

# 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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](http://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 Thabela 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

Rosangela 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**

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

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

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 05/06/2020

### Laura Gabriela Gurgel de Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
LAPET  
Natal – Rio Grande do Norte  
<http://lattes.cnpq.br/1269987827095427>

### Nívia do Nascimento Marques

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
LAPET  
Natal – Rio Grande do Norte  
<http://lattes.cnpq.br/6620063682882340>

### Mariana Alves Leite Dutra

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
LAPET  
Natal – Rio Grande do Norte  
<http://lattes.cnpq.br/7926629027032658>

### Marcos Antonio Villetti

Universidade Federal de Santa Maria  
LEPOL  
Santa Maria – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/8504489050993642>

### Rosângela de Carvalho Balaban

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
LAPET  
Natal – Rio Grande do Norte  
<http://lattes.cnpq.br/7711521318854102>

**RESUMO:** Neste trabalho, o comportamento da goma de linhaça em meio aquoso foi acompanhado por medidas do raio hidrodinâmico

( $R_h$ ) do polímero, por espalhamento de luz dinâmico, e por medidas de viscosidade aparente ( $h$ ), em reômetro rotacional. Foram levados em consideração os efeitos da filtração da solução, do pH e da salinidade do meio aquoso. Por espalhamento de luz dinâmico, detectou-se a presença de três diferentes populações de partículas poliméricas, atribuídas a moléculas isoladas e agregados poliméricos, que foram parcialmente removidos após filtração das soluções, evidenciando que a filtração pode remover a fração de polímeros que mais contribui para o aumento da viscosidade. As mudanças de pH (3 a 13) e de salinidade ( $\text{NaCl } 10^{-2}$  e  $10^{-1}$  mol/L<sup>-1</sup>) resultaram em mudanças significativas no raio hidrodinâmico das moléculas poliméricas. Os valores máximos de  $R_h$  e de  $h$  foram observados para pH 7-9, e os mínimos em pH 13, que foram atribuídos principalmente aos grupos ácidos (-COOH) presentes na estrutura polimérica, que são ionizados em pH alcalino, expandindo a cadeia polimérica, mas são blindados pelos cátions das bases em valores muito altos de pH, contraíndo o novelo polimérico. A adição de NaCl reduziu sensivelmente o raio hidrodinâmico do polímero em meio aquoso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Goma de linhaça, pH, raio hidrodinâmico, DLS.

### ESTUDY OF FLAXSEED GUM BEHAVIOR IN AQUEOUS MEDIUM THROUGH DYNAMIC LIGHT SCATTERING AND RHEOLOGY

**ABSTRACT:** In this work, the behavior of the flaxseed gum in aqueous medium was followed

by measurements of the polymer hydrodynamic radius ( $R_h$ ), by dynamic light scattering, and measurements of apparent viscosity ( $\eta$ ), in a rotational rheometer. The effects of filtration, pH and salinity of the polymer solution were taken into account. By dynamic light scattering, it was detected the presence of three different populations of polymeric particles, attributed to isolated molecules and polymer aggregates, which were partially removed after solutions filtration, showing that the filtration can remove the polymer fractions that most contribute to the increase of viscosity. The changes in pH (3 to 13) and salinity (NaCl  $10^{-2}$  and  $10^{-1}$  mol/L $^{-1}$ ) showed significant changes in the hydrodynamic radius of the polymer molecules. The maximum values of  $R_h$  and  $\eta$  were observed at pH 7-9, and the minimum at pH 13, which were attributed to the acid groups (-COOH) present in the polymer structure, which are ionized in alkaline pH, expanding the polymer chains, but are shielded by base cations at very high pH values, contracting the polymer coils. The addition of NaCl significantly reduced the polymer hydrodynamic radius in aqueous medium.

**KEYWORDS:** Flaxseed gum, pH, hydrodynamic radius, DLS.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo de biopolímeros apresenta sempre grande relevância, especialmente pelo fato de serem obtidos de fontes renováveis e por possuírem ampla diversidade de estruturas e propriedades físico-químicas, que possibilitam numerosas estratégias de uso em diversos segmentos industriais (Kuhn *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2010).

No caso da goma de linhaça, biopolímero derivado da casca da semente da linhaça, as propriedades físico-químicas podem apresentar comportamentos diferentes dependendo do cultivo, condições climáticas, espécie de linhaça e até mesmo das condições de extração (Cui *et al.* 1994; Wannerberger *et al.* 1991).

Portanto, torna-se interessante um estudo sistemático, considerando a escolha de uma espécie, de preferência da mesma colheita, assim como uma condição de extração ótima, buscando compreender melhor a identidade das propriedades do polímero, para identificar potenciais aplicações (Michotte *et al.*, 2011).

A goma de linhaça é composta de polissacarídeos ácidos e neutros. A fração neutra é constituída principalmente por xilose em sua cadeia principal, conferindo rigidez a essa fração, que tem conformação do tipo novelo aleatório. Já a fração ácida é composta principalmente por ramnose (metil-pentose) e ácido galacturônico (substrato proveniente da oxidação do carbono-6 da galactose). Este grupamento ácido confere ao polímero uma natureza aniônica a partir de pH 6. Também apresenta ramificações curtas ao longo da cadeia principal e conformação do tipo estrela, com alta flexibilidade (Qian *et al.* 2012, Cui *et al.* 1994; Fedeniuk e Biliaderis, 1994).

Alguns estudos têm sido realizados no sentido de investigar as propriedades

da goma da linhaça em diferentes sistemas aquosos (Goh *et al.* 2006; Khalloufi *et al.* 2008). Entretanto, até o presente momento, não foram encontradas informações mais detalhadas sobre a influência de variáveis, tais como pH e salinidade, nos parâmetros moleculares, ou mesmo na estabilidade das soluções.

## 2 | EXPERIMENTAL

### 2.1 Materiais

A linhaça foi adquirida em mercado local de grãos (Natal-RN). Cloreto de sódio e hidróxido de sódio foram adquiridos da Êxodo. Ácido clorídrico e álcool etílico PA foram obtidos da Synth. Com exceção da linhaça, os materiais foram utilizados sem purificação prévia.

### 2.2 Extração da goma de linhaça

A extração foi conduzida de acordo com a metodologia adotada por Qian (2012), mas com algumas modificações. A extração do polímero foi realizada a partir de 15% (m/m) da semente de linhaça marrom em meio aquoso, sob agitação branda, por 8 horas, a 25 °C. A mucilagem obtida foi centrifugada em centrífuga Himac CR 21G, a 8000 rpm, durante 15 minutos, para a retirada de impurezas em suspensão. Em seguida, foi adicionado etanol PA ao sobrenadante, em proporção 1:1 v/v (sobrenadante/etanol), para a precipitação do polímero, que foi recolhido após centrifugação a 6000 rpm durante 5 minutos. Por fim, o polímero foi disperso em água destilada e liofilizado em liofilizador da Thermo Savant - ModulyoD.

### 2.3 Medidas de espalhamento de luz dinâmico (DLS)

As análises de DLS foram realizadas utilizando um equipamento da Brookhaven Instrument. As medidas foram realizadas a um ângulo de espalhamento de 90° e a temperatura de 25°C. Um laser de He-Ne ( $\lambda = 632,8$  nm) foi usado como fonte de luz. As distribuições de tempos de relaxação  $A$  ( $\tau$ ) foram obtidas a partir da intensidade da função de autocorrelação, utilizando o programa GENDIST, que emprega o algoritmo REPES.

As soluções aquosas de goma de linhaça foram preparadas por dispersão do polímero em água destilada, sob agitação constante, por cerca de 12 horas, na concentração de 1g/L (regime diluído), em diferentes valores de pH (3-13) e com a combinação dos efeitos de pH (3-11) e sal (NaCl  $10^{-2}$  e  $10^{-1}$  mol/L). Nesse último caso, o sal foi adicionado após dissolução do polímero no meio de pH ajustado. As medidas foram realizadas utilizando as soluções poliméricas centrifugadas, antes e após filtração em membranas de acetato de celulose com diâmetro de poro de 0,45  $\mu\text{m}$ .

## 2.4 Reometria

As análises reológicas foram realizadas em um reômetro da Haake-Mars, utilizando um sensor de cilindros coaxiais DG41 e um banho termostático acoplado ao equipamento. A viscosidade das soluções poliméricas foi medida em função da taxa de cisalhamento ( $1$  a  $100\text{ s}^{-1}$ ), a uma temperatura constante de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

As soluções de linhaça foram preparadas conforme descrito no item 2.3. Entretanto, para o estudo reológico, a concentração de polímero utilizada foi de  $10\text{ g/L}$ .

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Espalhamento de luz dinâmico

O estudo de DLS foi realizado com o objetivo de verificar o efeito da filtração, do pH e da salinidade das soluções poliméricas sobre o raio hidrodinâmico ( $R_H$ ) do polímero e, assim, correlacionar esse efeito com as propriedades reológicas das soluções.

A Figura 1 apresenta as curvas de correlação temporal e distribuição dos tempos de relaxação das amostras de linhaça em diferentes valores de pH, antes da filtração (GLAF) e depois da filtração (GLDF). E a Tabela 1 apresenta os respectivos valores de raio hidrodinâmico obtidos para cada uma das populações. Em todos os casos avaliados, foram observadas três populações distintas. Além disso, o tempo de relaxação de cada uma dessas populações é sempre menor para as amostras filtradas. Esse resultado pode ser explicado em decorrência da filtração promover a remoção de partículas maiores (possivelmente agregados) em solução.

Todas as curvas da função de correlação (Figura 1) evidenciaram deslocamentos entre os resultados de GLAF e GLDF, obtendo-se um maior tempo de relaxação para GLAF. Observou-se também que, com o aumento do pH, o deslocamento entre as curvas de correlação GLAF e GLDF diminuiu.

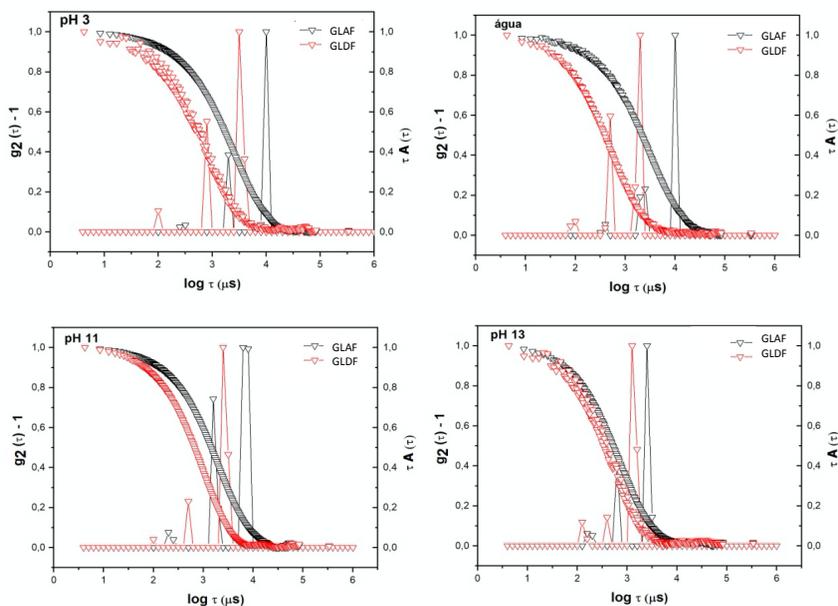


Figura 1 - Curvas de correlação temporal e distribuição dos tempos de relaxação das amostras de goma de linhaça em diferentes valores de pH, antes da filtração (GLAF) e depois da filtração (GLDF)

A fração ácida da goma de linhaça encontra-se em sua forma não ionizada em meio ácido, favorecendo as forças intermoleculares atrativas por ligações de hidrogênio entre as hidroxilas contidas na cadeia. Dessa forma, agregados de maior tamanho podem ser formados. À medida em que o pH do meio é elevado, essa população tem um decréscimo no valor de  $R_H$ , como apresentado na Tabela 1. O aumento do pH propicia a ionização dos grupos ácidos, gerando cargas negativas e, assim, repulsões eletrostáticas entre as cadeias poliméricas, diminuindo o tamanho dos agregados.

As populações de menor  $R_H$  das amostras filtradas (GLDF) podem ser atribuídas às cadeias isoladas da fração ácida e neutra (Goh *et al.* 2006; Qian 2014).

Amostra	$R_H$ (nm)						
	pH 3	pH 5	pH 7	pH 9	pH 11	pH 13	Água destilada
GLAF	28	20	44	26	21	17	37
	200	200	200	172	166	63	224
	1000	1584	1333	1700	704	258	1000

GLDF	12	10	10	12	10	13	10
	100	80	50	73	50	39	50
	333	335	239	274	268	135	190
GLAF (NaCl 10 <sup>-2</sup> M)	31	nd	29	60	87	nd	38
	194	nd	256	314	398	nd	250
	819	nd	1052	1321	-	nd	1466
GLAF (NaCl 10 <sup>-1</sup> M)	16	nd	27	29	12	nd	45
	71	nd	218	144	55	nd	251
	438	nd	1338	1000	237	nd	502

Tabela 1 – Raio hidrodinâmico para o polímero de linhaça em meio aquoso (pH 3-13, NaCl 10<sup>-2</sup> mol/L e NaCl 10<sup>-1</sup> mol/L)

nd: não determinado

De acordo com os dados da Tabela 1, houve uma tendência de diminuição do  $R_H$  com o aumento da concentração de sal e em pH extremos, pH 3 e 11. Em pH 3, a fração ácida da goma de linhaça encontra-se não ionizada, assim como a fração neutra, o que favorece as interações associativas entre as cadeias poliméricas através de ligações de hidrogênio. Com a adição de sal ao meio aquoso, ocorre o efeito *salting out*, que promove o aumento das interações intramoleculares e intermoleculares entre as cadeias poliméricas, reduzindo o raio hidrodinâmico das partículas poliméricas. Em pH 11, a fração ácida da goma de linhaça encontra-se com os seus grupos ácidos ionizados, ou seja, carregados negativamente, o que leva a repulsões eletrostáticas entre as cadeias. Com a adição de sal, esses grupos aniônicos são blindados pelos cátions do sal, diminuindo as repulsões eletrostáticas e favorecendo as interações associativas intermoleculares e intramoleculares entre as cadeias poliméricas. O que leva à redução de  $R_H$ .

### 3.2 Reometria

O comportamento reológico das soluções de goma de linhaça em função do pH é ilustrado na Fig. 2. Houve uma diminuição da viscosidade com o aumento da taxa de cisalhamento em todos os valores de pH avaliados, o que caracteriza o comportamento pseudoplástico das soluções. Na faixa de pH entre 3 e 9, a viscosidade aumentou em função do aumento do pH, o que pode ser explicado pela crescente ionização dos grupos carboxilato presentes nas unidades de ácido galacturônico da fração ácida da goma de linhaça. A ionização dos grupos carboxilato leva à expansão do novelo polimérico no meio aquoso, devido às repulsões eletrostáticas intramoleculares e intermoleculares, promovendo o aumento na viscosidade. Entretanto, com o aumento do pH para 11 e 13, houve uma diminuição

na viscosidade das soluções, o que foi observado também por outros autores (Qian 2014; Khalloufi *et al.* 2008; Chen *et al.* 2006). Em soluções alcalinas de alto pH, a concentração de cátions (contra-íons da base) no meio, também é bastante alta, o que pode levar à blindagem dos ânions carboxilato da cadeia polimérica. Com isso, ocorre contração do novelo polimérico e, conseqüentemente, diminuição da viscosidade da solução (Lucas *et al.* 2001).

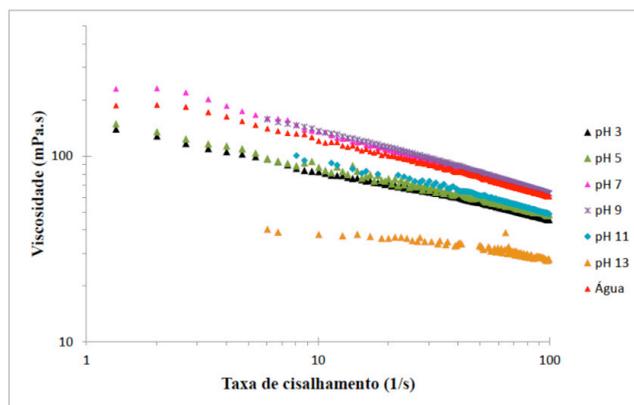


Figura 2 – Curva de viscosidade para as soluções de goma de linhaça em pH 3-13, à concentração de polímero 10 g/L e 25°C.

A Figura 3 ilustra a evolução do raio hidrodinâmico da goma de linhaça (GLAF) e da viscosidade aparente das soluções aquosas com o aumento do pH. Os dados de  $R_H$  são referentes às populações das macromoléculas maiores, que influenciam mais significativamente o comportamento reológico das soluções poliméricas. Os resultados evidenciam a forte correlação entre o raio hidrodinâmico das partículas poliméricas e a viscosidade, que evoluem na mesma direção, ou seja, o aumento ou diminuição em  $R_H$ , provoca aumento ou diminuição na viscosidade da solução. E, para a goma de linhaça, os maiores raios hidrodinâmicos e maiores viscosidades são observados na região de pH 7-9, onde ocorre maior expansão das cadeias poliméricas.

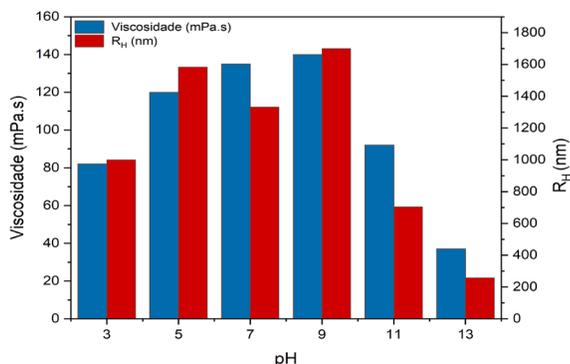


Figura 3 – Viscosidade aparente à taxa de cisalhamento  $10 \text{ s}^{-1}$  para soluções da goma de linhaça a  $10 \text{ g/L}$ , e raio hidrodinâmico da goma de linhaça (GLAF) em pH 3-13.

## 4 | CONCLUSÕES

Através das medidas de espalhamento de luz dinâmico (DLS) foi possível verificar que a filtração das soluções provoca mudanças significativas nos  $R_H$  das populações encontradas, principalmente as de maiores tamanhos de partícula, que são eliminadas pelo filtro. Pode-se considerar, ainda, que o efeito do pH e da salinidade nas medidas de DLS e reometria se dão, principalmente, pelas mudanças de conformação da fração ácida da macromolécula e interações intramoleculares e intermoleculares entre as cadeias poliméricas. A análise conjunta dos resultados de DLS e de reometria contribuíram efetivamente para a melhor compreensão do comportamento de fluxo das soluções aquosas de linhaça.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem ao apoio financeiro da PETROBRAS.

## REFERÊNCIAS

CHEN, H-H; XU, S-Y; WANG, Z. Gelation properties of flaxseed gum. **Journal of Food Engineering**, v.77, p. 295-303. 2006.

CUI, W.; MAZZA, G.; BILIADERIS, C. G. Chemical Structure, Molecular Size Distributions, and Rheological Properties of Flaxseed Gum. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 42, n. 9, p.1891-1895, 1994.

FEDENIUK, R. W.; BILIADERIS, C. G. Composition and Physicochemical Properties of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Mucilage. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 42, n. 2, p.240-247, 1994.

GOH, K. T. et al. Rheological and Light Scattering Properties of Flaxseed Polysaccharide Aqueous Solutions. **Biomacromolecules**, v. 7, n. 11, p.3098-3103, 2006.

KHALLOUFI, S. et al. Physicochemical properties of whey protein isolate stabilized oil-in-water emulsions when mixed with flaxseed gum at neutral pH. **Food Research International**, v. 41, n. 10, p.964-972, 2008.

KUHN, K. R.; CAVALLIERI, A. L. F.; CUNHA, R. L. Cold-set whey protein–flaxseed gum gels induced by mono or divalent salt addition. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 5, p.1302-1310, 2011.

LUCAS, E. F.; SOARES, B. G.; M. MONEIRO, E. E. C. **Caracterização de Polímeros: Determinação de peso molecular e análise térmica**. Rio de Janeiro: E-papers, v. 1, 1-366. 2001.

MICHOTTE, D. et al. Linseed oil stabilisation with pure natural phenolic compounds. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p.1228-1231, 2011.

QIAN, K. Y. et al. Flaxseed gum from flaxseed hulls: Extraction, fractionation, and characterization. **Food Hydrocolloids**, v. 28, n. 2, p.275-283, 2012.

QIAN, K-Y. **Structure-Function Relationship of Flaxseed Gum from Flaxseed Hulls**. Orientador: H. Douglas Goff. 2014. Tese (Doutorado em Filosofia em Ciência dos Alimentos) – Curso de Philosophy In Food Science, Food Science, Universidade de Guelph, Guelph, 2014.

WANG, Y. et al. Effects of drying methods on the functional properties of flaxseed gum powders. **Carbohydrate Polymers**, v. 81, n. 1, p.128-133, 2010.

WANNERBERGER, K.; NYLANDER, T.; NYMAN, M. Rheological and Chemical Properties of Mucilage in Different Varieties from Linseed (*Linum usitatissimum*). **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 41, n. 3, p.311-319, 1991.

## 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.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

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

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