

# 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 Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<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 Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

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

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

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-384-2

DOI 10.22533/at.ed.842201709

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

CDD 540

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](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 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

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>

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

Data de aceite: 01/09/2020

**Herllan Vieira de Almeida**

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)  
Campinas, SP

**Rachel Menezes Castelo**

Universidade Estadual do Ceará (UECE)  
Fortaleza, CE

**Luana Carvalho da Silva**

RENORBIO  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)  
Fortaleza, CE

**Maria Leônia da Costa Gonzaga**

Embrapa Agroindústria Tropical  
Fortaleza, CE

**Pablyana Leila Rodrigues da Cunha**

Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza, CE

**Roselayne Ferro Furtado**

Embrapa Agroindústria Tropical  
Fortaleza, CE

**RESUMO:** Óleo de Pequi (*Caryocar coriaceum*) possui alto teor de compostos bioativos identificados em sua composição, o que lhe confere um excelente potencial para utilização nas indústrias alimentícias e farmacêuticas. Dessa forma, a microencapsulação oferece condições favoráveis para o armazenamento e liberação controlada do óleo com o intuito de manter as suas características funcionais por um

tempo maior. A técnica de gelificação iônica foi aplicada para o microencapsulamento do óleo de pequi empregando matriz de quitosana e alginato. Avaliou-se a influência da viscosidade da emulsão de alginato de sódio (0,5%, 1,0%, 1,2%, 1,5%, 2,5% e 3% m/v), bem como do reticulante com quitosana (0,3%, 0,7%, 1,5%, 2,3%, 2,5% e 3% m/v), e a esfericidade das partículas formadas por gelificação iônica. Utilizou-se um equipamento semi- automatizado para o processo de microencapsulamento e observou-se que o aumento da viscosidade da solução reticulante torna as partículas menos esféricas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Caryocar coriaceum*, gelificação iônica, alginato de sódio, viscosidade.

MICROENCAPSULATION OF PEQUI OIL (*Caryocar coriaceum*) USING ALGINATE / CHITOSAN MATRIX BY IONIC GELIFICATION: VISCOSITY ASSESSMENT IN THE PARTICLE MORPHOLOGY

**ABSTRACT:** Pequi oil (*Caryocar coriaceum*) has a high content of bioactive compounds in its composition, which provides an excellent potential for use in the food and pharmaceutical industries. Microencapsulation offers favorable conditions for storage and controlled release of the oil in order to maintain its functional characteristics for a longer time. The ionic gelation technique was applied to the microencapsulation of pequi oil using a chitosan and alginate matrix. It was evaluated the influence of the viscosity of the sodium alginate emulsion (0.5%, 1.0%, 1.2%,

1.5%, 2.5% and 3% m/v), as well as the crosslinker solution of chitosan (0, 3%, 0.7%, 1.5%, 2.3%, 2.5% and 3% m/v), and the sphericity of the microparticles. It was used a semi-automated equipment for the microencapsulation and it was observed that the increase in the viscosity of the cross-link solution resulted in particles less spherical.

**KEYWORDS:** *Caryocar coriaceum*, ionic gelation, sodium alginate, viscosity.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Caryocar*, conhecido popularmente como Pequi, possui uma ampla distribuição e está representada em vários biomas brasileiros, como Cerrado, Mata Atlântica, Amazônia e Caatinga (ASCARI; TAKAHASHI; BOAVENTURA, 2013; CARVALHO; PEREIRA; ARAÚJO, 2015). O óleo extraído de *Caryocar coriaceum* tem sido utilizado como composto anticonvulsivo, na cicatrização de feridas, como agente anti-inflamatório, e no tratamento de doenças do trato respiratório, incluindo tosse, afecções brônquicas e asma, feridas na pele, para tratamento de dores reumáticas e musculares (ROESLER *et al.*, 2008; BATISTA *et al.*, 2010; RIBEIRO, 2010; SARAIVA *et al.*, 2011; DE FIGUEIREDO *et al.*, 2016; DE LACERDA NETO *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2019). Estudos revelaram atividade antifúngica do óleo, efeito redutor dos processos inflamatórios e na pressão arterial, ação quimioterápica e propriedades antitumorais (BATISTA *et al.*, 2010; HORN *et al.*, 2014; SANTOS; MARINHO; MIGUEL, 2010). Além disso, apresenta atividade antioxidante devido à presença de diversos carotenoides e compostos fenólicos (COLOMBO *et al.*, 2015; ROGÉRIO *et al.*, 2012).

A busca por métodos que consigam manter as características funcionais de compostos bioativos por um tempo maior é sempre um objetivo de interesse para a indústria. A utilização de técnicas de encapsulação é bastante aplicada na indústria alimentícia, pois reduz a reatividade do composto encapsulado com o ambiente, facilita a manipulação dos ingredientes, diminui a perda do valor nutricional, aroma e cor, entre outras vantagens (DIAS *et al.*, 2017).

A gelificação iônica é uma técnica de encapsulação simples, versátil, não utiliza altas temperaturas e nem agitação vigorosa (KARIMIRAD; BEHNAMIAN; DEZHSETAN, 2020). A produção de partículas sem a utilização de solventes orgânicos torna o uso da técnica crescente e promissora, especialmente para a encapsulação de compostos de interesse em alimentos (DE MOURA *et al.*, 2019).

Biopolímeros estão sendo utilizados em conjunto para formação de matrizes com maior potencial de retenção e controle de liberação do material encapsulado (JOYE; MCCLEMENTS, 2014). O complexo alginato-quitosana é formado a partir da forte interação eletrostática dos grupos amino da quitosana com os grupos carboxílicos do alginato (CHAN *et al.*, 2017).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a esfericidade e a viscosidade da

emulsão de alginato de sódio e da solução reticulante de quitosana na formação de microesferas de óleo de pequi por gelificação iônica utilizando um equipamento semi-automatizado

## EXPERIMENTAL

### Reagentes e Material

Alginato de sódio com grau de pureza de 90%, cloreto de cálcio, ácido acético glacial e Tween 80 (Polissorbato), todos da Dinâmica Química®, Span 80 (Monooleato de sorbitano) da Fluka®, e quitosana de baixo peso molecular (75 a 85% de desacetilação) da Sigma-Aldrich®. O óleo de Pequi foi obtido de Barbalha, no Ceará. A extração do óleo da polpa foi feita por separação física em meio aquoso de acordo com metodologia de Lima et al. (2019).

### Preparo das emulsões

As soluções de alginato de sódio foram preparadas com 100 mL de água destilada sob agitação magnética nas concentrações apresentadas na Tabela 1. Para o preparo da fase aquosa, foram misturados 100 mL das soluções de alginato e 0,55 g do emulsificante Tween 80. Em seguida, uma homogeneização foi realizada em Ultra Turrax Marconi® a 12000 rpm por 2 minutos, seguido de 2 minutos no Ultrassom de sonda UP400S Hielscher® com amplitude de 40% e 1 ciclo. Uma fase oleosa foi preparada com 2 g de óleo de Pequi e 0,45 g do emulsificante Span 80. Por fim, a fase aquosa foi vertida na fase oleosa e levada a Ultra Turrax por 5 minutos a 12000 rpm.

### Preparo da solução reticulante

Inicialmente, 1,3 g de cloreto de cálcio foram solubilizados em 100 mL da solução contendo 0,5 mL de ácido acético. Em seguida, adicionou-se a quitosana (Tabela 1) e a solução foi homogeneizada em Ultra Turrax a 12000 rpm por 10 minutos.

Alginato (% m/v)	Quitosana (% m/v)	Razão m/m (Alg/Quit)
0,5	1,5	0,3
	0,3	3,3
1,0	1,5	0,7
	3,0	0,3
1,5	0,7	2,1
	2,5	0,6

2,5	0,7	3,6
	2,3	1,1
3,0	1,5	2,0
1,2	*	*

Tabela 1. Proporções de alginato e quitosana utilizadas na produção das micropartículas de óleo da polpa de pequi.

\*Amostra controle

## Viscosidade das emulsões

As análises de viscosidade foram realizadas com o reômetro R/S+ Rheometer (7023077). Foram preparados 200 mL de cada solução, de forma que se retiraram alíquotas de 50 mL para cada triplicata, onde foram realizadas varreduras ascendente e descendente, variando a taxa de cisalhamento ( $\dot{\gamma}$ ) de  $0,000 \text{ s}^{-1}$  a  $200,000 \text{ s}^{-1}$ . As viscosidades aparentes foram determinadas para o valor  $\dot{\gamma}$  de  $100,000 \text{ s}^{-1}$ .

## Produção das micropartículas

As micropartículas foram obtidas com o Encapsulador B-395 da Buchi®, com um bico de  $120 \mu\text{m}$ , potencial do eletrodo de 300V, frequência de 1800Hz, e agitação em 80%, de acordo com a metodologia de Castelo et al. (2019) com adaptações. As esferas foram deixadas imersas na solução reticulante por 24h para posterior lavagem com água destilada. Em seguida, secara-se as partículas em papel de filtro absorvente para a retirada do excesso de água superficial. Por fim, as esferas foram secas em estufa a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  por 3h.

## Esfericidade

Esferas foram observadas em microscópio ótico (Zeiss modelo Axio Imager A2) utilizando aumento de 25x. As micrografias foram obtidas de forma a capturar imagens contendo cinco partículas, escolhidas aleatoriamente, a fim de serem feitas as medidas dos diâmetros das mesmas

O grau de esfericidade das partículas obtidas foi determinado pelo método de Riley (1941), de acordo com a expressão abaixo:

$$\Phi_o = \sqrt{\frac{d}{D}} \quad (1)$$

Onde  $\Phi_o$  é a esfericidade,  $d$  é o maior diâmetro de uma circunferência inscrita e  $D$  o maior diâmetro da circunferência circunscrita, ambos em relação a maior seção transversal da partícula.

## Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no programa Statistica Dell versão 13, onde se utilizou o teste de Mann-Whitney para comparação de duas médias com nível de confiança de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a relação entre concentração e viscosidade dos polímeros (Figura 1), verificou-se que o aumento da concentração do alginato e da quitosana aumentou a viscosidade de suas respectivas soluções. Isso decorre do fato que para menores concentrações, o fluido tem um maior escoamento devido a um menor atrito entre as cadeias dos polímeros. Para maiores concentrações, há uma maior resistência a fluidez devido ao fato dessa interação ser maior (SCHRAMM, 2006).

O equipamento semi-automatizado utilizado neste trabalho emprega a tecnologia de vibração do bico para a produção homogênea e controlada das microesferas com tamanho aproximadamente duas vezes o diâmetro do bico escolhido. A dispersão eletrostática obtida pela aplicação de um potencial elétrico previne a junção das gotículas e a aglomeração. A formação das micropartículas ocorre quando as gotículas entram em contato com a solução de polimerização ou reticulante (DE MOURA et al., 2018).

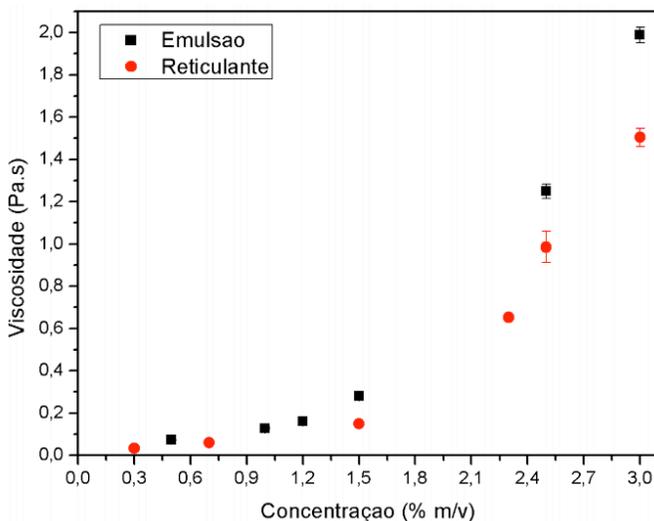


Figura 1. Relação entre viscosidade e concentração de alginato (0,5%, 1,0%, 1,2%, 1,5%, 2,5% e 3,0% m/v) na emulsão (alginato, Tween, Span e óleo de Pequi) e de quitosana (0,3%, 0,7%, 1,5%, 2,3%, 2,5% e 3,0% m/v) no reticulante (quitosana, cloreto de cálcio e ácido acético) para  $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ .

A determinação da esfericidade das partículas é importante para avaliar se as partículas têm uma morfologia esférica baseado nos parâmetros operacionais selecionados no equipamento. As imagens obtidas pela microscopia ótica das amostras mostraram a variação da morfologia com diferentes proporções entre alginato e quitosana, conforme Figura 2.

A variação das proporções entre alginato e quitosana alteraram significativamente a morfologia das partículas, sendo as formulações A1,0%-Q0,3%, A1,2%-Q0,0%, A1,5%-Q0,7%, e A2,5%-Q0,7% as mais esféricas, como pode ser visto nas micrografias. Notou-se também que gradativamente a esfericidade das partículas diminuiu para concentrações de quitosana acima de 0,7% (m/v). Utilizando o método de Riley (1941) por meio da equação (1), foi possível calcular o grau de esfericidade das partículas, partindo do pressuposto que quanto mais próximo de 1 for o valor de  $\Phi$ , mais esférica é a morfologia (Figura 3).

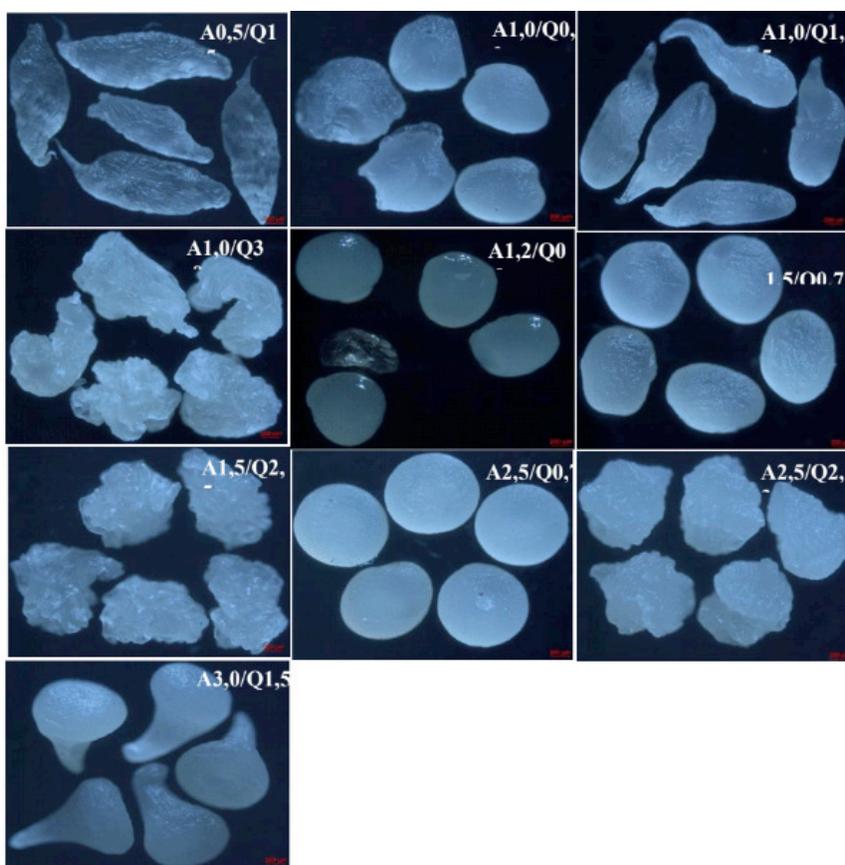


Figura 2. Micrografias das partículas com diferentes proporções entre alginato/ quitosana em % m/v, com aumento de 25x.

As amostras A1,0%-Q0,3%, A1,2%-Q0,0%, A1,5%-Q0,7% e A2,5%-Q0,7% com valores de  $\Phi$  acima de 0,9, não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Para essas formulações, foram utilizadas baixas concentrações de quitosana, variando de 0 a 0,7% (m/v), de modo que as concentrações de alginato foram maiores em todos os casos. As amostras A0,5%-Q1,5% e A1,0%-Q1,5% apresentaram valores de  $\Phi$  abaixo de 0,6, e todas tiveram uma maior quantidade de quitosana ( $p > 0,05$ ).

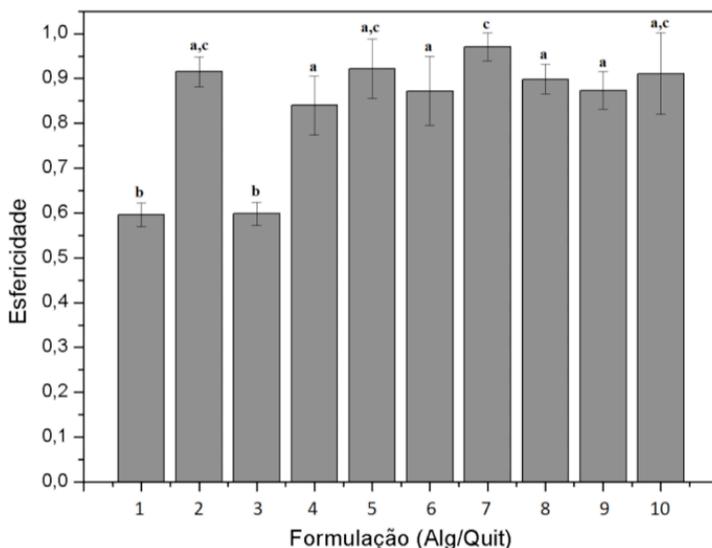


Figura 3 - Grau de esfericidade das micropartículas obtidas nas proporções de alginato/quitosana de A0,5%-Q1,5% (1); A1,0%-Q0,3% (2); A1,0%-Q1,5% (3); A1,0%-Q3,0% (4); A1,5%-Q0,7% (5); A1,5%-Q2,5% (6); A2,5%-Q0,7% (7); A2,5%-Q2,3% (8); A3,0%-Q1,5% (9) e A1,2%-Q0,0% (10) em % m/v.

Diferentes letras representam que há diferença significativa entre os valores ( $p < 0,05$ ).

Ao relacionar os dados de viscosidade com esfericidade, foi visto que o aumento da viscosidade da solução reticulante tornou as partículas menos esféricas, considerando que os menores valores de concentração de quitosana foram as que resultaram em esfericidade de partículas mais próximas de 1. Dessa forma, a viscosidade da solução reticulante influenciou na gelificação das partículas de modo que, possivelmente porque o aumento da viscosidade da emulsão torna o processo de formação das partículas mais lento, bem como maior é o impacto das gotas das emulsões ao tocar a solução reticulante, modificando assim sua morfologia. Inicialmente, a gota da emulsão se desprende do bico do equipamento no momento em que seu peso supera a força de tensão superficial, mas é necessário que a gota

não se deforme no impacto com a superfície da solução reticulante. De acordo com Dang e Joo (2013), a deformação das partículas durante o impacto do gotejamento da emulsão na solução reticulante ocorre devido à diferença entre a tensão superficial do reticulante e das gotas da emulsão. Como a velocidade de gelificação é mais lenta do que o desequilíbrio da tensão superficial, a formação da partícula não ocorre uniformemente, e pode ocorrer o surgimento de uma cauda na partícula, de modo que essa cauda pode ser diminuída aumentando a concentração de cálcio, pois o íon acelera o processo de reticulação tornando-as mais esféricas.

Na matriz das partículas, o alginato de sódio é o componente principal e este sofre uma gelificação rápida na presença de íons cálcio (LI et al., 2002). A quitosana é utilizada para reforçar a parede das micropartículas por complexação eletrolítica favorecendo a encapsulação do agente ativo (RIBEIRO et al., 2005) e impedindo a erosão rápida do gel de alginato (TØNNESEN; KARLSEN, 2002). Outro fator importante a ser considerado, é que o alginato tem uma tendência a adquirir poros em sua estrutura, assim, a presença de quitosana na superfície da micropartícula tende a diminuir a taxa de liberação do núcleo (BHATTARAI; SHRESTHA; DHANDAPANI, 2011; VARGAS, 2017).

## CONCLUSÕES

A técnica de gelificação iônica aplicada com a utilização de um equipamento semi- automatizado mostrou-se eficaz no processo de microencapsulação do óleo de pequi utilizando matriz polimérica de alginato e quitosana. As diferentes concentrações de alginato e quitosana conferiram novas propriedades reológicas a emulsão e a solução reticulante, influenciando na esfericidade das partículas. Foi observado que as partículas que tiveram concentração de quitosana acima de 0,7% (m/v) foram as menos esféricas.

## REFERÊNCIAS

ASCARI, J.; TAKAHASHI, J. A.; BOAVENTURA, M. A. D. The phytochemistry and biological aspects of Caryocaraceae family. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 2, p. 293–308, 2013.

BATISTA, J. S. et al. Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar Coriaceum* Wittm) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 441–447, 2010.

BHATTARAI, R.; SHRESTHA, A.; DHANDAPANI, N. Drug delivery using alginate and chitosan beads: An Overview. **Chronicles of Young Scientists**, v. 2, n. 4, p. 192, 2011.

BUCHI, B. L. A. Encapsulador B-390 / B-395 Pro - Laboratory Guide. p. 58, 2014.

CARVALHO, L. S. DE; PEREIRA, K. F.; ARAÚJO, E. G. DE. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS, EFEITOS TERAPÊUTICOS E PRINCÍPIOS ATIVOS PRESENTES NO PEQUI (*Caryocar brasiliense*). **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 19, n. 2, p. 147–157, 2015.

CASTELO, R. M.; Da SILVA, L.C.; RIBEIRO, H.L.; MATTOS, A. L. A.; FURTADO, R. F. Microencapsulação do óleo da polpa de pequi (*Caryocar coriaceum*) em matriz polimérica de quitosana / alginato. 15o Congresso Brasileiro de Polímeros. **Anais**. 2019.

CHAN, S. Y. et al. Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. **Carbohydrate Polymers**, v. 161, p. 118–139, 2017.

COLOMBO, N. B. R. et al. Caryocar brasiliense camb protects against genomic and oxidative damage in urethane-induced lung carcinogenesis. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 48, n. 9, p. 852–862, 2015.

DANG, T. D.; JOO, S. W. Preparation of tadpole-shaped calcium alginate microparticles with sphericity control. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 102, p. 766–771, 2013.

DE FIGUEIREDO, P. R. L. et al. *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) fixed oil presents hypolipemic and anti-inflammatory effects in vivo and in vitro. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 191, p. 87–94, 2016.

DE LACERDA NETO, L. J. et al. Modulation of antibiotic activity by the hydroalcoholic extract from leaves of *Caryocar coriaceum* WITTM. **Natural Product Research**, v. 32, n. 4, p. 477–480, 2018.

DE MOURA, S. C. S. R. et al. Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. **Food Research International**, v. 121, n. December 2018, p. 542–552, 2018.

DE MOURA, S. C. S. R. et al. Stability of Hibiscus Extract Encapsulated by Ionic Gelation Incorporated in Yogurt. **Food and Bioprocess Technology**, v. 12, n. 9, p. 1500–1515, 2019.

DIAS, D. R. et al. Encapsulation as a tool for bioprocessing of functional foods. **Current Opinion in Food Science**, v. 13, p. 31–37, 2017.

HORN, M. M. et al. DEVELOPMENT AND RHEOLOGICAL EVALUATION OF CHITOSAN : PEQUI OIL GELS. n. April, p. 2014, 2014.

JOYE, I. J.; MCCLEMENTS, D. J. Biopolymer-based nanoparticles and microparticles: Fabrication, characterization, and application. **Current Opinion in Colloid and Interface Science**, v. 19, n. 5, p. 417–427, 2014.

KARIMIRAD, R.; BEHNAMIAN, M.; DEZHSETAN, S. Bitter orange oil incorporated into chitosan nanoparticles: Preparation, characterization and their potential application on antioxidant and antimicrobial characteristics of white button mushroom. **Food Hydrocolloids**, v. 100, n. September 2019, p. 105387, 2020.

LI, S. et al. Studies on alginate-chitosan microcapsules and renal arterial embolization in rabbits. **Journal of Controlled Release**, v. 84, n. 3, p. 87–98, 2002.

LIMA, A. C. et al. Obtenção do Óleo da Polpa de Pequi por Separação Física Utilizando-se Centrifugação. EMBRAPA COMUNICADO TÉCNICO 254, p. 6, 2019.

OLIVEIRA, C. C. et al. Anticonvulsant activity of *Caryocar coriaceum* Wittm. fixed pulp oil against pentylenetetrazol- induced seizures. **Neurological Research**, v. 6412, n. May, p. 0, 2017.

PEREIRA, F. F. G. et al. Characterization, antibacterial activity and antibiotic modifying action of the *Caryocar coriaceum* Wittm. pulp and almond fixed oil. **Natural Product Research**, v. 0, n. 0, p. 1–5, 2019.

RILEY, N. A. Projection Sphericity. *J. Sediment. Petrol.*, v. 11, n. 2, p. 94–97, 1941.

RIBEIRO, A. J. et al. Chitosan-reinforced alginate microspheres obtained through the emulsification/internal gelation technique. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 25, n. 1, p. 31–40, 2005.

ROGÉRIO, J. B. et al. **Variação da composição dos ácidos graxos dos óleos de polpa e amêndoa de pequi**. SALVADOR - BAHIA, 2012.

SANTOS, G. G.; MARINHO, S. M. O.; MIGUEL, F. B. ARTIGO DE REVISÃO Polímeros como biomateriais para o tecido cartilaginoso *Polymers as biomaterials for cartilaginous tissue*. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, n. 1677–5090, p. 367–373, 2010.

SCHRAMM, G. Reologia e reometria: fundamentos teóricos e práticos. 2. ed. São Paulo, SP: Artliber Editora, 2006.

TØNNESEN, H. H.; KARLSEN, J. Alginate in drug delivery systems. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, v. 28, n. 6, p. 621–630, 2002.

VARGAS, P. O. **Secagem de partículas de alginato de cálcio**. 95f. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (Dissertação), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2017.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

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

### B

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

### C

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

### D

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

### E

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

### G

- Gelificação iônica 145, 146, 147, 152

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

## **H**

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

## **L**

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

## **M**

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

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

Métodos eletroanalíticos 12

Métodos Eletroanalíticos 12, 16

Microencapsulação 145, 152, 153

Modelagem cinética 155, 156, 160

Modificador reológico 1, 3, 5, 9, 10

Montmorilonita 35, 36

## **N**

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

## **O**

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

Óleo de pequi 145, 147, 152

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

Óleo ylang-ylang 48, 56

## **P**

Pau-mocó 113, 114

Pet micronizado 35

Poli(ácido láctico) 35

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

Pré-tratamento ácido 191, 192, 193, 195

Propriedades pro-oxidantes 155, 156, 160

## **R**

Raio hidrodinâmico 104, 107, 109, 110, 111

Rama de mandioca 191

Reator CSTR 90

Reologia 104, 154

## **S**

Separação gravitacional 41, 42, 43

Sistemas moleculares 197

## **T**

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

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



[www.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)