

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 de 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

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 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
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª 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
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 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. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª 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
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª 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
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª 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
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

CAPÍTULO 1	1
RESINA BENZOXAZINA: OBTENÇÃO E POTENCIAL DE APLICAÇÃO NO SETOR AEROESPACIAL	
Cirlene Fourquet Bandeira	
Aline Cristina Pereira Trofino	
Sérgio Roberto Montoro	
Michelle Leali Costa	
Edson Cocchieri Botelho	
DOI 10.22533/at.ed.5392020031	
CAPÍTULO 2	13
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	
DOI 10.22533/at.ed.5392020032	
CAPÍTULO 3	24
ESTUDOS CINÉTICO E TERMODINÂMICO DA UTILIZAÇÃO DE MESOCARPO DE COCO VERDE NA REMOÇÃO DE ÍONS FLUORETO EM SOLUÇÃO	
César Augusto Canciam	
Nehemias Curvelo Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.5392020033	
CAPÍTULO 4	36
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	
DOI 10.22533/at.ed.5392020034	
CAPÍTULO 5	45
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	
DOI 10.22533/at.ed.5392020035	

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 tamanhos maiores, sendo 8,14 cm de comprimento e 4,13 cm de largura.

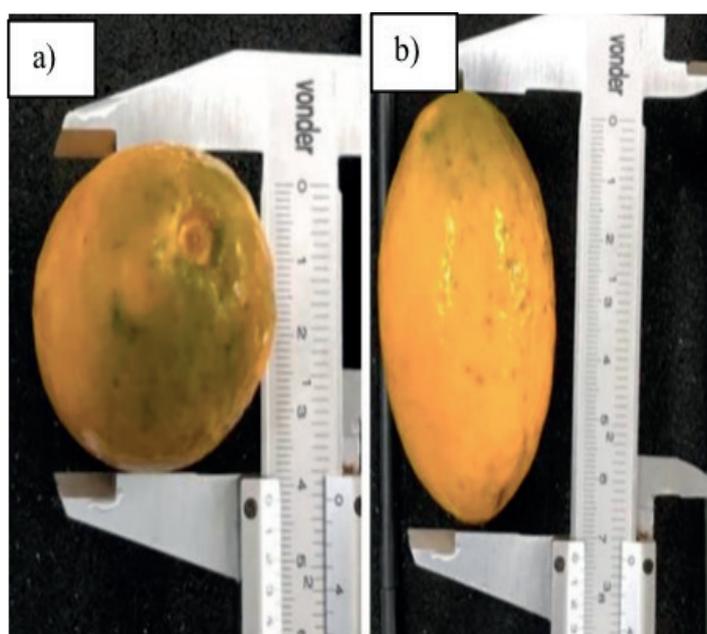


Figura 1: Formato do fruto oiti. a) medição da largura; b) medição do comprimento.

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)
Umidade (%)	62,35±0,26	72,85±0,12	72,3±0,9	58,14±0,61
Proteínas(%)	1,97±0,09	–	–	2,25±0,69
Lipídeos (%)	1,96±0,25	–	0,40±0,04	–
Cinzas (%)	0,66±0,47	0,69±0,01	1,4±0,01	1,50±0,04
Carboidratos	33,06±0,00	–	–	–
AW	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 ^a ±0,09	13,43 ^a ±0,04	14,99 ^a ±1,84
A_w	0,33	0,22	0,37
Parâmetros de cor			
L^*	65,52 ^a ±0,26	73,73 ^b ±0,14	55,69 ^c ±0,27
a^*	5,75 ^a ±0,15	2,83 ^b ±0,01	8,08 ^c ±0,71
b^*	32,78 ^a ±0,19	32,03 ^a ±0,26	23,15 ^b ±0,74
C^*	33,28 ^a ±0,21	32,15 ^a ±0,26	24,11 ^b ±1,35
H	80,05 ^a ±0,19	84,94 ^b ±0,07	70,45 ^c ±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° , 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