\mu\text{mol L}^{-1}$ para iniciar as reações tipo Fenton ou Fenton clássica, respectivamente. As soluções de sais de ferro foram preparadas imediatamente antes de cada reação. Para os experimentos na presença dos FDLs, 200 μL de solução 100 $\mu\text{mol L}^{-1}$ destes compostos foram adicionados individualmente. Avolumou-se a cubeta com água deionizada para 2 mL. Leituras de absorbância em 513 nm foram realizadas em um espectrofotômetro Libra S50 (Biochrom). A descoloração do corante foi monitorada após 5, 10, 20, 40 e 60 min. Preparou-se o branco, isento de corante e sais de ferro, com água deionizada. Os ensaios foram realizados em duplicata, ao abrigo da luz e à temperatura ambiente. A descoloração do corante foi determinada conforme Equação 1:

$$\% \text{ Descoloração} = \left(1 - \frac{C_t}{C_0}\right) \times 100\% \quad (1)$$

sendo C_0 e C_t as concentrações inicial e no tempo t para o corante, respectivamente. Com base nos valores de concentração do corante, a análise cinética foi realizada a partir dos modelos de ordem zero, 1^a e 2^a ordens (LEVENSPIEL, 2000) e o modelo proposto por Behnajady, Modirshahla e Ghanbary (2007) (modelo BMG), conforme Tabela 1:

Modelo Cinético	Equações
Ordem zero	$C_t = C_0 - k_0 \cdot t$
1 ^a ordem	$\ln(C_t) = \ln(C_0) - k_1 \cdot t$
2 ^a ordem	$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_0} + k_2 \cdot t$
BMG	$\frac{t}{\left(1 - C_t/C_0\right)} = m + b \cdot t$

Tabela 1. Equações linearizadas dos modelos cinéticos avaliados.

sendo k_0 , k_1 e k_2 as constantes cinéticas obtidas para os modelos de ordem zero, 1^a e 2^a ordens, respectivamente, e m e b as duas constantes características do modelo BMG, cujo os inversos correspondem às velocidade inicial ($1/m$) e

capacidade oxidativa ($1/b$), respectivamente (BEHNAJADY et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os dados da descoloração do cromotrope 2R por reação tipo Fenton na ausência dos FDLs e na presença de vanilina e do ácido vanílico, com base no modelo cinético de 1ª ordem. Pode-se observar que na presença dos FDLs a declinação das curvas é consideravelmente maior, indicando um incremento nos valores das constantes de velocidade de descoloração. Os resultados dos parâmetros cinéticos encontrados para os diferentes modelos analisados encontram-se na Tabela 2. Também foram calculados os valores médios dos coeficientes de correlação ($R^2_{\text{médio}}$) a fim de avaliar o modelo cinético mais adequado para descrever um determinado conjunto de reações.

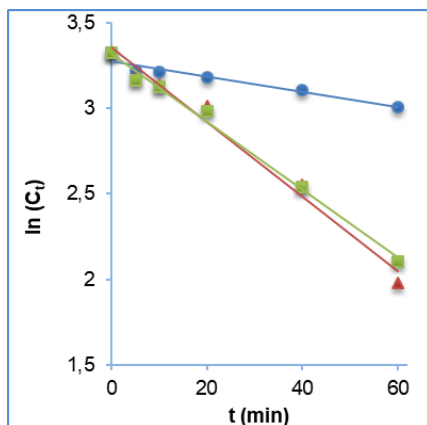


Figura 2. Dados de descoloração do corante cromotrope 2R conforme o modelo cinético de 1ª ordem. Sistemas reacionais: $\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$ (●), $\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$ /vanilina (▲) e $\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$ /ácido vanílico (■). Condições reacionais: $[\text{Fe}^{3+}] = 30 \mu\text{mol L}^{-1}$; $[\text{H}_2\text{O}_2] = 450 \mu\text{mol L}^{-1}$; $[\text{cromotrope 2R}] = 30 \mu\text{mol L}^{-1}$; $[\text{FDL}] = 10 \mu\text{mol L}^{-1}$; $\text{pH} = 2,5-3,0$.

Sistema Reacional	% Descoloração	ORDEM ZERO		1ª ORDEM		2ª ORDEM		BMG		
		k_0 ($\mu\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}$)	R^2	k_1 (min^{-1})	R^2	k_2 ($\text{L } \mu\text{mol}^{-1} \text{min}^{-1}$)	R^2	$1/m$ (min^{-1})	$1/b$	R^2
Fe³⁺										
Sem FDLs	27,00 ± 0,16	0,1043	0,9058	0,0045	0,9287	0,0002	0,9450	0,0243	0,2821	0,8648
Ácido Ferúlico	73,11 ± 0,31	0,3227	0,9800	0,0212	0,9942	0,0016	0,9483	0,0397	0,9067	0,7412
Ácido Vanílico	70,44 ± 0,31	0,3137	0,9812	0,0198	0,9930	0,0014	0,9581	0,0361	0,8904	0,6922
Ácido Siringico	69,11 ± 0,31	0,3080	0,9689	0,0193	0,9972	0,0013	0,9807	0,0406	0,8592	0,7726
Álcool Vanílico	72,22 ± 0,63	0,3074	0,9522	0,0203	0,9922	0,0015	0,9681	0,0529	0,8304	0,8438
Siringaldeído	69,11 ± 0,94	0,3029	0,9571	0,0191	0,9950	0,0013	0,9854	0,0465	0,8281	0,8234
Vanilina	74,00 ± 0,63	0,3312	0,9910	0,0218	0,9812	0,0016	0,9183	0,0314	0,9791	0,5817
R^2 médio			0,9623		0,9831		0,9577			0,7599
Fe²⁺										
Sem FDLs	72,18 ± 0,80	0,2350	0,5883	0,0170	0,7728	0,0014	0,9202	0,2377	0,7388	0,9922
Ácido Ferúlico	82,09 ± 0,48	0,3016	0,8108	0,0250	0,9536	0,0025	0,9321	0,1205	0,8499	0,9565
Ácido Vanílico	84,80 ± 0,48	0,3041	0,7887	0,0268	0,9404	0,0030	0,8940	0,1311	0,8654	0,9556
Ácido Siringico	79,84 ± 0,48	0,2926	0,7974	0,0232	0,9456	0,0022	0,9527	0,1213	0,8285	0,9589
Álcool Vanílico	83,67 ± 0,16	0,3026	0,7918	0,0261	0,9472	0,0028	0,9205	0,1287	0,8616	0,9567
Siringaldeído	82,77 ± 0,16	0,2882	0,7642	0,0244	0,9205	0,0025	0,8928	0,1344	0,8340	0,9525
Vanilina	86,37 ± 0,48	0,3161	0,7974	0,0290	0,9525	0,0035	0,8991	0,1301	0,8928	0,9582
R^2 médio			0,7627		0,9189		0,9159			0,9615

Tabela 2. Diferentes sistemas reacionais avaliados e respectivas porcentagens de descoloração, constantes cinéticas dos modelos de ordem zero (k_0), 1ª (k_1) e 2ª (k_2) ordens, parâmetros do modelo BMG ($1/m$, $1/b$) e coeficientes de correlação (R^2).

Para as reações contendo inicialmente Fe³⁺ valores médios superiores a 0,9 foram observados para os coeficientes de correlação (R^2) considerando os modelos de ordem zero, 1ª e 2ª ordens. Para as reações contendo inicialmente Fe²⁺ os valores de R^2 médio superiores a 0,9 foram encontrados para os modelos de 1ª e 2ª ordens e BMG. A adequação de mais de um modelo cinético para um determinado conjunto de reações também é comum na literatura (OU et al., 2013; SANTANA et al., 2019a; 2019b). Ao comparar os mesmos modelos do presente estudo, considerando-se um bom ajuste aqueles que apresentaram coeficientes de correlação superiores a 0,9, Santana et al. (2019a) mostrou que a descoloração do azocorante alaranjado de metila por processos Fenton mediados por di-hidroxibenzenos e ácido gálico foi bem descrita pelos modelos de 1ª e 2ª ordens e o BMG foi o único que se ajustou bem às reações sem os compostos fenólicos, Fe²⁺/H₂O₂ e Fe³⁺/H₂O₂. Considerando-se que valores de correlação mais próximos à unidade revelam um melhor ajuste de um modelo para um determinado conjunto de reações, pode-se afirmar que os modelos BMG e de 1ª ordem foram os mais adequados para descrever as reações contendo inicialmente Fe²⁺ e Fe³⁺, respectivamente.

Comparando-se os valores das constantes cinéticas dos modelos de 1ª (k_1) e 2ª ordens (k_2), observou-se um aumento significativo das mesmas com a presença dos FDLs. Por exemplo, o valor de k_1 aumentou 4,8 e 1,7 vezes para os sistemas Fe³⁺/H₂O₂/Vanilina e Fe²⁺/H₂O₂/Vanilina, respectivamente, se comparados às reações sem mediador. Para o modelo de ordem zero, valores de k_0 foram também incrementados em reações contendo inicialmente Fe³⁺.

De acordo com os parâmetros do modelo BMG para as reações contendo inicialmente Fe^{2+} , observou-se uma redução em torno de 50% nas taxas iniciais ($1/m$) de remoção do corante para os tratamentos com FDLs, embora a capacidade de oxidação ($1/b$) na presença destes seja maior, de 12 a 20%. Essa diminuição nas taxas iniciais de descoloração do cromotrope 2R corrobora a inibição observada no início dos ensaios contendo os FDLs (SANTANA e AGUIAR, 2016), enquanto o aumento nos valores de $1/b$ sugere maior produção de radicais HO^\bullet na presença deles.

Pode-se constatar, portanto, que todos os FDLs apresentaram propriedades pro-oxidantes ao incrementar a descoloração do cromotrope 2R. O aumento nas constantes de velocidade de reação pode ser atribuído à redução contínua de Fe^{3+} a Fe^{2+} por esses fenóis, gerando mais radicais HO^\bullet (AGUIAR et al., 2007). Dentre os FDLs, a vanilina foi um pouco mais efetiva que os outros, independente do estado de oxidação do ferro.

CONCLUSÕES

A partir da modelagem cinética da descoloração do cromotrope 2R por processos Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$, $\text{Fe}^{3+}/\text{H}_2\text{O}_2$) utilizando FDLs redutores de Fe^{3+} , constatou-se que esses mediadores possuem propriedades pro-oxidantes devido ao aumento nas constantes de velocidade das reações, promovendo conseqüentemente maior descoloração. Em função dos coeficientes de correlação, BMG e o modelo de 2ª ordem foram os mais adequados para descrever os sistemas reacionais contendo inicialmente Fe^{2+} e Fe^{3+} , respectivamente. Baseado no modelo BMG, a presença de FDLs reduziu as taxas iniciais de descoloração, mas aumentou a capacidade oxidativa, indicando maior produção de radicais livres.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à FAPEMIG, processos APQ-01898-17 e APQ-01585-11.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.; FERRAZ, A. **Fe^{3+} - and Cu^{2+} -reduction by phenol derivatives associated with Azure B degradation in Fenton-like reactions.** Chemosphere, v. 66, p. 947-954, 2007.

AGUIAR, A.; FERRAZ, A.; CONTRERAS, D.; RODRÍGUEZ, J. **Mecanismo e aplicações da reação de Fenton assistida por compostos fenólicos.** Química Nova, v. 30, p. 623-628, 2007.

ARAÚJO, K. L.; ANTONELLI, R.; GAYDECZKA, B.; GRANATO, A. C., MALPASS, G. R. **P. Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais.** Revista Ambiente & Água, v. 11, p. 387-401, 2016.

BEHNAJADY, M. A.; MODIRSHAHLA, N.; GHANBARY, F. **A kinetic model for the decolorization of C.I. Acid Yellow 23 by Fenton process.** Journal of Hazardous Materials, v. 148, p. 98-102, 2007.

LEVENSPIEL, O. **Engenharia das reações químicas.** 3ª ed, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2000.

OU, X.; WANG, C.; ZHANG, F.; SUN, H.; WUYUNNA. **Degradation of methyl violet by Fenton's reagent: kinetic modeling and effects of parameters.** Desalination and Water Treatment, v. 51, p. 2536-2542, 2013.

SANTANA, C. S.; AGUIAR, A. **Effect of lignin-derived methoxyphenols in dye decolorization by Fenton systems.** Water, Air, & Soil Pollution, v. 227, p. 48, 2016.

SANTANA, C. S.; VELLOSO, C. C. V.; AGUIAR, A. **Estudo cinético da descoloração do azocorante alaranjado de metila por processos Fenton na presença de di-hidroxibenzenos e ácido gálico.** Revista Virtual de Química, v. 11, p. 104-114, 2019a.

SANTANA, C. S.; VELLOSO, C. C. V.; AGUIAR, A. **Um estudo cinético sobre a influência de mediadores fenólicos na descoloração de diferentes corantes por sistemas Fenton.** Química Nova, v. 42, p. 149-155, 2019b.

SOUZA, J. L.; AGUIAR, A. **Adição de fenóis derivados de lignina em processos Fenton para aumentar a degradação do corante diazo Pardo Bismarck Y.** Revista Virtual de Química, v. 9, p. 1525-1534, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Agentes nucleantes 35, 39
- Alface 124, 126, 127, 131
- Alginato de sódio 145, 147, 152
- Amido de manga 1, 8, 10
- Análise de combustíveis 12, 13
- Armazenamento de energia térmica solar 197
- Aromaterapia 48, 50, 51, 56, 57
- Atividade antioxidante 28, 113, 115, 116, 118, 119, 121, 122, 146
- Atividade biológica 28, 162

B

- Bagaço de malte de cervejaria 76, 78
- Biofuel 174, 175

C

- Capim limão 162, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171
- Caracterização fitoquímica 113
- Chalcona 27, 29, 30, 32, 33
- Conversão 78, 89, 90, 156, 192
- Corante 58, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 91, 155, 156, 157, 158, 160, 161
- Corantes têxteis 58, 60, 71

D

- Descoloração fúngica 58
- Dispersão água-óleo 41, 46

E

- Enzimas antioxidantes 123, 125, 126, 127, 130, 132
- Estabilidade oxidativa 96, 102
- Etanol de segunda geração 78, 191, 192, 193

G

- Gelificação iônica 145, 146, 147, 152

Goma de linhaça 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111

H

Hidrólise ácida 76, 78, 80, 81, 82, 86, 134, 136, 138, 139, 140, 142

L

Laurato de vinila 1, 3, 5, 6, 7, 8, 10

M

Mathematical model 174, 183, 184, 185, 186, 188

Metais pesados 13, 14, 123, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132

Métodos eletroanalíticos 12

Métodos Eletroanalíticos 12, 16

Microencapsulação 145, 152, 153

Modelagem cinética 155, 156, 160

Modificador reológico 1, 3, 5, 9, 10

Montmorilonita 35, 36

N

Nanocelulose 134, 135, 136, 137, 138, 142, 143, 144

O

Óleo de maracujá 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102

Óleo de pequi 145, 147, 152

Óleo essencial 50, 51, 52, 53, 54, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

Óleo ylang-ylang 48, 56

P

Pau-mocó 113, 114

Pet micronizado 35

Poli(ácido láctico) 35

Pré-hidrólise 134, 136, 138, 139, 140, 142

Pré-tratamento ácido 191, 192, 193, 195

Propriedades pro-oxidantes 155, 156, 160

R

Raio hidrodinâmico 104, 107, 109, 110, 111

Rama de mandioca 191

Reator CSTR 90

Reologia 104, 154

S




Separação gravitacional 41, 42, 43

Sistemas moleculares 197

T

Tempo de residência 89, 90, 91, 93, 94

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **3**

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

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável **3**

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