

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 Andrezza 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

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

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 03/06/2020

Danielle Goveia

Universidade Estadual Paulista, UNESP,
Campus de Itapeva
Itapeva-SP
<https://orcid.org/0000-0001-6170-5459>
Universidade Estadual Paulista, UNESP
Araraquara-SP

Vinicius de Jesus Carvalho de Souza

Universidade Estadual Paulista, UNESP,
Campus de Itapeva
Itapeva-SP
<https://orcid.org/0000-0001-5462-6453>

Estefânia Vangelie Ramos Campos

Universidade Federal do ABC, UFABC,
Campus de Santo André
Santo André-SP
<https://orcid.org/0000-0003-3443-3333>

Jose Claudio Caraschi

Universidade Estadual Paulista, UNESP,
Campus de Itapeva
Itapeva-SP
<https://orcid.org/0000-0003-1061-5378>

RESUMO: O línter de algodão é um resíduo gerado no processamento do algodão. É um material com elevado teor de alfa-celulose, possuindo potencial para ser convertido em produtos de alto valor comercial como a nanocelulose. Os materiais em escala nano apresentam vantagens quanto ao material que o

originou em escala normal, porém, na literatura ainda é escasso o estudo do impacto que estes nanomateriais vão gerar após ao fim do seu ciclo de vida, bem como no desenvolvimento de procedimentos seguros de obtenção. Com o crescimento da nanotecnologia e da vasta área de aplicação dos nanomateriais, é necessário o desenvolvimento de processos de obtenção eficientes e que minimizem o impacto ambiental, aliada ao uso de matéria prima de fontes renováveis. Desta forma, buscou-se desenvolver um procedimento para a obtenção da nanocelulose com o uso do línter de algodão, um resíduo de baixo valor agregado, como matéria-prima. No procedimento de obtenção foi adicionado a etapa de pré-hidrólise ácida em alta pressão, com objetivo de purificar o línter, reduzir o tamanho das cadeias de celulose e minimizar o consumo de reagentes na etapa seguinte de hidrólise ácida. Foi realizado na sequencia o processo de branqueamento para eliminação de lignina e de outras impurezas que dão coloração a polpa de celulose. Para alcançar a nanoescala prosseguiu com a hidrólise ácida, seguida de centrifugação e diálise para neutralização do pH. No final do processo foi feita a sonificação da suspensão para a dispersão das nanopartículas. Assim, o nanolínter de algodão foi caracterizado por espalhamento dinâmico de luz e potencial zeta e os resultados evidenciaram a obtenção de nanolínter com partículas homogêneas e com elevada estabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Nanocelulose, impacto ambiental, pré-hidrólise, algodão.

INCORPORATION OF ACID PRE-HYDROLYSIS STAGE IN THE OBTAINING PROCESS OF NANOLINTER

ABSTRACT: Cotton lint is a residue generated in the processing of cotton. It is a material with a high alpha-cellulose content having the potential to transform in products of high commercial value such as nanocellulose. Nano-scale materials have advantages over the material that originated them on a normal scale however in the literature there are few studies of the impact that these nanomaterials that will generate after the end of their life cycle, as well as in the development of safe manufacturing procedure. With the growth of nanotechnology and the wide area of application of nanomaterials, it is necessary to develop efficient procurement processes that minimize environmental impact combined with the use of base materials from renewable sources. In this way, we sought to develop a procedure for obtaining the nanocelullose with the use of cotton lint, a residue with low value, as a base material. In the procedure for obtaining the acid prehydrolysis step at high pressure, in order to purify the linter, reduce the size of the cellulose chains and minimize the consumption of reagents in the next acid hydrolysis step. Next, the bleaching process was done to eliminate lignin and other impurities that give color to the cellulose pulp. To achieve the nanoscale continued the proceeded with acid hydrolysis followed by centrifugation and dialysis to neutralize the pH. At the end of the process, the suspension was sonified to disperse the nanoparticles. Thus, the cotton nanolinter was characterized by dynamic scattering of light and zeta potential and the results showed the obtaining of nanolinter with homogeneous particles and with high stability.

KEYWORDS: Nanocellulose, environmental impact, prehydrolysis, cotton.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas estão sendo desenvolvidas muitas pesquisas com o objetivo de encontrar novos materiais provenientes de fontes renováveis. A celulose é considerada a macromolécula mais abundante da natureza e vem se destacando como matéria-prima para a produção desses novos materiais. Atualmente os produtos à base de celulose são amplamente utilizados em diversas aplicações como na fabricação do papel, adesivos, tecidos, alimentos, cosméticos e na indústria farmacêutica. Com tudo, aplicações de alta tecnologia em nanoescala estão sendo estudadas, principalmente na produção de nanocompósitos de alta tecnologia (KALLEL et al., 2016).

As nanofibras de celulose (nanocelulose) mostram grande potencial tecnológico por serem sustentáveis, possuírem grande área superficial além de alta cristalinidade, ou seja; são fibras constituídas por moléculas altamente ordenadas que oferecem elevada resistência e baixa massa específica. Outras vantagens da nanocelulose são a sua natureza não abrasiva, caráter não tóxico, biocompatibilidade e biodegradabilidade (NETO, 2013).

As fontes de nanocelulose são todos os materiais lignocelulósicos que nascem

naturalmente ou são cultivados com algum interesse comercial em atividades agrícolas. Há também os resíduos gerados pela agroindústria que não possuem interesse comercial, porém, são fontes renováveis de elevado potencial celulósico, permitindo que novas pesquisas sejam realizadas com objetivo não só de agregar valor econômico a esses resíduos, como também, encontrar fontes sustentáveis que tragam melhorias em caráter ambiental e tecnológico (CÉSAR, 2013).

Dentre esses resíduos agrícolas podemos citar o línter do algodão, um subproduto obtido no processo mecânico de separação do algodão da semente. As fibras do línter não possuem qualidade para serem usadas na indústria têxtil, porém possuem potencial para obtenção de cristais de celulose, agregando ainda mais valor a cadeia produtiva do algodão (MORAIS et al., 2012).

Após a colheita e separação do algodão, ficam retidos as fibras curtas de línter. Essas fibras devem ser removidas para o beneficiamento das sementes para a produção de óleo, torta ou para plantio. As fibras de línter tem ótima reatividade devido a sua arquitetura oca, quebradiça e porosa, que facilita o acesso de reagentes químicos a celulose, permitindo a obtenção de uma polpa mais pura e também facilitando o processo de hidrólise ácida visando diminuição das fibras em escalas nanométricas (MORAIS et al., 2012). Devido a essas características citadas o línter possui um elevado potencial como matéria-prima para obtenção de nanocelulose, que além de agregar valor à cadeia produtiva do algodão também possui caráter sustentável, reduzindo o impacto ambiental gerado pelo acúmulo de resíduos.

Considerando que o processo químico de obtenção de nanocelulose gera uma quantidade considerável de resíduo ácido, foi adicionado ao processo uma pré-etapa, usando ácido diluído, temperatura elevada e alta pressão. Esta etapa, denominada pré-hidrólise, tem o objetivo de solubilizar as regiões amorfas da celulose (hemiceluloses), purificar a polpa (removendo impurezas solúveis), e reduzir o tamanho das fibras para aumentar a área de contato da polpa de celulose. Posteriormente realizou-se um processo de branqueamento para a remoção de lignina e outras impurezas, seguindo para a hidrólise ácida com ácido sulfúrico em alta concentração para a obtenção do nanolinter. A pré-hidrólise potencializa o processo de obtenção dos nanocristais ao mesmo tempo que permite a redução de ácido sulfúrico na etapa de hidrólise, caracterizando-se por um procedimento com geração reduzida de resíduos e ambientalmente benéfica.

2 I MATÉRIA-PRIMA DE FONTE RENOVÁVEL: LÍNTER DO ALGODÃO

O nome línter é dado ao agregado de fibras curtas que ficam aderidas as sementes após a retirada da pluma do algodão. A separação dos filamentos das sementes é realizada pelo processo de descarçamento, onde o material de melhor

qualidade é retirado no primeiro corte, enquanto que uma segunda ou terceira operação gera fibras de menor qualidade e comprimento, conhecidas por línter de segundo ou terceiro corte. O línter é constituído praticamente por celulose com pequenas quantidades de pectinas, constituintes minerais, lipídeos e resinas (MORGADO, 2009).

Quando o objetivo é o beneficiamento das sementes de algodão, o línter torna-se um grande inconveniente e deve ser removido. As camadas do línter presentes nas sementes aderem-se umas às outras, dificultando a fluidez do volume processado, e causando também maiores dificuldades no armazenamento por servirem de abrigo à pragas e agentes patogênicos. Outros problemas relacionados ao plantio das sementes incluem ainda: a maior dificuldade de semeadura (atrapalham a distribuição uniforme das sementes), além de retardar o processo de germinação devido a redução da capacidade de absorção de água pelas sementes do algodão (MOTA, 2009).

3 I NANOCELULOSE: OBTENÇÃO, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES

A celulose é uma macromolécula de origem vegetal de grande abundância. Estima-se que em média 40% de todo o carbono existente na composição de uma planta encontra-se na estrutura da celulose (FENGEL; WEGENER, 1989). Toda o reino vegetal é constituído por biocompósitos de origem natural, compostos de celulose semicristalina, matriz amorfa feita de hemicelulose, lignina, ceras, extrativos e elementos inorgânicos (cinzas). Esses elementos conseguem formar uma grande variedade de plantas com diversas escalas. A purificação desse material é feita a partir de tratamento químicos como hidrólises ácidas, extração alcalina e branqueamento. Enquanto as nanopartículas de celulose (nanocelulose) são obtidas pela desconstrução das macromoléculas de celulose utilizando processos mecânicos, químicos ou biológicos, até que se formem partículas em escala nanométrica (DUFRESNE, 2013).

Segundo a definição de Favero (2015) as nanoceluloses são pequenas partículas de celulose que possuem pelo menos uma de suas dimensões igual ou inferior a 100nm, possuem a forma de agulhas e são altamente cristalinas, ou seja, apresentam estruturas homogêneas com poucas imperfeições.

Na literatura encontram-se três tipos distintos de nanocelulose que são diferenciadas pela forma de obtenção que resultam em diferentes graus de cristalinidade, superfície química, e propriedades mecânicas. Os tipos de nanocelulose são divididas em (ABITBOL et al., 2016):

(I) Nanocristais de celulose (Cellulose nanocrystals - CNCs), também chamado celulose nanocristalina (Nanocrystalline cellulose - NCC) ou nanowhiskers

de celulose (Cellulose nanowhiskers - CNWs) - Obtida principalmente através de hidrólise ácida, com o ácido sulfúrico sendo o ácido mais utilizado;

(II) Nanofibras de celulose (Cellulose nanofibrils - CNFs), também chamada de celulose nanofibrilada (nano-fibrillated cellulose - NFC) – É extraída por processo mecânicos, tratamentos químicos ou pela combinação desses dois processos;

(III) Celulose bacteriana (Bacterial celulose - BC) – É obtida pela ação de microorganismos, com o *Gluconacetobacter xylinum* sendo o mais eficiente entre os microorganismos produtores de nanocelulose

O grande desafio na obtenção das nanopartículas de celulose está em conseguir partículas homogêneas e que sejam estáveis, já que a nanocelulose possui tendência de se auto agregar devido a interação de superfícies contendo hidroxila. (DUFRESNE, 2013)

Um dos focos das pesquisas referentes a nanocelulose está em sua síntese como produto intermediário para a aplicação em nanocompósitos. Esse interesse deve-se a algumas propriedades que esse material possui como a dimensão em nanoescala, grande área de superfície, alta cristalinidade, propriedades óticas diferenciadas, e além disso, a nanocelulose possui alta rigidez com cerca de 220 GPa no módulo de elasticidade (superior ao módulo de elasticidade das fibras de Kevlar), elevada resistência a tração conseguindo suportar cerca de 10 GPa (superior a alguns tipos de aço) aliada a baixa densidade (cerca de 1,6 g/cm³) (LEE et al., 2014 e PHANTHONG et al., 2018).

A nanocelulose é um material muito atrativo para diversas áreas de pesquisa como, por exemplo, por possuir o comportamento de líquidos cristalinos é utilizada em aplicações fotônicas, além disso, sua organização quiral, propriedades óticas, barreira de gás e capacidade de sorção de água, torna esse material muito utilizado na fabricação de filmes e espumas. Suas propriedades elétricas também mostram potencial no campo da eletrônica, os filmes ultrafinos de nanocelulose exibem respostas piezoelétricas, ou seja, é a propriedade que alguns materiais apresentam de se polarizarem ao serem pressionados mecanicamente, e assim podem ser utilizados na fabricação de dispositivos eletrônicos flexíveis.

Outra característica muito atrativa da nanocelulose nanocristalina é a sua funcionalização, devido aos seus grupos de hidroxila e grande área de superfície que permitem modificações nos nanocristais de celulose, ampliando ainda mais o campo de aplicação desse nanomaterial.

4 I AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DA ETAPA DE PRÉ-HIDRÓLISE ÁCIDA

O líter passou por um pré-tratamento de hidrólise ácida com ácido clorídrico.

Sob elevada temperatura e pressão, em autoclave (PHOENIX modelo AV-30) em frasco de vidro duran com rosca e tampa azul. A temperatura e pressão do processo foi de 123 °C e 2,3 kg.cm⁻², respectivamente. O tempo de aquecimento foi de 60 minutos e o tempo de cozimento sob as condições estabelecidas foi de 30 minutos. Esse pré-tratamento foi realizado na proporção de 1:20 (línter:HCl) com HCl na concentração de 0,3 mol.L⁻¹.

Após o processo de hidrólise as amostras foram filtradas, separando o material sólido (línter pré-hidrolisado) do licor. O processo de filtragem foi feito até neutralização do pH.

Para avaliar o efeito da pré-hidrólise ácida na estrutura da polpa de línter, foi realizada a caracterização antes e após o processo, conforme os procedimentos da Tabela 1.

Parâmetro	Procedimentos
Holocelulose	Método clorito de sódio
Alfa-celulose	TAPPI T 203 om-99
Hemiceluloses	(Holocelulose - Alfa-celulose)
Teor de cinzas	TAPPI T 211 om-02

Tabela 1 – Procedimentos utilizados na análise da polpa de línter antes (*in natura*) e após a etapa de pré-hidrólise.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos da caracterização da polpa de línter antes e após o processo de pré-hidrólise.

Polpa de Línter	Holocelulose (%) ± σ*	Alfa-celulose (%) ± σ	Hemicelulose (%)	Cinzas (%) ± σ
<i>in natura</i>	95,79 ± 0,54	88,96 ± 0,31	6,83	1,58 ± 0,04
Pré-hidrolisada	95,47 ± 0,14	91,54 ± 0,15	3,93	0,23 ± 0,01

Tabela 2 - Caracterização da polpa de línter.

*σ – desvio padrão

É possível observar que o tratamento foi efetivo para o aumento do teor de alfa-celulose (estrutura ordenada da celulose) e também para a redução das hemicelulose (estrutura desordenada da celulose), além disso houve uma diminuição do teor de cinzas, indicando que a pré-hidrólise ácida foi efetiva para a redução de impurezas inorgânicas. O pré-tratamento também resultou em um material mais homogêneo, onde as fibras desordenadas do línter formaram partículas pequenas

com maior área superficial e melhor reatividade, facilitando o processo de hidrólise ácida para a obtenção das nanopartículas.

Os materiais pré-hidrolizados passaram por um processo de branqueamento nas condições estabelecidas pelo procedimento de determinação da holocelulose utilizando o método de clorito de sódio tamponado. No procedimento, para cada 4,000 g de amostra foi utilizado 140 mL de água destilada, 3 mL de ácido acético glacial, 3,3 g de clorito de sódio e 4,3 g de acetado de sódio. O meio reacional foi colocado em um banho termostático a 70 °C. Decorrido os 30 minutos após a primeira adição, foi feita uma segunda adição de reagentes (com exceção da água), mantendo-se a reação por mais 60 minutos. Ao final, amostras foram filtradas, lavadas com água destilada até pH neutro e a remoção total do dióxido de cloro (de coloração amarela) e em seguida foram colocadas na estufa a 105±3 °C para a secagem. A Figura 1 apresenta o línter em todas etapas do processo, após a lavagem com água deionizada, após a pré-hidrólise e após o branqueamento, transformando-se em um pó branco.



Figura 1 - Amostra de línter de algodão secas em estufa em diferentes etapas do processo. Da esquerda para a direita, lavado, pré-hidrolizado e branqueado.

Fonte: Adaptado de Souza (2019)

5 | METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DE NANOLINTER POR HIDRÓLISE ÁCIDA

Para a obtenção do nanolinter foi realizado uma hidrólise ácida com cada uma das polpas branqueadas obtidas no processo anterior. Utilizou-se ácido sulfúrico 64% m/m na proporção de 1:10 (polpa (g):ácido (ml)), a temperatura foi de 60°C (temperatura mantida por uma chapa aquecedora); o tempo de hidrólise foi de 30 minutos. Ao final do processo foi adicionado 100 g de gelo e amostra ficou decantando por 24 h.

Após a decantação o sobrenadante foi descartado, enquanto que o restante

seguiu para o processo de centrifugação. A centrifugação foi realizada em 4 ciclos de 5 minutos, sendo que ao final de cada ciclo o sobrenadante foi descartado para adição de água.

O processo de diálise foi feito com uma membrana da SERVAPOR de 21mm de diâmetro. Antes da utilização foi necessária uma preparação, pois a membrana contém substâncias com traços de metais ($< 50 \text{ mg L}^{-1}$) que evitam seu ressecamento. Um dos procedimentos sugeridos pelo fabricante para remoção dessas substâncias foi aquecer a membrana em água livre de metais em temperatura entre 70 a 80 ° C por 2 horas agitando-a ocasionalmente. O procedimento é repetido por três vezes deixando-se a água decantar em cada repetição.

Após a remoção dos metais, a suspensão de línter foi inserida na membrana, prendendo-se as extremidades com grampos próprios para diálise. O conjunto foi inserido em um recipiente plástico contendo 10 L de água deionizada. Foram feitas trocas de água até pH neutro.

A obtenção de nanopartículas de celulose por processo mecânico, gera partículas com formato acicular, e são denominadas nanocristais. Foi realizado ao final do processo de diálise a sonificação da amostra para a desagregação dos nanocristais de celulose. Esse processo foi feito em um sonificador com potência de 75% durante 15 minutos.

A caracterização da polpa foi feita pela medição do tamanho e distribuição das nanopartículas por DLS - Dynamic Light Scattering (espalhamento dinâmico de luz). O equipamento utilizado foi o Zetasizer Nano ZS90 (Malvern Instruments). A análise do potencial zeta é um parâmetro utilizado para determinar a estabilidade da suspensão. O resultado dessa análise reflete a carga da superfície das nanopartículas.

É importante levar em consideração na análise do tamanho das partículas por espalhamento de luz é que esta técnica não diferencia o formato acicular dos nanocristais, como o diâmetro ou o comprimento da partícula. A suspensão apresentou o diâmetro médio geral de 93,83 nm. Foram obtidas duas populações, uma com média de 209,3 nm em 94,3 % das leituras, outra com média 17,97 nm em 5,7%, resultado que pode ser observado pela distribuição das partículas dadas pela Figura 2.

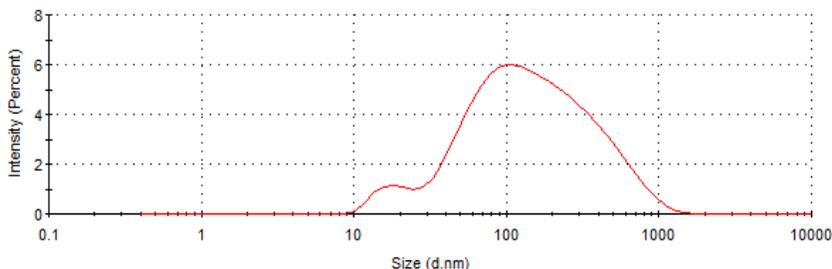


Figura 2 - Análise por espalhamento de luz e suspensão de nanolínter.

De acordo com esses resultados pode-se considerar que o procedimento foi efetivo para a obtenção em nanoescala de nanocristais de celulose, que aqui foram denominadas como nanolínter. Segundo Mao et al. (2017) dependendo do método empregado, a nanocelulose caracterizada por DLS pode apresentar dimensões em submicro (maiores que 100 nm) ou até mesmo em microescala (maiores que 1 μm).

Considerando a tendência de agregação das partículas de celulose outro fator que deve ser levado em conta é a carga superficial das nanopartículas através do potencial zeta. O resultado obtido para a amostra em questão foi de $-32,9 \pm 0,5$ mV. Segundo à Mirhosseini (2008), para que a nanocelulose possa ser considerada estável esta deve possuir uma carga em módulo superior a 25 mV, devido à força de repulsão entre elas. A amostra em encontrou-se dentro dessa especificação.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da metodologia proposta foi possível purificar o línter, um resíduo agroindustrial, agregando valor ao resíduo, resultando em polpa de celulose de elevada pureza para obtenção de nanolínter, material com ampla área de aplicação e alto valor agregado. A etapa de pré-tratamento, considerada a inovação deste trabalho, foi eficiente para a eliminação de impurezas como hemiceluloses e solubilização da matéria inorgânica, observado pela redução do teor de cinzas. Houve a redução do tamanho das fibras do línter o que facilitou o processo de hidrólise ácida, possibilitando a obtenção de uma suspensão de nanolínter homogênea e estável em nanoescala. A etapa de pré-hidrólise prepara a polpa de celulose para a etapa de hidrólise, permitindo a obtenção de nanolínter com uso reduzido de ácido sulfúrico. A redução de reagentes perigosos, bem como a redução na geração de resíduos durante os processos químicos é preconizado pela Química Verde. Desta forma o procedimento proposto gera menor impacto ambiental que procedimentos usuais.

AGRADECIMENTOS

GOVEIA, D. agradece o suporte financeiro obtido pelo processo no. 2019/24684-2, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).
SOUZA, V.de J.C de agradece à bolsa concedida pelo processo no. 2018/21985-9, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

REFERÊNCIAS

ABITBOL, Tiffany et al. **Nanocellulose, a tiny fiber with huge applications**. Current Opinion In Biotechnology, [s.l.], v. 39, p.76-88, jun. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.copbio.2016.01.002>.

CÉSAR, N.R. **Nanocompósito de acetato de celulose reforçado com whiskers extraídos da macrófita *Typha domingensis***. 2013. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2013.

MORAIS, J.P.S. et al. **Processo de obtenção de nanocristais de celulose a partir do línter de algodão**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Algodão. Campina Grande : Embrapa Algodão, 2012, 19 p.

DUFRESNE, A. **Nanocellulose: a new ageless bionanomaterial**. Materials Today, v. 16, n. 6, p.220-227, jun. 2013.

FAVERO, D. **Obtenção de micro e nanocelulose para preparação de membranas poliméricas como barreira seletiva**. 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2014.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood: Chemistry, Ultrastructure and Reactions**. Berlin and New York: Walter de Gruyter, 1989. xiii.613p. ISBN 13: 9783110120592.

KALLEL, F.; BETTAIEB, F.; KHIARI, R.; GARCÍA, A.; BRAS, J.; CHAABOUNI, S.E. **Isolation and structural characterization of cellulose nanocrystals extracted from garlic straw residues**. Industrial crops and products, v. 87, p. 287-296, 2016.

LEE, H. V.; HAMID, S. B. A.; ZAIN, S. K.. **Conversion of Lignocellulosic Biomass to Nanocellulose: Structure and Chemical Process**. The Scientific World Journal, Kuala Lumpur, v. 2014, n. , p.1-21, 27 ago. 2014.

MIRHOSSEINI, H.; TAN, C.P.; HAMID, N.S.A.; YUSOF, S. **Effect of Arabic gum, xanthan gum and orange oil contents on zeta-potential, conductivity, stability, size index and pH of orange beverage emulsion**. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, v. 315, n.1-3, p.4756, 2008.

MORGADO, D.L. **Biocompósitos a partir de celulose de línter: filmes de acetatos de celulose/celulose e quitosana/celulose**. 2009. 289 f. Tese (Doutorado em Físico Química), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

MOTA, E.G. da. **Utilização do línter hidrolisado como fonte de energia**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

NETO, W.P.F. et al. **Extraction and characterization of cellulose nanocrystals from agro-industrial residue–Soy hulls.** *Industrial Crops and Products*, v. 42, p. 480-488, 2013.

PHANTHONG, P. et al. **Nanocellulose: Extraction and application.** *Carbon Resources Conversion*, [s.l.], v. 1, n. 1, p.32-43, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crcon.2018.05.004>.

Standard Method. TAPPI Press: Atlanta, Georgia, USA. CD-ROM, 2002.

TAPPI - Testing Procedures of Technical Association of the Pulp and Paper Industry. In: TAPPI

SOUZA, V. de J. C. **Impacto de nanocelulose na biodisponibilidade de ferro e manganês em sistemas aquáticos.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado – Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista (Unesp). Campus de Itapeva, 2019, 53 p.

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