

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^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Prof^a 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^a 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^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Prof^a Dr^a 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^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Prof^a 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^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a 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^a 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^a Ma. Renata Luciane Posaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a 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 AGROINDUSTRAIS

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

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

Data de submissão: 01/12/2019

Data de aceite: 11/03/2020

Ciência e Tecnologia

Ananindeua - Pará

<http://lattes.cnpq.br/9461672108039581>

Larissa Tavares Esquerdo

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Ciência e Tecnologia
Ananindeua - Pará

<http://lattes.cnpq.br/6226134213929303>

Brenda Thayssa Figueira Daniel

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Mecânica
Belém - Pará

<http://lattes.cnpq.br/1993134397856983>

Yuri Leon dos Santos Silva

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Ciência e Tecnologia
Ananindeua - Pará

http://lattes.cnpq.br/600608_9046462610

Elinaldo Silva Caldas

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Ciência e Tecnologia
Ananindeua - Pará

<http://lattes.cnpq.br/0725156307955665>

Alacid do Socorro Siqueira Neves

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Engenharia de Materiais
Ananindeua - Pará

<http://lattes.cnpq.br/4480788820987458>

Reginaldo Sabóia de Paiva

Universidade Federal do Pará, Faculdade de

Disterfano Lima Martins Barbosa

Universidade Federal do Pará, Faculdade de
Ciência e Tecnologia
Ananindeua - Pará

<http://lattes.cnpq.br/5619873050662231>

RESUMO: Este trabalho possui como objetivo verificar a capacidade de adsorção do Cobre II pelo carvão ativado da casca de Buriti e analisar o processo de ativação em diferentes temperaturas para a identificação da qualidade do carvão ativado produzido. A pirólise foi realizada em forno mufla a temperatura de 400°C, em seguida o produto obtido foi pulverizado e submetido ao processo de ativação térmica nos tempos de 1, 2 e 3 horas a 800°C, respectivamente. O carvão ativado obtido foi submetido a ensaios de adsorção por 60 min utilizando uma solução de Cobre II para promover o contato da adsorção pelo carvão ativado e também para avaliar a capacidade de adsorção dos carvões ativados produzidos. Os resultados obtidos demonstram a diminuição da concentração do Cobre II da solução submetida ao processo de adsorção, apresentando o rendimento percentual de remoção da amostra acima de 98%. Verifica-se que a porcentagem da adsorção é maior quanto maior pH final da

solução aquosa, a adsorção aquosa ocorre com maior eficiência com pH 9,76, onde a adsorção apresentou 99,80% de remoção. A eficiência do carvão ativado da casca de buriti na adsorção do cobre deve-se ao tamanho reduzido do material e ao tratamento aplicado à mesma. Com base nesses resultados, observa-se que a casca de buriti apresenta ótima capacidade de adsorção.

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção, casca de buriti, ativação térmica.

COPPER II ADSORPTION FROM BURITI PEEL THERMAL ACTIVATION (FLEXULE MAURITIA)

ABSTRACT: This work aims to verify the ability to adsorption of Copper II by activated buriti shell coal and analyze the activation process at different temperatures to identify the quality of activated carbon produced. Pyrolysis was performed in a muffle oven at 400°C, then the product obtained was sprayed and submitted to the thermal activation process at times of 1, 2 and 3 hours at 800°C, respectively. The activated charcoal obtained was submitted to adsorption tests for 60 min using a Copper II solution to promote the contact of adsorption by activated carbon and also to evaluate the adsorption capacity of the activated coals produced. The results obtained demonstrate the decrease in the concentration of Copper II of the solution submitted to the adsorption process, presenting the percentage yield of removal of the sample above 98%. It is verified that the percentage of adsorption is higher the higher the final pH of the aqueous solution, aqueous adsorption occurs more efficiently with pH 9.76, where adsorption presented 99.80% removal. The efficiency of activated buriti shell charcoal in copper adsorption is due to reduced material size and treatment applied to it. Based on these results, it is observed that the buriti shell has excellent adsorption capacity.

KEYWORDS: Adsorption, buriti bark, thermal activation.

1 | INTRODUÇÃO

Toda e qualquer atividade econômica possui estreita vinculação com o meio ambiente. Segundo Pezoti e Osvaldo (2014), esta associação pode ser observada com o aumento da demanda sobre bens e serviços ambientais, a exemplo de água, solo e biodiversidade; geração de resíduos e processos poluentes, como a indústria de produtos químicos e resíduos da mineração. Países desenvolvidos e subdesenvolvidos estão sofrendo com a crescente poluição do meio ambiente, pois tal relação decorre de um rápido crescimento econômico associado à exploração de recurso natural. Silva (2016) afirma que, ao lado das crescentes dificuldades provocadas por esse tipo de contaminação, estão os processos utilizados para extrair matérias-primas e para transformá-las em produtos para fins de consumo em elevada escala.

O desenvolvimento industrial das últimas décadas tem sido um dos principais responsáveis pela contaminação do meio ambiente, seja devido à negligência no

tratamento de seus efluentes ou mesmo por acidentes cada vez mais frequentes que propiciam o lançamento de muitos poluentes no meio ambiente. De acordo com Salvador (2009), dentre os diversos tipos de poluentes, os metais pesados têm sido mais estudados, pois alguns são extremamente tóxicos para o organismo humano, mesmo em concentrações muito baixas. Os metais pesados são elementos químicos metálicos, de peso atômico alto, que são encontrados na natureza em diversos minérios. Brasil (2006) utiliza a Resolução nº 357 do CONAMA o lançamento de despejos de efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderá ser feito, direta ou indiretamente, nos corpos de água de classe 1 a 8, desde que atendam às condições dispostas na resolução, e não venham fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados.

A água, para o abastecimento público, muitas vezes requer um tratamento complementar, com objetivo de remover algumas substâncias causadoras de sabor, cor e odor na mesma, geralmente ocasionada pelos metais pesados. Segundo Di Bernardo e Dantas (2005), a maioria das substâncias tóxicas presentes na água pode ser adsorvida pelo carvão ativado, sendo que no processo de adsorção as moléculas do adsorvato são transferidas para a superfície do adsorvente, permanecendo aí retidas, ou seja, ficam retidas nos poros do carvão ativado. Marrara (2005), cita que a filtração lenta é um processo que representa uma opção tecnológica para o tratamento de água, onde vários estudos estão sendo realizados para avaliação da eficiência de filtros lentos, na remoção de microrganismos patogênicos e indicadores de contaminação, foram observadas elevadas taxas de remoção. Ou seja, O tamanho dos poros desenvolvidos durante o processo de ativação é determinante no comportamento de adsorção no carvão. Os poros atuam como uma espécie de peneira, a qual impede a passagem de moléculas maiores do que o seu diâmetro, selecionando as moléculas a serem adsorvidas.

Há diversos estudos para encontrar aplicações economicamente viáveis para o uso de biomateriais, neste contexto, a utilização das cascas do fruto buriti (*Mauritia Flexuosa*) como adsorvente para possível tratamento de efluentes contaminados é uma aplicação viável, devido à abundância e o baixo custo deste material. Segundo Brito (1990), é válido ressaltar que a utilização de adsorventes a partir de resíduos agrícolas tais como casca de laranja, de coco, talo da uva, fibra de bambu e outros, tem despertado a atenção da comunidade científica, pois pode contribuir para o desenvolvimento de tecnologias limpas. Deste modo, o uso desses biomateriais como adsorventes, surge como uma alternativa promissora e de grande interesse para o tratamento de efluentes industriais contendo metais em solução.

2 | ADSORÇÃO

De acordo com Pinheiro et al., (2006), o processo de adsorção é um fenômeno físico ou químico em que uma substância, chamada adsorvato, une-se fortemente à superfície de contato de um material, chamado adsorvente. Na adsorção ocorre uma acumulação de moléculas sobre a superfície do adsorvente. Quando um adsorvente encontra-se em contato com o soluto, há um decréscimo de sua concentração na fase líquida e um aumento sobre a superfície do adsorvente, até se obter uma condição de equilíbrio.

- **Adsorção Física:** O adsorvato e o adsorvente interagem por forças atrativas de Van der Waals. Esse tipo de interação gera um fenômeno reversível, onde é possível observar que mais de uma camada do adsorvato é ligada a superfície do adsorvente e o equilíbrio é alcançado rapidamente. (PEREIRA et al., 2008).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas de metodologia aplicada neste trabalho estão baseadas nos trabalhos de Melo (2012), que trabalhou com a casca da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* L.) e Pinto (2011), no qual trabalhou com o caroço de Buriti (*Mauritia Flexuosa*), bem como as análises da absorção atômica e o pH estão dentro das normas pré-estabelecidas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Na produção do carvão ativado, foram utilizados como material precursor, cascas de buriti proveniente da região metropolitana de Belém – Marituba – PA, por tratar-se de um resíduo comum da floresta nativa amazônica, encontrado em grande quantidade e pouca explorada comercialmente. As etapas da metodologia aplicada nesta pesquisa estão dispostas na Figura 1.

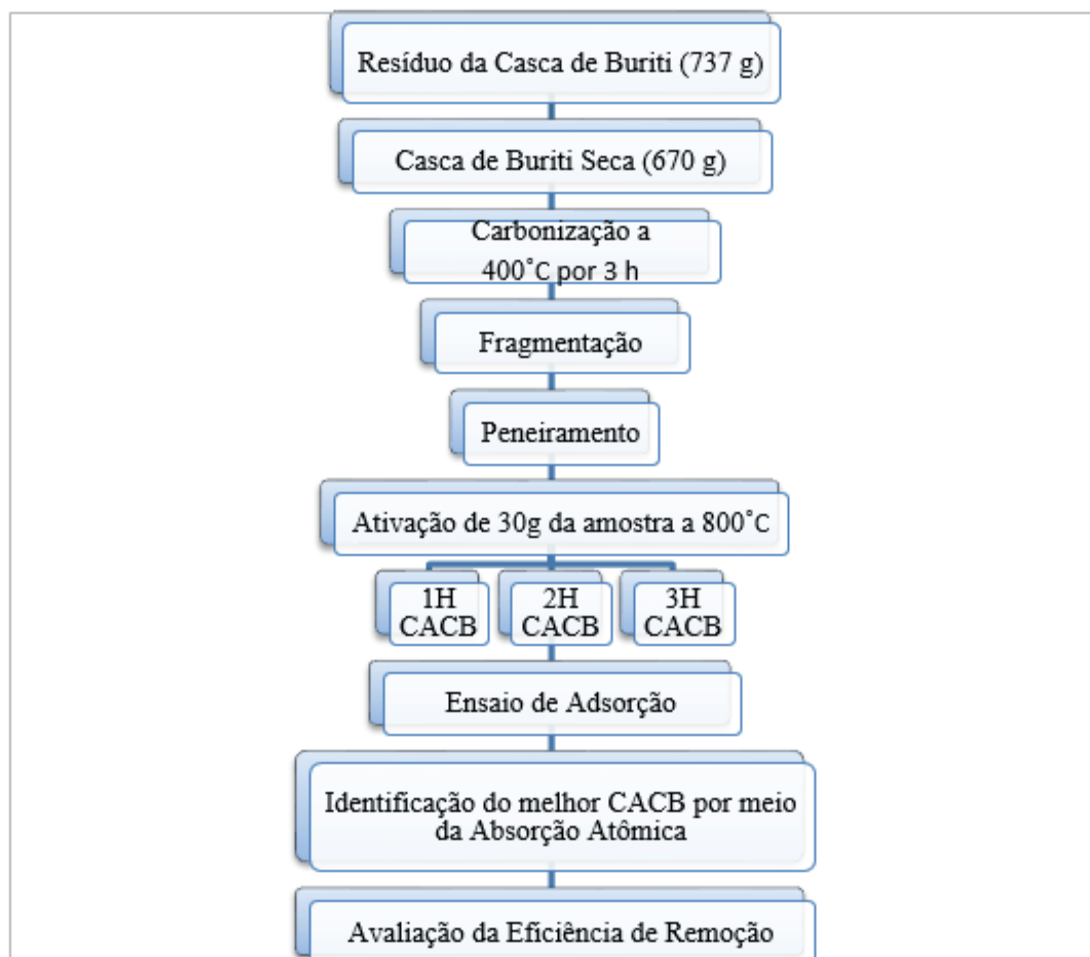


Figura 1 - Fluxograma da Metodologia Aplicada.

Fonte: Autores (2019)..

- **Ensaio de Adsorção:** Executou-se o ensaio de adsorção para a avaliação da capacidade de adsorção dos carvões ativados obtidos. Este ensaio manteve-se constante os seguintes parâmetros: concentração do adsorvato sulfato de cobre II em cada alíquota (25 mL da solução contendo 50 ppm obtido de uma solução estoque de 1000 ppm preparada do mesmo sal); concentração do adsorvente (aproximadamente 1g de adsorvato de cada tempo de ativação pesado em balança analítica inserido no becker de 100mL) e o tempo de contato da solução de sulfato de cobre II com o adsorvente por 60 min sob agitação. As amostras permaneceram sob a agitação por 60 min e após o referido tempo, as amostras foram filtradas e armazenadas a temperatura ambiente para posterior análise em absorção atômica.
- **Espectrofotômetro de Absorção Atômica:** É um método de análise usado para determinar qualitativamente e quantitativamente a presença de metais em uma solução qualquer. Executou-se o ensaio de acordo com a metodologia da norma ABNT NBR 11834, 1991. Para efetuar a avaliação do equilíbrio de adsorção. O ensaio foi realizado em triplicatas e as soluções filtradas após serem submetida ao contato com o carvão ativado foram armazenadas em tubetes com tampa de rosca e levadas para a análise de absorção atômica modelo Espectrômetro: ICE 3000 AA05131503 v1, 30.
- **Determinação do PH:** Segundo a ABNT NBR 7353/2014, as medições de pH podem ser feitas em soluções aquosas contendo altas concentrações de

eletrólitos ou compostos orgânicos solúveis em água. O Potencial de Hidrogeniônico (pH) significa uma escala logarítmica que mede o grau de acidez ou alcalinidade de uma determinada solução. Neste ensaio, o pH das amostras foi medido nas alíquotas filtradas por meio de um peagâmetro modelo HANNA – HI98108.

4 | RESULTADOS

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram a redução na concentração na solução de cobre (II), obtida no ensaio de adsorção, conforme a Tabela 1.

| Amostra | T (min) | C _i (mg/L) | $\bar{x}C_f$ (mg/L) | ΔC | R% | pH | Caracterização |
|---------|---------|-----------------------|---------------------|------------|-------|------|----------------|
| BRANCO | 60 | 48,4407 | 48,4407 | 0,00 | 0,00 | 4,54 | Ácido |
| CAB1H | 60 | 48,4407 | 0,0954 | 48,3453 | 99,80 | 9,76 | Base |
| CAB2H | 60 | 48,4407 | 2,1370 | 46,3037 | 95,58 | 8,54 | Base |
| CAB3H | 60 | 48,4407 | 0,2979 | 48,1428 | 99,38 | 9,50 | Base |

Tabela 1 – Percentual de Remoção de Cu (II).

Fonte: Autores (2019).

Os resultados apresentados na Tabela 1 demonstram a diminuição da concentração da solução submetida ao processo de adsorção, pois os valores da concentração foram inferiores em relação a solução bruta. O rendimento percentual de remoção de 1 h e 3 h apresentou um excelente percentual de remoção, acima de 98%;

Devido às eficiências de remoção aproximadas, escolheu-se a amostra de CACB1H como o melhor carvão ativado a 800°C, devido ao maior percentual de remoção de Cu (II). Quadros (2014), diz que, se a coloração dos efluentes do tingimento pudesse ser totalmente eliminada, através de um processo eficiente de adsorção, estes poderiam ser reutilizados para outros processos como enxágues, limpeza ou tingimento, com consequência na economia de consumo de água da indústria.

O resultado do pH da amostra “branco”, foi de 4,01, que é o pH natural da solução de sulfato de cobre (II). Segundo Melo (2012), dependendo da temperatura de ativação, os carvões ativados podem ser considerados como ácidos, quando ativados a temperatura de 200 a 400°C ou básicos, quando ativados a temperaturas de 800 a 1000 °C. Logo, O pH das amostras entra de acordo com a literatura, pois apresentaram o caráter básico, por ter sido submetido a uma temperatura de 800°C. Verifica-se que a porcentagem de adsorção é maior quanto maior o pH final da solução aquosa, a adsorção ocorre com maior eficiência com pH 9,76 onde a adsorção apresentou 99,80%, Isso poderia ser explicado pela presença de maior número de sítios adsorventes na superfície do carvão nessa faixa de pH, o que aumentaria a tendência de interação

com os íons de cobre. Esse resultado demonstra que é importante controlar o pH, devido a competição que ocorre entre os íons do cobre e os íons H⁺ presentes na solução pelos sítios do carvão, essa captura pode ser justificada devido a associação e dissociação de alguns grupos funcionais do material.

5 | CONCLUSÃO

O adsorvente Carvão Ativado da Casca de Buriti (CACB), ativado a 800°C por um período de 1h (CACB1H) se apresentou como melhor material para a avaliação de eficiência de remoção de cobre (II), por meio da adsorção; pois dentre os materiais produzidos, o CACB1H teve o pH próximo de 10, o que facilita a adsorção de muitos elementos. Logo, o CACB pode representar uma alternativa original como material adsorvente no tratamento de águas residuárias que contenha cobre (II), pois eles tornam-se rejeito comum quando o fruto é utilizado na culinária ou pela produção e extração de óleo. Ademais, casca do buriti atual como uma interessante alternativa para a produção do carvão ativado, ajudando na redução dos impactos que esses resíduos podem gerar no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7353: **Soluções aquosas - Determinação do pH com eletrodos de vidro**. São Paulo, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, .Vol. p. 212. 2006.

BRITO, José Otavio. Princípios de Produção e Utilização de Carvão Vegetal de Madeira. **Tese de Doutorado. Departamento de Ciências Florestais - Universidade de São Paulo**, 19 de Maio de 1990. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap9.pdf>. Acesso em: 11 de Março de 2019.

DI BERNARDO, L. e DANTAS A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. São Carlos, Vol. p.1565. 2005.

MARRARA, Danilo A. F. **Filtração lenta em areia, manta não tecida e carvão ativado como pós-tratamento de efluentes doméstico e reúso**. Dissertação - Programa de Pós -Graduação - Campinas Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Civil - Arquitetura e Urbanismo, 2005.

MELO, Selma dos Santos. **Produção do Carvão Ativado a partir da Biomassa Residual da Castanha do Brasil (Bertholletia Excelsa L.) para Adsorção do Cobre (II)**. Dissertação - Mestrado Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia - Programa de Pós Graduação em Engenharia Química.- Belém, 2012.

PEREIRA, E. **Preparação do Carvão Ativado em Baixas Temperaturas de Carbonização a partir de Rejeitos de Café: Utilização de FeCl₃ como Agente Ativante**. Química Nova - Minas Gerais, Vol. 31. 2008.

PEZOTI, O. J. e CAZETTA A. L. **Adsorption studies of methylene blue onto ZnCl₂ – activated carbon produced from buriti shells (Mauritia Flexuosa L.)**. Journal of Industrial and Engineering Chemistry. Amsterdam, Holanda, 2014.

PINHEIRO, P. C. C., SAMPAIO R. S. e REZENDE MEA. **A Produção do Carvão Vegetal: Teoria e Prática**. Mestrado de Engenharia de Materiais - Universidade Federal de Minas Gerais. Brasília, 2006.

PINTO, Marcos V. S. **Obtenção e Caracterização do Carvão Ativado de Caroço de Buriti (Mauritia Flexuosa L. F.) para Avaliar o Processo de Adsorção de Uma Solução de Cu (II)**. Universidade Federal do Pará - Instituto de Tecnologia - Programa de Pós Graduação em Engenharia Química.- Belém, 2011.

QUADROS, S.S. **Tratamento e Reutilização de Efluentes Têxteis Gerados nos Tingimentos de Tecidos de Algodão**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) - Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Programa de Pós-Graduação em Química.- Blumenau, 2014.

SALVADOR, Graziela **Estudo da adsorção do cobre (II) usando como adsorvente pó da casca de coco verde ativada com hidróxido de sódio**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina - Departamento de Química, 2009.

SILVA, Erivanildo Cobre. **Ocorrência, obtenção industrial, propriedades e utilização**. Educação UOU.- 2016.

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