

# Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química

Jéssica Verger Nardeli  
(Organizadora)

# Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química

Jéssica Verger Nardeli  
(Organizadora)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os 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. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
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 Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
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  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
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. 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  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª 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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
 Prof<sup>a</sup> 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  
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás  
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
 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  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Renata Luciane Posaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A946 Avanços das pesquisas e inovações na engenharia química 1  
[recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Verger Nardeli. –  
Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-53-9

DOI 10.22533/at.ed.539202003

1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Nardeli, Jéssica Verger.

CDD 660.76

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química volume 1” é uma obra que tem como foco principal a discussão e divulgação científica por meio de trabalhos com diferentes funcionalidades que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada trabalhos, pesquisas que transiram nos vários caminhos da engenharia química de forma mais aplicada tanto para pesquisa como indústria.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos correlacionados a estudo cinético, termodinâmico, físico-químico, caracterização de materiais por meio de várias técnicas (Microscopia eletrônica de varredura, análise de difração de raio-X dentre outras) e abordagens (tamanho de partícula, tratamento estatístico) desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à caracterização, aplicação, otimização de procedimentos e metodologias, dentre outras abordagens importantes na área de exatas e engenharia. O avanço das pesquisas e divulgação dos resultados tem sido um fator importante para o desenvolvimento da ciência e estímulo de inovação.

Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área de exatas e engenharia química aplicada e educacional. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes metodologias, abordagens, otimização de processos, caracterização com técnicas substanciais é muito relevante, assim como abordar temas atuais e de interesse tanto no meio acadêmico como social.

Deste modo a obra “Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química volume 1” apresenta estudos fundamentados nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores explorarem e divulgarem seus resultados.

Jéssica Verger Nardeli

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
RESINA BENZOAZINA: OBTENÇÃO E POTENCIAL DE APLICAÇÃO NO SETOR AEROESPACIAL	
Cirlene Fourquet Bandeira Aline Cristina Pereira Trofino Sérgio Roberto Montoro Michelle Leali Costa Edson Cocchieri Botelho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5392020031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANÁLISE MORFOLÓGICA E LIXIVIAÇÃO DA LAMA VERMELHA APÓS TRATAMENTO TÉRMICO	
Bruno Marques Viegas Keize Lorena Martins dos Passos Edilson Marques Magalhães Josiel Lobato Ferreira Diego Cardoso Estumano José Antônio da Silva Souza Emanuel Negrão Macêdo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5392020032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
ESTUDOS CINÉTICO E TERMODINÂMICO DA UTILIZAÇÃO DE MESOCARPO DE COCO VERDE NA REMOÇÃO DE ÍONS FLUORETO EM SOLUÇÃO	
César Augusto Canciam Nehemias Curvelo Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5392020033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO DE LICORES DE CUPUAÇU ( <i>THEOBROMA GRANDIFLORUM</i> SCHUM) COMERCIALIZADOS EM BELÉM DO PARÁ	
João Pedro dos Reis Lima Allyson Allennon Pinheiro do Rosário José Marcos Nobre de Moura Junior Ewerton Carvalho de Souza Ivan Carlos da Costa Barbosa Ewerton Reginaldo dos Santos Neves Ronaldo Magno Rocha Charles Alberto Brito Negrão Regina Celi Sarkis Müller Antonio dos Santos Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5392020034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>45</b>
INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS NA ELEVAÇÃO DO PONTO DE EBULIÇÃO DE SOLUÇÕES DE LEITE/SACAROSE	
Marcio Augusto Ribeiro Sanches Rodrigo Rodrigues Evangelista Daniele Penteadó Rosa Tiago Carregari Polachini Javier Telis Romero	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5392020035</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 54**

CINÉTICA DE SECAGEM DE *Alpinia zerumbet* E INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NAS PROPRIEDADES DO SEU ÓLEO ESSENCIAL

Paulo Sérgio Santos Júnior  
Gustavo Oliveira Everton  
Amanda Mara Teles  
Bárbara De Souza Silva  
Harvey Alexander Villa-Veléz  
Adenilde Nascimento Mouchrek  
Victor Elias Mouchrek Filho

**DOI 10.22533/at.ed.5392020036**

**CAPÍTULO 7 ..... 66**

OSCILAÇÕES AMORTECIDAS EM SISTEMAS DE PARTÍCULAS COM MEMÓRIA ACOPLADA

Jair Rodrigues Neyra  
Rafael Santos da Costa  
José Rodrigues de Souza Chaves Gonçalves  
Marcos Vinicius de Souza Araújo  
Paulo Gerson da Cruz Ferreira  
Vinícius Frantinne Brito Alves  
Waldemar Monteiro de Moura  
Eliton Lima Rocha  
Maria Liduína das Chagas  
Thiago Rafael da Silva Moura

**DOI 10.22533/at.ed.5392020037**

**CAPÍTULO 8 ..... 79**

NANOPARTÍCULAS DE FE E PY COMO CATALISADORES DA LIQUEFAÇÃO DO CARVÃO

Rafael Santos da Costa  
Jair Rodrigues Neyra  
José Rodrigues de Souza Chaves Gonçalves  
Marcos Vinícios de Souza Araújo  
Paulo Gerson da Cruz Ferreira  
Vinícius Frantinne Brito Alves  
Waldemar Monteiro de Moura  
Andrew Nunes de Barros Reis  
Maria das Graças Dias da Silva  
Marcos Lima Cardoso  
Thiago Rafael da Silva Moura

**DOI 10.22533/at.ed.5392020038**

**CAPÍTULO 9 ..... 90**

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO ÓTIMO DE DECANTADOR HORIZONTAL CENTRÍFUGO PARA SEPARAÇÃO DE SISTEMAS CONTENDO FASE OLEOSA DISPERSA

Alex Vazzoler

**DOI 10.22533/at.ed.5392020039**

**CAPÍTULO 10 ..... 99**

LIPASE EXTRACELULAR DO FUNGO *METARHIZIUM ANISOPLIAE* PRODUZIDA A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAS

Fabriele de Sousa Ferraz  
Laiane Martins Duarte  
Isadora Souza Santos Dias  
Lina María Grajales

**DOI 10.22533/at.ed.53920200310**



**CAPÍTULO 11 ..... 107**

SÍNTESE E APLICAÇÃO DE ESFERAS POROSAS DE QUITOSANA NA ADSORÇÃO DE NÍQUEL EM SOLUÇÃO AQUOSA

Flávia Cristina Cardoso Dória  
Elaine Cristina Nogueira Lopes de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.53920200311**

**CAPÍTULO 12 ..... 123**

ADSORÇÃO DO COBRE II A PARTIR DA ATIVAÇÃO TÉRMICA DA CASCA DE BURITI (MAURITIA FLEXUOSA)

Larissa Tavares Esquerdo  
Brenda Thayssa Figueira Daniel  
Yuri Leon dos Santos Silva  
Elinaldo Silva Caldas  
Alacid do Socorro Siqueira Neves  
Reginaldo Sabóia de Paiva  
Disterfano Lima Martins Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.53920200312**

**CAPÍTULO 13 ..... 131**

ISOTERMAS DE SORÇÃO E PROPRIEDADES TERMODINAMICAS DO ABIU (*POUTERIA CAIMITO*)

Emilio Émerson Xavier Guimarães Filho  
Ronaldo Maison Martins Costa  
Julles Mitoura dos Santos Junior  
Nathalia Cristina Ramos Lima  
Audirene Amorim Santana

**DOI 10.22533/at.ed.53920200313**

**CAPÍTULO 14 ..... 143**

CARACTERIZAÇÃO DO OITI *LICANIA TOMENTOSA* (BENTH.) E COMPARAÇÃO DOS PÓS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM

Ianê Valente Pires  
Tatyane Myllena Souza da Cruz  
Gisélia de Sousa Nascimento  
Natasha Cunha  
Antonio Manoel da Cruz Rodrigues  
Heloisa Helena Berredo Reis de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.53920200314**

**CAPÍTULO 15 ..... 153**

EFEITO DO TEOR E DO TIPO DE DOPANTE (MG OU MN) NAS PROPRIEDADES DOS CATALISADORES BASEADOS EM ÓXIDO DE FERRO DESTINADOS A WGRS

Larissa Soares Lima  
Mariana Santos Rodrigues  
Rodrigo Ribeiro de Souza  
Maurício de Almeida Pereira  
Maria Luiza Andrade da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.53920200315**

**CAPÍTULO 16 ..... 164**

RESÍDUOS DE FERRO E ALUMÍNIO EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Gabriel da Cruz Oliveira  
Lucas Rezende Almeida

Willian Rayol da Silva  
Bruno Henrique Alves Mendes  
Brenda Thayssa Figueira Daniel  
Deibson Silva da Costa  
Reginaldo Sabóia de Paiva

**DOI 10.22533/at.ed.53920200316**

**CAPÍTULO 17 ..... 172**

DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DE PARTÍCULA DE BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA DE BAGAÇO DE MANDIOCA (BLBM)

Rodrigo Rodrigues Evangelista  
Tiago Carregari Polachini  
Juan A. Cárcel  
Javier Telis-Romero  
Antonio Mulet

**DOI 10.22533/at.ed.53920200317**

**CAPÍTULO 18 ..... 184**

DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DE PARTÍCULA DE BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA DE CASCA DE MANDIOCA (BLCM)

Marcio Augusto Ribeiro Sanches  
Tiago Carregari Polachini  
Juan A. Cárcel  
Antonio Mulet  
Javier Telis-Romero

**DOI 10.22533/at.ed.53920200318**

**CAPÍTULO 19 ..... 196**

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA DE BAGAÇO DE MANDIOCA E DE CASCA DE MANDIOCA: INFLUÊNCIA DA DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULA

Tiago Carregari Polachini  
Maria Júlia Neves Martins  
Antonio Mulet  
Javier Telis-Romero  
Juan A. Cárcel

**DOI 10.22533/at.ed.53920200319**

**CAPÍTULO 20 ..... 209**

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA GRANULOMETRIA DA LAMA VERMELHA NAS PROPRIEDADES DOS COMPÓSITOS

Eryck Eduardo Simplicio dos Santos  
Victor Hugo Mafra Monfredo Ferreira  
Brenda Thayssa Figueira Daniel  
Bruno Henrique Alves Mendes  
Deibson Silva da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.53920200320**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 217**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 218**

## CARACTERIZAÇÃO DO OITI *Licania tomentosa* (Benth.) E COMPARAÇÃO DOS PÓS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM

Data de submissão: 13/12/2019

Data de aceite: 11/03/2020

### Ianê Valente Pires

Universidade Federal do Pará – PPGCTA  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/781590718556788>

### Tatyane Myllena Souza da Cruz

Universidade Federal do Pará – PPGCTA  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/4081557788175558>

### Gisélia de Sousa Nascimento

Universidade Federal do Pará – PPGCTA  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/1453354108903547>

### Natasha Cunha

Universidade Federal do Pará – PPGCTA  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/8859299556638131>

### Antonio Manoel da Cruz Rodrigues

Universidade Federal do Pará – FEA  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/7524720020580309>

### Helôisa Helena Berredo Reis de Medeiros

Universidade Federal do Pará – FEA  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/9067574515452039>

**RESUMO:** O oiti é uma fruta pouco explorada originária da região Nordeste do Brasil sendo utilizada principalmente para produção de polpas e sucos. O processo de secagem permite a conservação dos alimentos por meio da transferência de calor e massa. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização física e físico-química dos frutos de oiti quanto a umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e cor e, secar os frutos em *Refractance Window*, liofilizador e estufa, em seguida avaliar a diferença entre os pós obtidos quanto a umidade, atividade de água e cor. Os produtos secos apresentaram baixa umidade e  $a_w < 0,4$ , favorecendo o aumento da vida útil do produto final. A secagem no liofilizador forneceu produto seco com menor teor de umidade, enquanto que o pó resultante da secagem em estufa apresentou maior umidade. Notou-se que os produtos secos ficaram mais claros que a polpa do fruto *in natura*, ou seja, houve o aumento do parâmetro luminosidade nos pós formados.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Refractance Window*, liofilizador, polpas, físico-química.

## CHARACTERIZATION OF OITI *Licania tomentosa* (Benth.) AND COMPARISON OF POWDER OBTAINED BY DIFFERENT DRYING METHODS

**ABSTRACT:** Oiti is a unexploited fruit from the Northeast of Brazil, mainly used for pulp and juice production. The drying process allows the preservation of food through heat and mass transfer. Therefore, the objective of this work was to perform the physical and physicochemical characterization of oiti fruits, as to moisture, ash, lipids, proteins, carbohydrates and color, and dry the fruits in Refractance Window, freeze drying and drier. Then evaluate the difference between the powders obtained regarding humidity, water activity and color. The dried products presented low humidity and  $a_w < 0.4$ , favoring the increase of the shelf life of the final product. Drying in the lyophilizer provided dry product with lower moisture content, while the oven drying powder presented higher humidity. It was noted that the dried products were lighter than the pulp of the fresh fruit, ie, there was an increase in the luminosity parameter in the powders formed.

**KEYWORDS:** Refractance Window, freeze dryer, pulps, physicochemical.

### 1 | INTRODUÇÃO

*Alicania tomentosa* (Benth.). Fritsch, conhecida popularmente por Oiti e Oitizeiro, é uma espécie amplamente distribuída na região nordeste do Brasil. A chrysobalanaceae, ordem Rosales e superordem rosiflorae é uma família com distribuição pantropical, principalmente nas Américas tropical e subtropical, na África e na Ásia, incluindo 20 gêneros e mais de 500 espécies (Andrade *et al.* 1998; Barbosa *et al.* 2006).

O fruto oiti apresenta boas características físico-químicas para o processamento e polpa e sucos, sendo um fruto extremamente doce, baixo teor de gordura, altos teores de fibra, pectina, cinzas e ferro (Melo *et al.*, 2010).

Apesar dos múltiplos usos, as informações sobre estudos de secagem dos frutos e da polpa do Oiti são escassas. Na preservação dos alimentos, a secagem é um dos métodos mais antigo de que se tem conhecimento de acordo com Ordóñez *et al.* (2005).

A secagem de produtos alimentícios pode ser definida como um processo simultâneo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, que consiste na remoção da umidade excessiva contida no interior do produto por meio de evaporação, causada por convecção forçada de ar aquecido, de modo condicionar o alimento a manter a qualidade durante o armazenamento por longos períodos de tempo (Afonso Junior & Corrêa, 1999).

Este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização do oiti, além de comparar três métodos de secagem: *Refractance Window*, secagem no liofilizador e em estufa.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de oiti (*Licania tomentosa*) *in natura* foram coletados no campus da Universidade Federal do Pará – Belém nas coordenadas 1°28'29.1"S 48°27'12.1"W. Os experimentos foram realizados no mesmo local da coleta dos frutos, no prédio de Laboratórios de Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos (LCTEA). Após a lavagem em água corrente e sanitizados com solução de cloro ativo em 100 ppm, os frutos foram despulpados e homogeneizados em um cutter industrial (SIRE) e armazenados à vácuo em embalagem de polietileno de alta densidade em freezer a – 18 °C até o momento da caracterização e dos ensaios de secagem.

### Biometria dos frutos

Foram separados 40 frutos para avaliação das dimensões de comprimento e largura em milímetros, através da medição direta com auxílio de paquímetro.

### Caracterização Físico-química do Oiti *In Natura*

A composição centesimal do oiti *in natura*, foi determinada de acordo com os procedimentos da AOAC (2016). O teor de umidade foi determinado em estufa a 105 °C até peso constante; as proteínas totais foram determinadas pelo método de Kjeldahl, sendo utilizado o fator 6,25 para calcular o teor protéico; os lipídios totais (extrato etéreo) foram determinados pelo método de extração com éter etílico em aparelho de Soxhlet; as cinzas foram calculadas por gravimetria através da carbonização das amostras e o teor de carboidratos totais foi calculado segundo a Resolução RDC nº 360/2003, por diferença de peso.

### Análise Colorimétrica

A análise de cor foi realizada em colorímetro CHROMA METER CR- 400/Marca: KONICA MINOLTA, operando no sistema CIE (L\*, a\*, b\*). O índice de saturação (C\*) e o ângulo de tonalidade (h) foram determinados pelo equipamento.

### Análise estatística

Todos os resultados das determinações foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), ajuste de modelos, utilizando o Software® Statistica Versão 7.0 (STATSOFT INC., 2004).

### Métodos de Secagem

Os frutos foram submetidos a três métodos de secagem, sendo eles:

Secagem por Refractance Window: A pasta (amostra) foi adicionada de água destilada em uma proporção de 1:1,5 e então disposta no equipamento com espessura de aproximadamente 2 mm. A secagem foi realizada com base no processo proposto por Castoldi (2012), utilizando o *RW* construído no Laboratório de Medidas Físicas

(LAMEFI/LEQ/UFPA), empregando os princípios do equipamento comercial, com a diferença de operar em regime descontínuo. Os experimentos foram realizados com água de aquecimento a 60 °C por 40 min.

Secagem por liofilização: Para este método de secagem foi utilizado um liofilizador de bancada (Liotop, modelo L101) operando em uma temperatura de – 60 °C e pressão de 400 bar por 36h.

Secagem em estufa: foi realizada em estufa de circulação de ar a 60°C (FANEN LTDA/MODELO 002 CB) por 24h.

Os produtos secos obtidos dos diferentes processos foram armazenados em embalagens à vácuo até o momento das análises.

Para se comparar os métodos de secagem realizados foram determinados o teor de umidade, a atividade de água ( $a_w$ ), determinada por meio de medida direta a 25 °C, em higrômetro da marca AquaLab Series 3TE da DECAGON, e colorimetria. As análises de umidade e colorimetria estão descritas acima.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos apresentaram formato elipsoide, conforme nos mostra a Figura 1. Em relação ao comprimento e largura dos frutos de oiti, as medidas médias foram de 6,82 cm e 3,66 cm, respectivamente. Estes valores estão próximos ao encontrado por Monteiro *et al* (2011), em seu estudo de caracterização morfológica do fruto (6,16 cm de comprimento e 3,30 cm de largura). Enquanto que Souza *et al.* (2010) obtiveram resultados diferentes apresentando oitis da região do Nordeste com tamanhomaiores, sendo 8,14 cm de comprimento e 4,13 cm de largura.

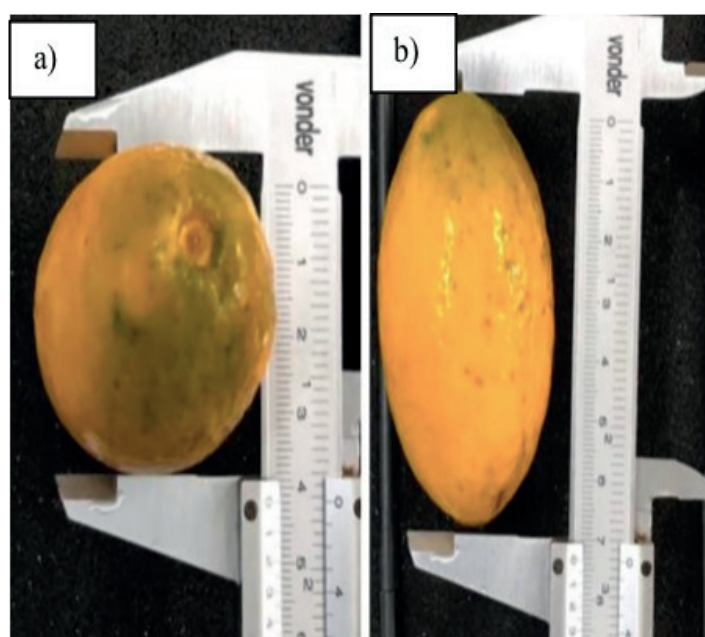


Figura 1: Formato do fruto oiti. a) medição da largura; b) medição do comprimento.

Na Tabela 1 encontra-se a composição centesimal e físico-química da polpa de Oiti. O conteúdo da água encontrada no fruto do oiti no estágio de maturação (“maduro”) foi de 62,35% quantidade próxima ao detectado por Sousa *et al.* (2013) de 72,85% e Teixeira (2011) 72,3 % em suas pesquisas com oiti também maduro. Por outro lado, Souza *et al.* (2010), encontrou menor umidade ao trabalhar com o fruto no estágio de maturação (“de vez”). Esses valores indicam que a mudança na maturação do fruto influencia diretamente o teor de água. A umidade está relacionada às características do fruto como estabilidade, qualidade e composição, além de influenciar na estocagem e embalagem do produto.

O teor de água encontrado no oiti é superior ao detectado em outras frutas como o tucumã que apresenta 52,54% (Azevedo *et al.* 2017) e o uxi 49,57% de umidade (Aragão, 2013).

A quantidade de lipídeos encontrado na polpa foi de 1,96%, valor superior ao relatado por Teixeira (2011), que foi de 0,4% de lipídeos na polpa e 3,73% de lipídeos na casca do oiti.

A polpa do fruto do oitizeiro apresentou 33,06% de carboidratos, valor próximo ao encontrado em outras frutas com características semelhantes como o uxi que apresenta 33,20% de carboidratos (Aragão, 2013).

Enquanto que o teor de cinzas detectado foi de 0,66% equivalente ao exposto por Sousa *et al.* (2013) de 0,69%; porém, bem inferior ao encontrado por Teixeira (2011) e Souza (2010) de 1,4 e 1,5%, respectivamente. O teor de cinzas representa a presença de minerais no fruto. Sendo os principais encontrados cálcio, fósforo, potássio, manganês, ferro e sódio (Teixeira, 2011).

Em relação a outras frutas exóticas, o conteúdo de cinzas do oiti é inferior ao do tucumã, que contém 1,08% (Azevedo *et al.* 2017). Porém próxima ao encontrado no taperebá, 0,76% (Tiburski *et al.* 2011) e no uxi de 0,45% (Aragão, 2013).

Componentes	Resultados	Sousa et al.	Teixeira (2011)	Souza et al. (2010)
<b>Umidade (%)</b>	62,35±0,26	72,85±0,12	72,3±0,9	58,14±0,61
<b>Proteínas(%)</b>	1,97±0,09	–	–	2,25±0,69
<b>Lipídeos (%)</b>	1,96±0,25	–	0,40±0,04	–
<b>Cinzas (%)</b>	0,66±0,47	0,69±0,01	1,4±0,01	1,50±0,04
<b>Carboidratos</b>	33,06±0,00	–	–	–
<b>AW</b>	0,97	0,99	–	–

Tabela 1. Caracterização centesimal da polpa de Oiti.

Quanto ao teor de proteínas, não comum em frutos, no oiti sua presença é significativa apresentando 1,97%. Valor superior ao encontrado por Tiburski *et al.* (2011) no taperebá de 1,06%. Mas inferior ao encontrado em outras frutas como uxi (*Endopleura uchi*. Cuatrec) que apresenta 3,53% de proteínas em seu mesocarpo (Bezerra, 2006).

A polpa estudada apresentou atividade de água ( $A_w$ ) de 0,97, já esperado por se tratar de polpa de fruta *in natura*. Valor próximo ao encontrado por Sousa et al. (2013) que foi de 0,99, Oliveira et al (2016) ao analisar a polpa de guavira *in natura* encontrou 0,97 de  $A_w$ . Logo, está fruta é susceptível a sofrer diversas alterações, em função do elevado teor de água disponível para reações química, bioquímica e microbianas (Fellows, 2006).

A tabela 02 apresenta as médias dos parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) da polpa de oiti. Neste trabalho o parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ) foi de 38,76. O  $L^* > 70$  apresenta uma considerável luminosidade, logo os frutos exibiram pouca luminosidade, apresentando-se mais escuras. O parâmetro  $a^*$  (5,58) sugere a presença da coloração mais esverdeada, enquanto que o valor positivo de  $b^*$  (21,4) indica que a cor predominante na polpa do oiti é o amarelo. O valor do croma  $C^*$  (22,12) indica a intensidade da cor da polpa e o ângulo de tonalidade (75,38) confirma a tonalidade amarelada da polpa, que pode ser atribuída pela presença de pigmento como os carotenoides. Evidenciando na polpa a coloração amarela e uma sua tendência ao verde.

Sousa *et al* (2013), determinou em sua pesquisa determinou valores diferentes para os parâmetros  $L^*$  (61,91),  $a^*$  (20,45) e  $b^*$  (62,66) na polpa de oiti, concluindo que a perda da coloração verde aponta para o amadurecimento do fruto, além de observar que a polpa do fruto se apresenta mais clara do que a casca.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados para os parâmetros de umidade, atividade de água e da análise colorimétrica da polpa de oiti obtida por três diferentes métodos de secagem (liofilização, secagem por estufa e RW à 60°C).

Parâmetros de cor	Valores
$L^*$	38,76±1,01
$a^*$	5,58±0,14
$b^*$	21,4±0,61
$C^*$	22,12±0,63
H	75,38±0,04

Média ± desvio padrão

Tabela 02: Análise de cor da polpa de oiti.

COMPONENTES	RW à 60°C	LIOFILIZADO	ESTUFA á 60°C
Umidade (%)	16,21 <sup>a</sup> ±0,09	13,43 <sup>a</sup> ±0,04	14,99 <sup>a</sup> ±1,84
$A_w$	0,33	0,22	0,37
<b>Parâmetros de cor</b>			
$L^*$	65,52 <sup>a</sup> ±0,26	73,73 <sup>b</sup> ±0,14	55,69 <sup>c</sup> ±0,27
$a^*$	5,75 <sup>a</sup> ±0,15	2,83 <sup>b</sup> ±0,01	8,08 <sup>c</sup> ±0,71
$b^*$	32,78 <sup>a</sup> ±0,19	32,03 <sup>a</sup> ±0,26	23,15 <sup>b</sup> ±0,74
$C^*$	33,28 <sup>a</sup> ±0,21	32,15 <sup>a</sup> ±0,26	24,11 <sup>b</sup> ±1,35
H	80,05 <sup>a</sup> ±0,19	84,94 <sup>b</sup> ±0,07	70,45 <sup>c</sup> ±0,67

Média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha significa que não houve diferença significativa



Tabela 3. Atividade de água, umidade e calorimetria dos pós secos em RW, liofilização e em estufa.

Observou-se que a umidade dos pós variou de 13,43 a 16,21% nos diferentes processos de secagem. A água presente no alimento é o principal fator que possibilita a deterioração causada por micro-organismos, reações químicas e enzimáticas. Na polpa do oiti *in natura* encontrou-se cerca de 63% de água, com os processos de secagem esse conteúdo diminuiu para menos de 17%. Notou-se que o produto da secagem pelo processo de liofilização apresentou menor umidade. O pó resultante da secagem por *refractance window* teve maior umidade. Entretanto, estatisticamente as umidades dos pós não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ).

De acordo com a Resolução N° 272 de 22 de setembro de 2005 (Brasil, 2005), que dispõe sobre o Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis, produtos de frutas secas ou desidratadas devem ter no máximo 25% de umidade. Portanto, os produtos dessa pesquisa estão de acordo com a legislação. A baixa umidade é uma das vantagens fornecidas durante a secagem que possibilita o aumento da vida útil do produto final (Celestino, 2010). Pois a perecibilidade de polpas de frutas ocorre principalmente em função da umidade (Milanez, 2016).

Os pós obtidos demonstraram atividade de água abaixo de 0,4. Quanto a isso, alimentos ricos em água com  $a_w > 0,9$  apresentam seu nutriente diluídos, servindo como substratos para micro-organismos. Entre 0,4 e 0,8 de  $a_w$  pode ocorrer reações químicas e enzimáticas no alimento resultando no aumento na concentração de reagentes. Já  $a_w$  próximo de 0,6 significa reduzido ou nenhum crescimento microbiano (Celestino, 2010). Uma vez que atividade de água presente no alimento caracteriza a água disponível para que reações químicas, bioquímicas e microbianas aconteçam causando alterações no alimento (Tadini *et al.* 2016). Oliveira *et al.* (2016) reporta  $a_w < 0,6$  na polpa liofilizada de guavira. Apesar das vantagens oriundas da secagem, diversas mudanças podem ser observadas no produto final com relação ao *in natura*, sejam elas químicas ou físicas. Dalmau *et al.* (2017) ao estudar maçãs congeladas e liofilizadas observou os decréscimos no conteúdo total de polifenóis e atividade antioxidante. Além disso, são notadas mudanças na coloração do alimento. Neste sentido de acordo com o exposto na tabela 03, os diferentes processos de secagem resultaram em alterações na coloração dos pós obtidos. Estas mudanças também podem ser observadas na Figura 2.

Em relação a mudança na coloração, observou-se o clareamento do produto em relação a polpa do fruto *in natura*, expresso pelo aumento no parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ). A luminosidade dos pós diferiu significativamente entre si. Sendo o pó obtido por meio da liofilização o que se apresentou mais claro e o da estufa obteve menor luminosidade.

Quanto a coordenada  $a^*$  os valores apresentaram diferenças estatísticas entres

os métodos de secagem. Porém, este parâmetro para o pó resultante da secagem em RW, manteve-se mais próximo ao valor encontrado na polpa *in natura*.

Não foram evidenciadas diferenças significativas estatisticamente nos parâmetros  $b^*$  e C entre as amostras liofilizadas e secas no RW, aumento das coordenadas sugerindo a presença de pós com coloração amarelada mais intensa se comparado ao pó obtido pela secagem na estufa, que apresentou menor croma (C) e  $b^*$ , mantendo resultados mais próximos ao encontrado na polpa *in natura*, isso implica que, de maneira geral, a secagem na estufa ocasionou menores alterações na coloração.

O ângulo de matriz (H) dos pós permanece próximo a  $90^\circ$ , o que corresponde a cor amarela. Como observado em outros alimentos como o grão de milho (KLJAK *et al.* 2014).

#### 4 | CONCLUSÃO

Por meio desta pesquisa foi possível notar a escassez de trabalhos relacionados ao oiti, ainda que seja uma fruta que apresente alto potencial nutritivo e tecnológico. O fruto apresenta-se rico em carboidratos e uma quantidade significativa de proteínas. A coloração amarelada da polpa sugere a presença de pigmentos como os carotenoides.

Os produtos secos apresentaram parâmetro luminosidade diferentes, o que indica que a secagem por liofilização proporciona pós com a coloração mais clara. De acordo com a quantidade de umidade e  $a_w$ , os pós também estão de acordo com os parâmetros para serem considerados microbiologicamente seguros.

Os métodos portanto, fornecem perspectivas quanto o uso do oiti em aplicações industriais, desenvolvimento de novos produtos, aproveitamento e disponibilidade do fruto, não dependendo de safra, pela vida de prateleira prolongada que a secagem oferece.

O método de secagem mais adequado pode ser definido pelo objetivo da secagem, o RW possibilitou a obtenção de um produto seco em pouco tempo, reduzindo assim os custos além de ser um método de fácil manipulação. A liofilização demandou maior quantidade de tempo, aumentando os custos da operação, entretanto, o produto obtido apresentou baixa umidade e  $a_w$ , além da coloração mais clara do produto seco. Já o produto obtido por secagem em estufa, devido ao tempo e temperatura utilizada, além da cor escura observada, pode ter tido maior perda de compostos nutricionais termossensíveis.

#### REFERÊNCIAS

AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia agrícola e ambiental**, v.3, n.3, p.349-353, 1999.

ANDRADE, E.H.A.; ZOGHBI, M. G. B; MAIA, J. G. S. Constituintes voláteis dos frutos de *licania tomentosa* Benth. **Acta amazônica**, v. 28, p.55-58, 1998.

A.O.A.C. Association of Official analytical Chemists. Official methods of analysis of **AOAC International**. 20 ed. 2016.

ARAGÃO, A. B. **Caracterização bioquímica e centesimal das espécies *Astrocaryum vulgare* Mart. (tucumã) e *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (uxi) nativas da região Amazônica**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara –SP, 2013.

AZEVEDO, S. C. M; VIEIRA, L. M.; MATSUURA, T.; SILVA, G. F.; DURVOISIN JUNIOR, S.; ALBUQUERQUE, P. M. Estudo da conservação das propriedades nutricionais da polpa de tucumã *in natura* e embalada a vácuo. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v.20 e2016107, 2017.

BARBOSA, W.L. R, PERES, A.; GALLORI, S.; VINCIERI, F. F. Determination of myricetin derivatives in *chrysobalanus icco* L. (chrysobalanaceae). **Rev. Bras. Farmacogn.** v.16, p.333-337, 2006.

BEZERRA, V. S.; PEREIRA, S. S. C.; FERREIRA, L. A. M. Caracterização físicas e físico-químicas do uxi (*Endopleura uchi* Cuatrec). Embrapa Amapá. 3º **Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel**. Varginha, 2006.

BRASIL. ANVISA- **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

CASTOLDI, M. **Estudo do Processo de Secagem de Polpa de Tomate por Refractance Window**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

CELESTINO, S. M. C. **Princípio da secagem de alimentos**. Embrapa Cerrado. Planaltina, DF. 2010.

DALMAU, M. E.; BORNHORST, G. M.; ELIM, V.; ROSSELLÓ, C.; SIMAL, S. Effect of freezing, freeze drying and convective drying on in vitro gastric digestion of apples. **Food Chemistry**. v. 215, n.15, p.7-16, 2016

FELLOWS, P. J. (2006), **Tecnologia do processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. 2ed. Porto Alegre: Artmed.

KLJAL, K.; GRBESA, D.; KAROLYI, D. Reflectance colorimetry as a simple method for estimating carotenoid content in maize grain. *Journal of Cereal Science*. v. 59, n.2, p. 109-111, 2014.

MELO, P. C, B. BARROSO, A. P. LIMA, A. M. SILVA, I. M; ALMEIDA, E. C. B. **Caracterização Física e Físico-química de Frutos do Oiti. (*licania tomentosa*). cultivado no vale do são Francisco**. CONNEPI. Instituto Federal de Alagoas, 2010

MILANEZ, J. T.; NEVES, L. C. ; SILVA, P. M. C. ; BASTOS, V. J. ; SHAHAB, M.; COLOMBO, R. C.; ROBERTO, S. R. Pre-harvest studies of buriti (*Mauritia flexuosa* L.F.), a Brazilian native fruit, for the characterization of ideal harvest point and ripening stages. **Scientia Horticulturae**, v. 202, p. 77–82, 2016.

MINOLTA. Precise color communication: color control from perception to instrumentation. **Japan: Minolta Co.Ltda**, p. 57, 1998.

OLIVEIRA, S.V.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J.; OSHIRO, M. A. CARNEVALI, T. O.; HONORATO, G.

A. Desidratação da polpa de *Campomanesia adamantium* cambess. O. Berg por liofilização”. **Interbio**, v. 9, p. 22-27, 2016.

ORDÓÑEZ, A.O. Tecnologia de alimentos. Artmed: São Paulo, v.2. 228p, (2005),

SOUSA, E. P.; SILVA, L. M. M.; SOUSA, F. C.; MARTINS, J. J. A.; GOMES, J. P. Características físicas e físico-química dos frutos de oiti. **Tecnol. & Ciên. Agropec.** João Pessoa, Número especial, v.7, p. 39-43, 2013.

SOUZA, G.S.; SILVA, M.C.; ANDRADE, K. M. N. S. S.; MISKINIS, R. A. S.; SOARES, F.O.; AZEVEDO, L.C. Determinação físico-química do oiti (*Licania tomentosa*) encontrado no vale do São Francisco (Petrolina PE). 9. **Anais** do XI Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e inovação (CONNEPI), Maceió., 2010.

STATSOFT, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 7, 2004.

TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. A.; PESSOA-FILHO, P. A. **Operações unitárias na indústria de alimentos**. v. 2 São Paulo-SP: Editora LTC, p. 652., 2016.

TEIXEIRA, L.L. **Análises bromatológicas e fitoquímicas em frutos de *Licania tomentosa* (Benth) frisch**. Dissertação (Mestrado em química) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 108p. 2011.

TIBURSKI, J. H.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; GODOY, R.O., PACHECO, S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**. v.44, n.7, p. 2326-2331, 2011.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidez 36, 39, 40, 41, 128  
Adsorção de níquel 107, 117  
Análises de difração de raios X 17, 22  
Ativação térmica da casca 123

### B

Biomassa 10, 33, 34, 100, 129, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 192, 194, 196, 198, 199, 200, 201, 205, 206

### C

Calor isostérico de sorção 131, 132, 139, 140, 141  
Calor latente de vaporização 132, 136  
Caracterização físico-química 38, 43, 141  
Casca de Buriti 123, 124, 129  
Catalisadores baseados em óxido de ferro 153, 156, 159, 160, 161  
Cinética de secagem 54, 56, 60, 61, 64, 65, 150  
Composição química 14, 16, 29, 33, 47, 49, 50, 196, 200, 205, 206  
Compósitos 2, 3, 8, 10, 11, 23, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 205, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216  
Compósitos poliméricos 164, 170, 210

### D

Decantador horizontal 90, 91, 95  
Densidade 6, 10, 36, 37, 39, 40, 59, 62, 82, 90, 95, 97, 145, 172, 175, 196, 198  
Determinação dos carboidratos 202

### E

Energia livre de Gibbs 27, 31, 33, 132, 135  
Entropia diferencial 133, 139, 140  
Equação de Gibbs- Helmholtz 135  
Esferas porosas 107, 110, 111, 119  
Espectrofotômetro 112, 127, 156, 202  
Estudo físico-químico 36

### F

Forças de atração intermolecular 136

### G

Granulometria 164, 179, 190, 200, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215

## I

Indústria aeroespacial 1, 2, 3, 5, 6, 9

Isotermas de sorção 131, 133, 134, 137, 138, 139

## L

Lama vermelha 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 216

Licores 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Licores de cupuaçu 36, 37, 38, 43

Lignocelulósica 172, 173, 174, 175, 176, 178, 180, 181, 182, 184, 185, 187, 189, 190, 192, 194, 196, 198, 199, 200, 206

Liofilizador 143, 144, 146

Lipase extracelular 99

## M

Microscopia eletrônica de varredura 13, 15, 17, 22

## N

Nanopartículas de ferro 81

## O

Óleo essencial 54, 55, 56, 59, 62

## P

Partículas com memória acoplada 66

pH 25, 26, 28, 30, 33, 36, 37, 38, 40, 41, 102, 109, 112, 113, 119, 120, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 156, 162, 202, 203

Polpa de Oiti 148

Propriedades dos catalisadores 153, 156

Propriedades dos compósitos 209, 215

Propriedades termodinâmicas 131, 133, 135, 136, 139

## Q

Quimiometria 37

Quitosana na adsorção de níquel 107

## R

Refractance Window 143, 144, 145, 149, 151

Resíduos de ferro 164

Resina benzoxazina 1, 4, 5, 6, 9, 10, 11

Resinas fenólicas 1, 2, 3, 5, 9

## T

Tamanho de partículas 175, 198, 200

Teor de lignina insolúvel 201

Tipo de dopante 153, 160

Tratamento térmico 13, 16, 17, 21, 22

Tratamento térmico-hidrometalúrgico 13, 16, 22

## U

Utilização de mesocarpo de coco verde 24

## V

Viscosidade 36, 37, 39, 40, 41, 95, 97, 205

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**