

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: Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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 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	
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

ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO DE LICORES DE CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum* Schum) COMERCIALIZADOS EM BELÉM DO PARÁ

Data de aceite: 11/03/2020

Química.

<http://lattes.cnpq.br/0018366150596190>

Regina Celi Sarkis Müller

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Química.

<http://lattes.cnpq.br/6549414943861479>

Antonio dos Santos Silva

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Farmácia.

<http://lattes.cnpq.br/9765974749424157>

João Pedro dos Reis Lima

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Farmácia (UFPA).

<http://lattes.cnpq.br/7282334861777520>

Allyson Allennon Pinheiro do Rosário

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Farmácia.

<http://lattes.cnpq.br/6683342105677978>

José Marcos Nobre de Moura Junior

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Farmácia.

<http://lattes.cnpq.br/8414385328343288>

Ewerton Carvalho de Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia, Centro
de Tecnologia Agropecuária.

<http://lattes.cnpq.br/2811409082832974>

Ivan Carlos da Costa Barbosa

Universidade Federal Rural da Amazônia, Centro
de Tecnologia Agropecuária.

<http://lattes.cnpq.br/3888979612130966>

Ewerton Reginaldo dos Santos Neves

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Farmácia.

<http://lattes.cnpq.br/1147261529074713>

Ronaldo Magno Rocha

Laboratório Central do Estado do Pará-LACEN-PA

<http://lattes.cnpq.br/545888747937182>

Charles Alberto Brito Negrão

Universidade Federal do Pará, Faculdade de

RESUMO: Licores são bebidas alcoólicas largamente consumidas no Brasil, produzidas com o emprego de diversas frutas, como o cupuaçu, que é uma fruta oriunda da Amazônia. O objetivo deste trabalho foi investigar alguns parâmetros físico-químicos de licor de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), produzido e comercializado em Belém do Pará, com a intenção de contribuir para o controle de qualidade do mesmo. Os parâmetros analisados foram: condutividade elétrica (CE), por meio de um condutivímetro, sólidos solúveis totais (SST), pelo método de refratometria, pH, utilizando-se um pHmetro, acidez, por meio do método titulométrico, viscosidade, utilizando-se um copo Ford e densidade por picnometria. O valor de sólidos solúveis totais foi 31,26° Brix (A) e 43,42° Brix (B). Enquanto obteve-se um pH de 3,07 (A) e 3,47 (B) e a condutividade elétrica foi de 0,53 mS/cm (A) e 0,54 mS/cm

(B). A densidade variou de 1,04 g/mL (A) e 1,04 g/L (B) e a viscosidade permaneceu entre 269,97 cSt (A) e 262,15 cSt (B). Esses parâmetros se mostraram concordantes com outros estudos realizados com licores de cupuaçu ou de outros frutos e com a legislação vigente, contribuindo, assim, para o seu controle de qualidade. A análise de componentes principais e hierárquica de agrupamentos empegada aos dados obtidos se revelou eficiente para distinção dos licores conforme sua origem.

PALAVRAS-CHAVE: Quimiometria, Bebidas alcoólicas, Amazônia

PHYSICAL-CHEMICAL STUDY OF COUPUÇU (*Theobroma grandiflorum* Schum) LIQUORS MARKED IN BELÉM DO PARÁ

ABSTRACT: Liqueurs are alcoholic beverages widely consumed in Brazil, produced with the use of various fruits, such as cupuaçu, a fruit from the Amazon. The objective of this work was to investigate some physicochemical parameters of cupuaçu liqueur (*Theobroma grandiflorum*), produced and marketed in Belém do Pará, with the intention of contributing to its quality control. The parameters analyzed were: electrical conductivity (EC), by means of a conductivity meter, total soluble solids (TSS), by the refractometry method, pH, using a pH meter, acidity, by the titrometric method, viscosity, using a Ford glass and density by picnometry. The total soluble solids value was 31.26° Brix (A) and 43.42° Brix (B). While a pH of 3.07 (A) and 3.47 (B) was obtained and the electrical conductivity was 0.53 mS/cm (A) and 0.54 mS/cm (B). Density ranged from 1.04 g/mL (A) to 1.04 g/L (B) and viscosity remained between 269.97 cSt (A) and 262.15 cSt (B). These parameters were in agreement with other studies performed with cupuaçu or other fruit liqueurs and with the current legislation, thus contributing to their quality control. The principal component analysis and hierarchical cluster applied to the obtained data proved to be efficient to distinguish the liquors according to their origin.

KEYWORDS: Quimiometric, Alcoholic beverages, Amazon

1 | INTRODUÇÃO

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) é um fruto típico da região Norte do Brasil. A fruticultura regional tem no cupuaçuzeiro uma das frutas mais populares da Amazônia. A polpa é muito apreciada para preparo de sucos, doces, compotas, bolos, tortas, licores, geleias, sorvetes, picolés, cremes, etc. (Souza, 1996; Ribeiro, 1997; Rocha Neto et al., 1999).

O cupuaçuzeiro é nativo da Amazônia oriental, e atualmente está disseminado por toda a bacia amazônica e norte do maranhão, atingindo também outros estados (Venturieri et al., 1993; Rocha Neto et al., 1999).

Na legislação, licores são bebidas alcoólicas com o teor entre quinze a cinquenta e quatro por cento, a vinte graus Celsius, com o percentual de açúcar acima de trinta gramas por litro, elaborada com álcool etílico, tendo adicionado substância de origem

vegetal ou extrato (Brasil, 2009). Os licores são uma alternativa para o aproveitamento de frutas regionais, agregando valor e possibilitando a geração de renda para as famílias rurais (Vieira, 2010).

Devido a carência na literatura de trabalhos que sejam regionais abordando o uso derivado do cupuaçu, o presente trabalho propôs-se estudar a diferenciação de licores de cupuaçu de duas marcas diferentes, através de parâmetros físico-químicos e sensoriais.

2 | OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química de dois licores de cupuaçu de marcas distintas comercializados em Belém do Pará, com a intenção de realizar uma comparação entre as mesmas, via análise miultivariada, além de ajudar no controle de qualidade de ambas.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostras

Foram coletadas 10 amostras de licor de cupuaçu, de duas fábricas distintas, totalizando 20 amostras. Estas foram adquiridas em Belém do Pará. as amostras foram levadas para o Laboratório de Física Farmacêutica da Faculdade de Farmácia da UFPA para realizar as análises físico-químicas, seguindo metodologias estabelecidas pelas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), tendo sido cada parâmetro realizado em triplicata.

3.2 Parâmetros Físico-Químicos

Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos:

3.2.1 Determinação de pH

Em uma alíquota de 5 mL do licor de cupuaçu, diluída com água destilada para 50 mL, se introduziu o eletrodo de um pHmetro previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Fez a leitura direta no visor do aparelho.

3.2.2 Condutividade Elétrica (CE)

Para a determinação da condutividade elétrica foi adicionado à mesma solução preparada para a medição de pH, o eletrodo de um condutímetro portátil previamente calibrado com solução padrão de 1,43 mS/cm, indicando a condutividade elétrica da solução diretamente no visor do aparelho.

3.2.3 Densidade

Foi determinada através do método picnométrico, utilizando-se um picnômetro de 10 mL previamente calibrado e uma balança analítica para determinar a massa m contida no recipiente. A densidade foi determinada através da equação.

$$d \text{ (g/mL)} = \frac{m}{V} \quad (1)$$

3.2.4 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Foram determinados através de leitura direta em refratômetro portátil (Instrutherm, modelo ATAGO 090), colocando-se sobre o prisma 1 ou 2 gotas da amostra de licor, sendo o valor de SST lido diretamente na escla do aparelho, em ° Brix.

3.2.5 Acidez

Pesaram-se de 1 a 5 g de cada amostra e se transferiu para um frasco Erlenmeyer de 125 mL, diluindo-se a alíquota com 50 mL de água destilada. Adicionaram-se de 2 a 4 gotas de solução fenolftaleína a 1 %, e foi titulado com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol/L, até coloração rósea. Para o cálculo da acidez se empregou a equação (2), onde V é o volume consumido na titulação, em mL, da solução de hidróxido de sódio 0,01 mol/L, f é o fator de correção da solução de hidróxido de sódio empregada, m representa a massa de licor, em g, da amostra usado na titulação e 1000 é o fator de diluição da amostra inicial.

$$\text{Acidez} \left(\frac{\text{meq}}{\text{kg}} \right) = \frac{V \cdot f \cdot N \cdot 1000}{m} \quad (2)$$

3.2.6 Viscosidade

Para a verificação da viscosidade, utilizou-se um copo de Ford. Preenchendo o Copo com amostra e fechando o orifício, com o dedo, enchendo o copo até o nível máximo com a amostra. Após a amostra atingir o nível máximo o dedo foi movido de lugar para que a amostra escoasse. No momento do início do escoamento foi acionado o cronometro, descobrindo assim, o tempo total de escoamento do licor no determinado copo. Depois de obtido o tempo, observou-se o nº do copo ford e sua fórmula de viscosidade, substituiu-se os valores do tempo na fórmula e o valor da viscosidade foi encontrada.

$$\text{viscosidade (cSt)} = 12,1 \cdot (t - 2) \quad (3)$$

3.3 Análises Estatísticas dos dados

Aos dados obtidos foram aplicados testes t de Student para se verificar se os valores médios obtidos para cada um dos parâmetros analisados são significativamente diferentes ou não de acordo com a marca do licor estudada, sendo o resultados expresso em letras, que, se iguais, oindicam não haver diferença significativa entres as médias obtidas para os dois conjuntos amostrais (duas marcas de licores), com 95 % de significância.

Aos dados que apresentaram diferença significativa entre as marcas de licores, foi aplicada a técnica estatística multivariada de análise de componentes principais (ACP) e análise hierárquica de agrupamentos (AHG) com o intuito de verificar se tais parâmetros são suficientes na discriminação do produto conforme a fábrica de origem.

4 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas estão dados na Tabela 1, onde são apresentados valores médios de três determinações por amostra, seguido do desvio padrão.

O pH influencia na palatabilidade, no desenvolvimento de microrganismos, na escolha da temperatura de esterilização, na escolha de aditivos entre outros (Chaves et. al., 2004). O pH médio encontrado foi de 3,07 (marca A) e 3,47 (marca B), valores abaixo do 3,6 encontrado no licor de camu-camu (Vieira, 2010) e no licor de acerola (Penha et. al., 2001). O baixo valor de pH encontrado é importante por ser um fator limitante para o crescimento de bactérias.

A Condutividade elétrica (CE) média encontrada para as marcas analisadas foi de 0,53 mS/cm (marca A) e 0,54 mS/cm (marca B), sendo mais elevada que as encontradas por Martins et al. (2015) para licor de bacuri (entre 0,21 e 0,50 mS cm⁻¹).

As amostras A e B obtiveram valores de densidade de 1,04 g/mL, sendo menores que os valores 1,16 g/mL a 1,18 g/mL encontrados no licor de banana (Teixeira et. al., 2005).

Amostra	pH	CE (mS/cm)	Viscosidade (cSt)	SST (o Brix)	Densidade (g/mL)	Acidez (%)
A1	3,53 ± 0,00	0,54 ± 0,00	274,30 ± 8,73	31,33 ± 0,11	0,99 ± 0,03	2,77 ± 1,30
A2	3,30 ± 0,00	0,52 ± 0,01	270,91 ± 1,39	31,20 ± 0,00	1,05 ± 0,01	1,85 ± 0,00
A3	3,30 ± 0,00	0,52 ± 0,01	269,14 ± 3,13	31,33 ± 0,11	1,07 ± 0,00	3,70 ± 2,61
A4	3,20 ± 0,00	0,54 ± 0,00	268,94 ± 1,73	31,33 ± 0,11	1,03 ± 0,03	2,77 ± 1,30
A5	3,03 ± 0,00	0,54 ± 0,00	269,02 ± 2,30	31,26 ± 0,11	1,01 ± 0,00	3,70 ± 0,00
A6	2,96 ± 0,00	0,52 ± 0,00	269,58 ± 1,92	31,26 ± 0,11	1,03 ± 0,00	3,70 ± 2,61
A7	2,90 ± 0,00	0,54 ± 0,00	270,15 ± 3,02	31,20 ± 0,00	1,04 ± 0,00	2,77 ± 1,30
A8	2,80 ± 0,00	0,54 ± 0,00	269,50 ± 0,72	31,26 ± 0,11	1,04 ± 0,00	1,85 ± 0,00
A9	2,80 ± 0,00	0,54 ± 0,00	270,51 ± 1,33	31,26 ± 0,11	1,05 ± 0,00	1,85 ± 0,00
A10	2,90 ± 0,00	0,54 ± 0,00	267,61 ± 3,04	31,26 ± 0,11	1,06 ± 0,00	1,85 ± 0,00

Geral	3,07 ^a ± 0,05	0,53 ^a ± 0,00	269,97 ^a ± 2,73	31,26 ^a ± 0,09	1,04 ^a ± 0,01	2,68 ^a ± 0,91
B1	3,40 ± 0,00	0,54 ± 0,00	266,07 ± 7,50	43,46 ± 0,23	0,96 ± 0,07	2,89 ± 1,36
B2	3,40 ± 0,00	0,54 ± 0,00	259,50 ± 1,64	43,33 ± 0,23	1,05 ± 0,00	1,92 ± 0,00
B3	3,40 ± 0,00	0,54 ± 0,00	261,52 ± 1,99	43,33 ± 0,23	1,06 ± 0,00	2,89 ± 1,36
B4	3,50 ± 0,00	0,54 ± 0,00	263,25 ± 1,77	43,60 ± 0,00	1,03 ± 0,03	2,89 ± 1,36
B5	3,50 ± 0,00	0,54 ± 0,00	262,93 ± 1,21	43,60 ± 0,00	1,02 ± 0,00	1,92 ± 0,00
B6	3,50 ± 0,00	0,54 ± 0,00	262,32 ± 2,18	43,33 ± 0,23	1,04 ± 0,00	1,92 ± 0,00
B7	3,50 ± 0,00	0,54 ± 0,00	261,03 ± 1,64	43,20 ± 0,00	1,04 ± 0,01	1,92 ± 0,00
B8	3,50 ± 0,00	0,54 ± 0,00	262,69 ± 0,72	43,60 ± 0,00	1,04 ± 0,02	1,92 ± 0,00
B9	3,50 ± 0,00	0,54 ± 0,00	260,31 ± 0,77	43,33 ± 0,23	1,06 ± 0,00	3,85 ± 2,72
B10	3,50 ± 0,00	0,54 ± 0,00	261,84 ± 0,48	43,46 ± 0,23	1,07 ± 0,01	1,92 ± 0,00
Geral	3,47 ^b ± 0,00	0,54 ^a ± 0,00	262,15 ^b ± 1,99	43,42 ^b ± 0,00	1,04 ^a ± 0,00	2,40 ^a ± 0,68

Legenda: Letras iguais sobre as médias gerais dos parâmetros (mesma coluna) significam não haver diferença significativa, com 95% de confiança, conforme test t de Student (VIEIRA, 2011).

Tabela 1 – Resultados dos seis parâmetros estudados para os licores

A viscosidade média para as duas marcas, A e B, foram de 269,97 cSt e 262,15 cSt. Sendo que, a viscosidade pode ser definida como a medida do atrito interno de um fluido, ou seja, a resistência que ele tem para fluir. Logo, quanto maior a viscosidade, menor será a velocidade que ele se movimenta (LANCHMAN et. al., 2001). Com isso, admite-se que o licor de cupuaçu é um fluido de baixa viscosidade e com um rápido escoamento. Também se observou que não houve diferença significativa deste parâmetro nas amostras.

Segundo Chaves et. al. (2004), os Sólidos Solúveis Totais (SST) representam todos os constituintes da matéria-prima alimentícia que não seja a água e substâncias que vaporizem a temperaturas inferiores ou iguais a 105° C, essa medida é utilizada nas indústrias para intensificar o controle de qualidade de produtos e é constituída em maior parte de açúcares. No presente estudado encontrou-se uma média 31,26° Brix (marca A), que se aproxima do valor de 33° Brix encontrado por Vieira (2010) no licor de camu-camu. Por outro lado, a marca B apresentou valor de 43,42° Brix que, juntamente, com a marca A, estão dentro do preconizado pela legislação, que estipula valor superior a 30° Brix (Brasil, 2008).

Os valores encontrados para acidez foram de 2,68 % (marca A) e 2,40 (marca B) que são superiores ao encontrado por Leite et al. (2012) para licor de mangaba (1,13 %). Esse alto valor de acidez confirma o que o pH já havia sugerido.

A aplicação de ACP produziu o gráfico presente na Figura 1.

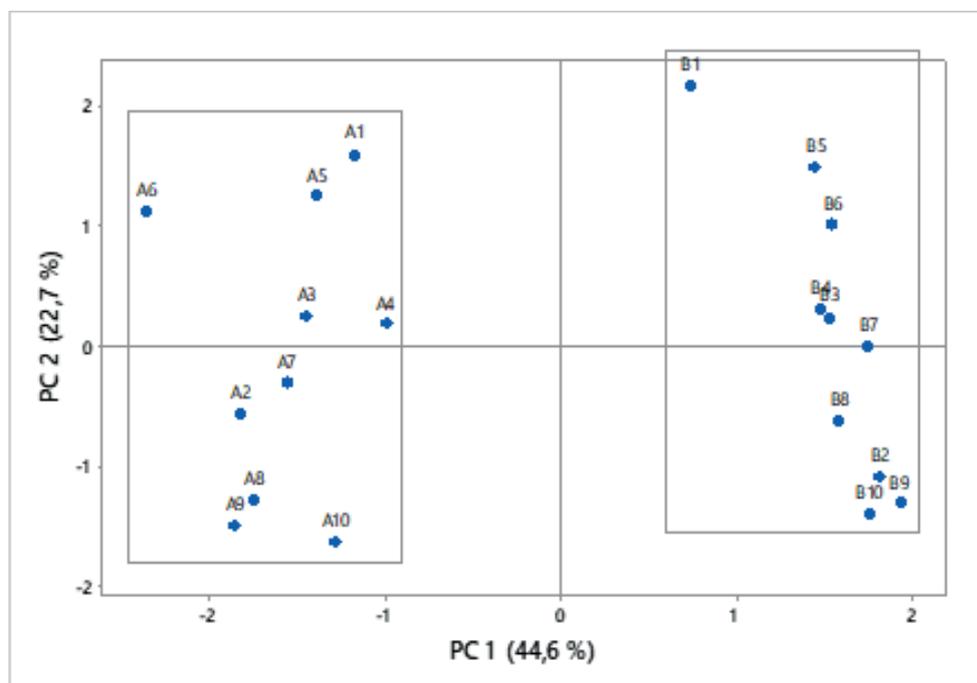


Figura 1. Gráfico das duas primeiras componentes principais

Pelo gráfico acima se percebe que os parâmetros investigados foram suficientes para a distinção dos licores de acordo com a sua fábrica produtora, sendo que as duas primeiras componentes principais juntas explicam 67,3 % da variabilidade dos dados.

A aplicação da técnica de análise de agrupamentos, executada com dados padronizados, usando a distância euclidiana e ligações completas produziu o gráfico da Figura 2.

Percebe-se que as amostras de licor da marca A são totalmente não similares as amostras da marca B. Confirmando os resultados da análise de componentes principais.

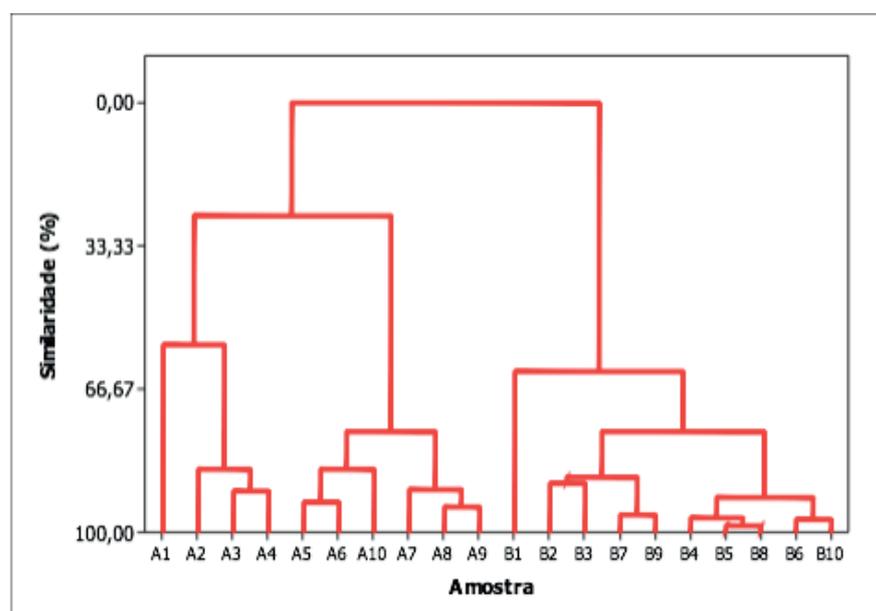


Figura 2. Dendrograma referente às amostras estudadas

5 | CONCLUSÃO

As análises empregadas visaram avaliar a qualidade em relação a quesitos físico-químicos presentes no licor de cupuaçu, comparando os dados obtidos das amostras com a faixa que a legislação brasileira preconiza, além de comparar com outros dados presentes na literatura. Sempre lembrando que são vários os fatores que podem alterar as características físico-químicas do licor e vale ressaltar que estas análises são importantes na detecção de licores com a qualidade comprometida, visto que podem ser prejudiciais aos consumidores. A ACP e a AHG aplicadas aos dados obtidos se mostraram suficiente e eficiente na discriminação dos licores de cupuaçu de acordo com a fábrica produtora, indicando que ela pode ser útil no controle de qualidade desse produto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 55, de 31 de outubro de 2008. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 31 de out. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 4 de Julho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 05 de jun.2009.

CHAVES, M.C.V.; GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F.A.C.; LEITE, J.C.A.; SILVA, F.L.H. Caracterização físico-química do suco da acerola. Rev. Biol. Ciênc. Ter., v 4, 2004.

LACHMAN, L.; LIEBERMAN, H.A.; KANING, J.L. *Teoria e prática na indústria farmacêutica*. Lisboa: Fundação Calouse Gulbenkian, 2001.

LEITE, N. D.; PLÁCIDO, G. R.; FURTADO, D. C.; OLIVEIRA, K. B.; MOURA, L. C.; SILVA, K. S. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE LICOR DE MANGABA. In: I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus Rio Verde do IFGoiano, 2012.

MARTINS, D. S.; PINHEIRO, D. S.; SOUZA, E.C. (UFRA) ; SILVA, P.M.M.; BARBOSA, I.C.C.; SILVA, A.S.. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE LICOR DE BACURI COMERCIALIZADO EM BELÉM DO PARÁ. In: 55º Congresso Brasileiro de Química, Goiânia-GO, 2015.

PENHA, E. M.; BRAGA, N.C.A.S.; MATTA, V.M.; CABRAL, L.M.C.; MODESTA, R.C.D.;FREITAS, S.C. Utilização do retentado da ultrafiltração do suco de acerola na elaboração de licor. B. *CEPPA*., v. 19 n. 2, p. 267-276, 2001.

RIBEIRO, G. D. Situação atual e perspectiva da cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém. Anais...Belém: Embrapa Amazônia Oriental/JICA, 1997. P. 109-118. (Embrapa Oriental Documentos, 89).

ROCHA NETO, O. G. da; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. de; CARVALHO, J. E. U. De; LAMEIRA, O. A.; SOUZA A. R. De; MARADIAGA, J. B. G. Cupuaçu. In: principais *produtos extrativos da amazônia e seus extrativos técnicos*. Brasília: Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, 1999. P.

SOUZA, A. das G. C. de. Recursos genéticos do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) schum.). In: WORKSHOP SOBRE AS CULTURAS DE CUPUAÇU E PUPUNHA NA AMAZÔNIA, 1., 1996, Manaus. Anais...Manaus: Embrapa-CPAA, 1996. P110-126. (Embrapa-CPAA. Documentos,6).

TEIXEIRA, L.J.Q.; RAMOS, A.M.; CHAVES, J.B.P.; SILVA, P.H.A.; STRINGHETA, P.C. Avaliação tecnológica da extração alcoólica no processamento de licor de banana. B. CEPPA, v. 23, n. 2, p. 329-346, 2005.

TEIXEIRA, L.J.Q.; RAMOS, A.M.; CHAVES, J.B.P.; STRINGHETA, P.C. Teste de Aceitabilidade de Licores de Banana. *Rev. Bras. Agric.* v. 13, 2007.

VENTURIERI, G. A.; RONCHI-TELES, B.; FERRAZ, I. D .K.; LOURDE, M.; HAMADA, N. *Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento*. Belém: clube do cupu, 1993.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 4^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

VIEIRA, V.B.; RODRIGUES, J.B.; BRASIL, C.C.B.; ROSA, C.S. Produção, caracterização e aceitabilidade de licor de camu-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) MCVAUGH). *Alim. Nutr.*, v. 21, p. 519-522, 2010.

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