

Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Avanços das Pesquisas e Inovações na Engenharia Química 2

Jéssica Verger Nardeli
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

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 Polsaque 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 2
[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 978-65-86002-51-5

DOI 10.22533/at.ed.515202403

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 2” 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 em especial trabalhos que contribuem a nível educacional e aplicado tanto na área de engenharia química, química e tecnologias.

O objetivo central foi apresentar de forma categorizada e clara estudos correlacionados a energias renováveis, aproveitamento de resíduo agroindustrial, desenvolvimento de simulador de processos, simulação de custos de produção, e em especial estudos correlacionados a nível educacional por meio de jogos didáticos, quiz educativo com foco na aprendizagem de reações químicas e tabela periódica. Em todos esses trabalhos a linha condutora foi o aspecto relacionado à aproveitamento de resíduos, disseminação de conhecimento, 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, reutilização de resíduos de regiões específicas do país 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 2” 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
EXTRAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO DE ÓLEO DE BARU ASSISTIDA POR ENERGIA SOLAR	
Caroline Santos Silva	
Lucas Rodrigo Custódio	
Kássia Graciele dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5152024031	
CAPÍTULO 2	12
APROVEITAMENTO DO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DO CAFÉ NA PRODUÇÃO DE BIOCHAR PARA IMOBILIZAÇÃO DE LIPASE <i>RHIZOPUS ORYZAE</i> E SÍNTESE DE PALMITATO DE CETILA	
Danyelle Andrade Mota	
Jefferson Cleriston Barros dos Santos	
Lays Carvalho de Almeida	
Álvaro Silva Lima	
Laiza Canielas Krause	
Cleide Mara Faria Soares	
DOI 10.22533/at.ed.5152024032	
CAPÍTULO 3	26
ANÁLISE DA PERDA AO FOGO DE CORPOS DE PROVA CERÂMICOS FORMULADOS COM CINZA LEVE PROVENIENTE DA GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO MINERAL PULVERIZADO	
Gabryella Cerri Mendonça	
Cristiano Corrêa Ferreira	
Flávio André Pavan	
DOI 10.22533/at.ed.5152024033	
CAPÍTULO 4	34
ESTABILIDADE E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE POLPA DE CUPUAÇU (<i>Theobroma grandiniflorum</i>) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E TEMPERATURAS	
Simara Ferreira Borges	
Harvey Alexander Villa Vélez	
Romildo Martins Sampaio	
Valkerline Pinto Pires	
Audirene Amorim Santana	
DOI 10.22533/at.ed.5152024034	
CAPÍTULO 5	44
ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS DE ESTADO EM MODELO DE HIDRÓLISE DE MATÉRIAS GRAXAS	
Camila Santana Dias	
Leandro Santos Monteiro	
Bruno Marques Viegas	
Diego Cardoso Estumano	
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.5152024035	
CAPÍTULO 6	59
APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE PARÂMETROS DE MODELOS DE BALANÇO POPULACIONAL PARA SISTEMAS PARTICULADOS	
Carlos Henrique Rodrigues de Moura	
Diego Cardoso Estumano	
João Nazareno Nonato Quaresma	

Emanuel Negrão Macêdo
Bruno Marques Viegas
Leandro Santos Monteiro
Diego Sousa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.5152024036

CAPÍTULO 7 73

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE
PARAMETROS EM MODELO DE BALANÇO POPULACIONAL DE CRISTALIZAÇÃO DE GIBBSITA
COM CINÉTICA CONSTANTE

Carlos Henrique Rodrigues de Moura
Diego Cardoso Estumano
João Nazareno Nonato Quaresma
Emanuel Negrão Macêdo
Bruno Marques Viegas
Leandro Santos Monteiro
Diego Sousa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.5152024037

CAPÍTULO 8 85

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MONTE CARLO VIA CADEIA DE MARKOV PARA ESTIMATIVA DE
PARÂMETROS EM MODELOS DE CURVAS DE RUPTURA

João Paulo de Souza Coutinho
Ianka Cristine Benicio Amador
Bruno Marques Viegas
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro
Diego Cardoso Estumano

DOI 10.22533/at.ed.5152024038

CAPÍTULO 9 100

DESCRIÇÃO FÍSICA DE FIBRAS DE COCO (*COCO NUCIFERA L.*) SUBMETIDAS A TRATAMENTO
EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MACERAÇÃO

Nayara Maria Monteiro da Silva
Carla Arnaud de Azevedo
Alefhe Bernard Cordovil Mascarenhas
Raíssa Cristine Santos de Araújo
Gabriela Nascimento Vasconcelos
Rafael Maia de Oliveira
Elza Brandão Santana
Lênio José Guerreiro de Faria

DOI 10.22533/at.ed.5152024039

CAPÍTULO 10 116

DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR DE PROCESSOS USANDO LINGUAGEM VISUAL BASIC
FOR APPLICATIONS (VBA) PARA A OXIDAÇÃO DO TOLUENO

Herbert Senzano Lopes
Vanja Maria de Franca Bezerra
Matheus Henrique Antonio Aboukalam da Cruz
Osvaldo Chiavone-Filho
Carlson Pereira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.51520240310

CAPÍTULO 11 123

O USO DA EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA FACILITADORA PARA O ENSINO DE REAÇÃO DE DUPLA TROCA

Luciane Neves Ribeiro
Charles Garcia da Cunha
Joseane Cunha da Conceição
Layze Maria da Silva e Silva
Lindsey Bianca Araújo Fialho
Suzianne Saldanha da Silva
Vitor dos Santos de Carvalho
Miracleide de Araújo Batista Carneiro
Kelly das Graças Fernandes Dantas
Patrícia Santana Barbosa Marinho

DOI 10.22533/at.ed.51520240311

CAPÍTULO 12 130

O LÚDICO ATRAVÉS DE JOGOS DIDÁTICOS COMO AUXÍLIO EM AULAS DE TABELA PERIÓDICA PARA ALUNOS DO 9º ANO

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílda Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Catarina Estumano Bandeira
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240312

CAPÍTULO 13 140

SIMULAÇÃO EM SUPERPRO DESIGNER DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO FUNGO *Metarhizium anisopliae* POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SOLIDO

Antonio Dheyson da Silva Oliveira
Rodrigo Silva Dutra
Sebastian Ospina Corral
Cristian Orlando Avila
Carlos Eduardo Orrego
Lina María Grajales

DOI 10.22533/at.ed.51520240313

CAPÍTULO 14 152

O PROCESSO DE FISCALIZAÇÃO DO CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA 6ª REGIÃO PA/AP

Denise de Mello Lima
Dionis Rogério Costa Peixoto
Cristiane Maria Leal Costa
Célio Augusto Gomes de Souza
Antonio Claudio Lima Moreira Bastos
Allysson Bruno Almeida Ramos

DOI 10.22533/at.ed.51520240314

CAPÍTULO 15 159

QUIZ EDUCATIVO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE TABELA PERIÓDICA

Layze Maria da Silva e Silva

Luciane Neves Ribeiro
Joseane Cunha Da Conceição
Vitor Dos Santos De Carvalho
Suzianne Saldanha Da Silva
Lindsey Bianca Araujo Fialho
Charles Gracia da Cunha
Miracleide De Araújo Batista Carneiro
Kelly Das Graças Fernandes Dantas
Patrícia Santana Barbosa Marinho

DOI 10.22533/at.ed.51520240315

CAPÍTULO 16 164

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DA BIOMASSA DO FUNGO *ASPERGILLUS SP*, ISOLADO COMO ENDOFÍTICO DA ESPÉCIE *Paspalum maritimum* TRIN

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílida Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240316

CAPÍTULO 17 173

ATIVIDADE FITOTÓXICA DA BIOMASSA PRODUZIDA PELO FUNGO ENDOFÍTICO *Glomerella cingulata*

Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos
Marivaldo José Costa Corrêa
Raílida Neyva Moreira Araújo
Haroldo da Silva Ripardo Filho
Luely Oliveira da Silva
Lucio Flavio Pires Santos
Jéssica de Souza Viana
Felipe Augusto da Silva Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.51520240317

CAPÍTULO 18 181

CHEMICAL CONSTITUENTS AND LARVICIDAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL FROM *Murraya koenigii* (L.) Spreng. (RUTACEAE) AGAINST *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Camila Aline Romano
Matheus Gabriel de Oliveira
Matheus de Sousa Melo Morais
Andressa Tuane de Santana Paz
Liliane de Sousa Silva
Heloisa Helena Garcia da Silva
Ionizete Garcia da Silva
Adelair Helena dos Santos
José Realino de Paula

DOI 10.22533/at.ed.51520240318

CAPÍTULO 19 192

ESTIMATIVA DA CURVA DE RUPTURA DO PROCESSO DE ADSORÇÃO ATRAVÉS DO ALGORITMO

DE REAMOSTRAGEM POR IMPORTÂNCIA

Ianka Cristine Benicio Amador
Bruno Marques Viegas
Diego Cardoso Estumano
Emanuel Negrão Macêdo
Nielson Fernando da Paixão Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.51520240319

CAPÍTULO 20 205

DETERMINAÇÃO DO PERFIL ÓTIMO DE TEMPERATURA PARA UM BIOPROCESSO EM BATELADA DE PRODUÇÃO DE PENICILINA REPRESENTADO POR UM MODELO MATEMÁTICO

Samuel Conceição de Oliveira
Angel Gustavo Tolaba

DOI 10.22533/at.ed.51520240320

CAPÍTULO 21 218

AVANÇOS RECENTES E PERSPECTIVAS FUTURAS NA MODELAGEM MATEMÁTICA DO PROCESSO DE REMOÇÃO DE SULFATO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS INDUSTRIAIS EM BIORREATOR ANAERÓBIO DE LEITO FIXO OPERADO EM BATELADAS SEQUENCIAIS

Samuel Conceição de Oliveira
Arnaldo Sarti

DOI 10.22533/at.ed.51520240321

SOBRE A ORGANIZADORA..... 228

ÍNDICE REMISSIVO 229

DESCRIÇÃO FÍSICA DE FIBRAS DE COCO (*Coco nucifera L.*) SUBMETIDAS A TRATAMENTO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MACERAÇÃO

Data de submissão: 03/12/2019

Data de aceite: 16/03/2020

Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/2567350507262727>

Nayara Maria Monteiro da Silva

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Química
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/2680635671980135>

Carla Arnaud de Azevedo

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

<http://lattes.cnpq.br/7518555853707307>

Alefhe Bernard Cordovil Mascarenhas

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

<http://lattes.cnpq.br/2722544557058675>

Raíssa Cristine Santos de Araújo

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

<http://lattes.cnpq.br/1250724063011567>

Gabriela Nascimento Vasconcelos

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Química
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/4975125770960859>

Rafael Maia de Oliveira

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Química Industrial

Elza Brandão Santana

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

<http://lattes.cnpq.br/9439859456531238>

Lênio José Guerreiro de Faria

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Química
Belém-Pará

<http://lattes.cnpq.br/7428609361678173>

RESUMO: O Coco (*Coco nucifera L.*) é o fruto proveniente de uma palmeira da família das *Arecaceae*, abundante em regiões litorâneas e/ou com clima tropical. O objetivo deste trabalho é obter fibras de coco empregando três tipos diferentes de macerações: a natural ou biológica espontânea, a biológica induzida e a alcalina. Verificar a influência dos métodos e do tempo em suas propriedades mecânicas. As metodologias para obter os parâmetros da fibra em questão foram porosidade, *regain*, massa específica e micrografia por índice de Runkel. Para análise dos dados experimentais e teste das diferenças existentes entre os tratamentos de maceração, foi empregado o método de análise de variâncias (ANOVA). Para a amostra *in natura*, os resultados para porosidade e *regain* ($778,2850 \pm 158,9580$, $26,666 \pm 2,1641$) e massa

específica e micrografia ($0,2329 \pm 0,0019$ e $1,2199$, respectivamente), observou-se que em relação à massa específica, os tratamentos dos tanques 2 e 3 apresentaram diferenças significativas, mas em relação ao diâmetro, estes mesmos tratamentos não apresentaram diferenças significativas. Posteriormente foram estudados os resultados das 3 diferentes macerações e suas características em relação ao produto natural, podendo assim verificar a sua aplicabilidade na indústria de materiais têxteis como material fibroso.

PALAVRA-CHAVE: *Coco nucifera* L, Fibras vegetais, Maceração, Caracterização de fibras

PHYSICAL DESCRIPTION OF COCONUT FIBERS (*Coco nucifera* L.) SUBMITTED FOR TREATMENT AT DIFFERENT MACERATION CONDITIONS

ABSTRACT: Coconut (*Coco nucifera* L.) is the fruit from a palm family (Arecaceae), abundant in coastal regions and/or tropical climate. The main purpose of this paper is to obtain coconut fibers from the use of three different types of maceration - natural or spontaneous biological, induced biological and alkaline – and check the influence of those conditions time on their mechanical properties. The properties analyzed to obtain the parameters of the fiber were porosity, regain, specific mass and Runkel index. Furthermore, in order to analysis of the experimental data and to test the differences between the different treatments, the analysis of variance (ANOVA) method was applied. From the previous results of porosity and regain to the *in natural* material (778.2850 ± 158.9580 , 26.666 ± 2.1641) and specific mass and micrograph (0.2329 ± 0.0019 and 1.2199 , respectively), it was observed that when it comes to specific mass, the treatments of tanks 2 and 3 showed significant differences, but in relation to the diameter, these same treatments presented no significant differences at all. Posteriorly, it was also study the results of the three different macerations and their characteristics in relation to the natural product, being able to verify its applicability in the textile industry as fibrous material.

KEYWORDS: *Coco nucifera* L, Plant fibers, Maceration, Fibers Characterization

1 | INTRODUÇÃO

O Coco (*Coco nucifera* L.) é o fruto oriundo de uma palmeira da família das *Arecaceae*, espécie do gênero *Cocos*. No mundo, os maiores produtos estão distribuídos na Ásia, como exemplo na Indonésia e Filipinas. No Brasil, sua cultura é bem expandida no nordeste do país. (Fontenele, 2005). A estrutura do fruto pode ser dividida em: epicarpo, mesocarpo, endocarpo e albúmen, representando das partes mais externas (casca e massa fibrosa) às mais internas (polpa e água de coco). Seus principais produtos provêm do albúmen sólido (coco ralado e óleo de coco) e do albúmen líquido (água de coco). Os resíduos oriundos dessa produção equivalem

entre 80 e 85 % do peso bruto do fruto, levando cerca de 8 anos para decomposição total na natureza (Corradini et. al., 2009), sendo importante o reaproveitamento dos mesmos. Dentre os constituintes presentes no rejeito estão as fibras vegetais, definidas como estruturas alongadas com seção transversal arredondadas e vazadas, sendo encontradas dispostas por todo o vegetal. O beneficiamento desse constituinte pode produzir tapetes, esteiras e tecidos. (Fontenele, 2005).

Os processos para separação das fibras de outros constituintes como ligninas, pectinas, corantes e substâncias cerosas podem ocorrer por maceração ou desfibramento mecânico. A maceração é o processo onde o mesocarpo é imerso em água ou outro fluido até que ocorra a decomposição dos constituintes não fibrosos (Fagury, 2005) e diversos ensaios físicos são realizados para a caracterização e estudo das fibras como indicativo para aplicação em diversas indústrias (Leão, 2012; Cardoso e Gonzalez, 2016).

À vista disto, o objetivo deste trabalho é investigar a influência do processo de maceração nas propriedades físicas da fibra de coco. Para tanto, três tipos de maceração foram empregados: a natural ou biológica espontânea, com água; a biológica induzida com adição de insumos, no caso, utilizou-se féculas de mandioca; e, a maceração alcalina, com solução de hidróxido de sódio 0,5M. Posteriormente, analisou-se influência dos métodos e do tempo em suas propriedades mecânicas através da determinação a porosidade, regain, massa específica e índice de Runkel.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Processo de maceração

O processo de maceração foi realizado em tanques de maceração, com uma proporção de 200 g de fibras para 2 L de solução. As fibras de coco foram expostas à três condições de maceração: natural (água), biológica (adição de agente orgânico) e química (meio alcalino). O agente orgânico utilizado na maceração biológica foi raspas de mandioca e maceração química foi empregada uma solução de NaOH (0,5 M). A coleta de dados foi realizada no 1º e 16º dia, com a finalidade de averiguar a influência dos processos de maceração. Em um intervalo de 48 h, durante 16 dias, uma amostra foi retirada, submetida a lavagem com água destilada em abundância e seca por 24 h em estufa com circulação de ar forçado e, posteriormente, armazenada em tubos do tipo falcon.

2.2 Caracterização das fibras

As análises de caracterização foram realizadas em três alíquotas extraídas nas fibras *in natura*, no 8º (oitavo) dia e no 16º (décimo sexto) dia. As fibras foram caracterizadas quanto a porosidade (%) (Morton e Hearle, 1975) e o Regain (%), sob

a norma ISO 139, EN20139 e DIN 53802, Massa específica (Webb e Orr,1997) e micrografia por índice de Runkel.

2.2.1 Porosidade

A determinação da porosidade (Equação 1) foi realizada utilizando-se 0,05 g de fibras de coco, submetidas à secagem em estufa a uma temperatura de 105 °C por 1 hora. Posteriormente, foram retiradas da estufa e acondicionadas em um dessecador por 5 minutos. Pesou-se as fibras, assim determinando a massa inicial (m_i) em gramas. E em seguida, após imersão em água por 20 minutos, colocadas novamente em dessecador por 5 minutos e pesado novamente, determinando-se a massa final (m_f) em gramas.

$$\frac{(m_f - m_i) * 100}{m_i} \quad (1)$$

2.2.2 Regain

Para a determinação do regain, Equação (2), pesaram-se 0,05 g de fibras de coco, seguindo para a estufa onde permaneceram por 1 hora à uma temperatura de 105°C. Seguinte à sua retirada, o material foi colocado em dessecador por 5 minutos e pesado, obtendo-se a massa de fibra seca (m_s) em gramas. Posteriormente, o material ficou disposto em climatização por 24 horas e novamente pesado, obtendo-se a massa final (m_f) em gramas. Em que, m é a massa de água absorvida pela fibra (g), calculada pela Equação (3):

$$R \% = \frac{m * 100}{m_s} \quad (2)$$

$$m = m_f - m_s \quad (3)$$

2.2.3 Massa específica

Para determinação da massa específica, realizou-se a pesagem do picnômetro vazio (a), em seguida adicionaram-se algumas fibras e pesou-se novamente (b). Posteriormente, adicionou-se água destilada até que o recipiente atingisse sua capacidade máxima, pesando-o e obtendo a massa total (c). Com os valores obtidos foram aplicadas as Equações 4 a 8 para obtenção da massa específica da fibra (ρ).

$$m_{\text{fibra}} = (b - a) \quad (4)$$

$$m_{\text{fluido}} = (c - b) \quad (5)$$

$$\rho_{\text{fluido}} = \frac{m_{\text{fluido}}}{V_{\text{fluido}}} \quad (6)$$

$$V_{\text{fibra}} = V_{\text{recipiente}} - V_{\text{fluido}} \quad (7)$$

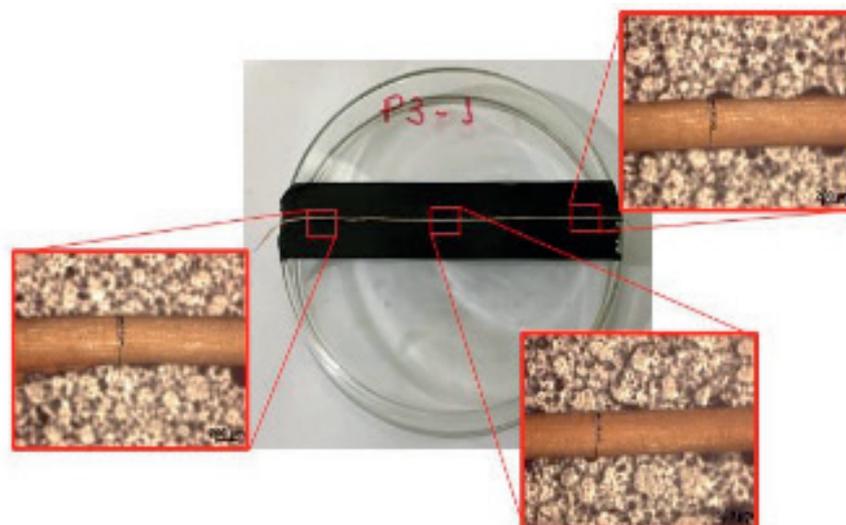
$$\rho_{\text{fibra}} = \frac{m_{\text{fibra}}}{V_{\text{fibra}}} \quad (8)$$

2.2.4 Micrografia

A determinação do índice de Runkel, que é uma análise aplicada para a definir se a fibra apresenta características aplicável a fabricação de papel (Paula et al., 2000), foi determinada por meio da Equação 9.

$$IR = \frac{2e}{D} \quad (9)$$

Onde “e” e “D” correspondem à espessura e ao diâmetro da fibra, respectivamente. As imagens de micrografia foram obtidas em um microscópio ótico da marca Zeiss, utilizando lente de magnificação ótica de 50 vezes. Cada amostra teve seu diâmetro medido 3 vezes em cada ponto de análise, nas regiões ilustradas na Figura 1.



Com os dados obtidos também foram calculados a média e o desvio padrão, e a partir disso foram encontrados o diâmetro da fibra escolhida para representar a totalidade do ponto de análise.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o tratamento dos dados obtidos pelo cálculo de porosidade, regain, massa específica e micrografia, foi realizada a avaliação das médias significativas, sob a análise de variância (ANOVA) a um nível de confiança de 95%.

3.1 Porosidade

Os resultados do comportamento da porosidade das amostras mostram que o tratamento de maceração foi influente sobre esta propriedade. A partir dos dados dispostos na Tabela 1, pode-se notar a formação de grupos distintos, por meio dos índices subscritos acima dos valores tabelados, que enfatiza a redução da porosidade das fibras de coco e a diferença significativamente dos tratamentos empregados apenas para o material com poros *in natura*, como indicam os gráficos da Figura 1.

Tempo (dias)	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
0	778,2850±112,4007 ^a	722,7852±167,9008 ^a	778,2850±112,4005 ^a
8	290,1790±92,3701 ^b	464,3596±26,8295 ^b	317,7695±90,3185 ^b
16	579,6300±62,5628 ^b	285,1693±80,641 ^b	340,1290±8,3799 ^b

Tabela 1 – Resultados para porosidade (%) nas diferentes macerações.

* Os resultados apresentam média de três medições ± desvio padrão. As médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5% de significância).

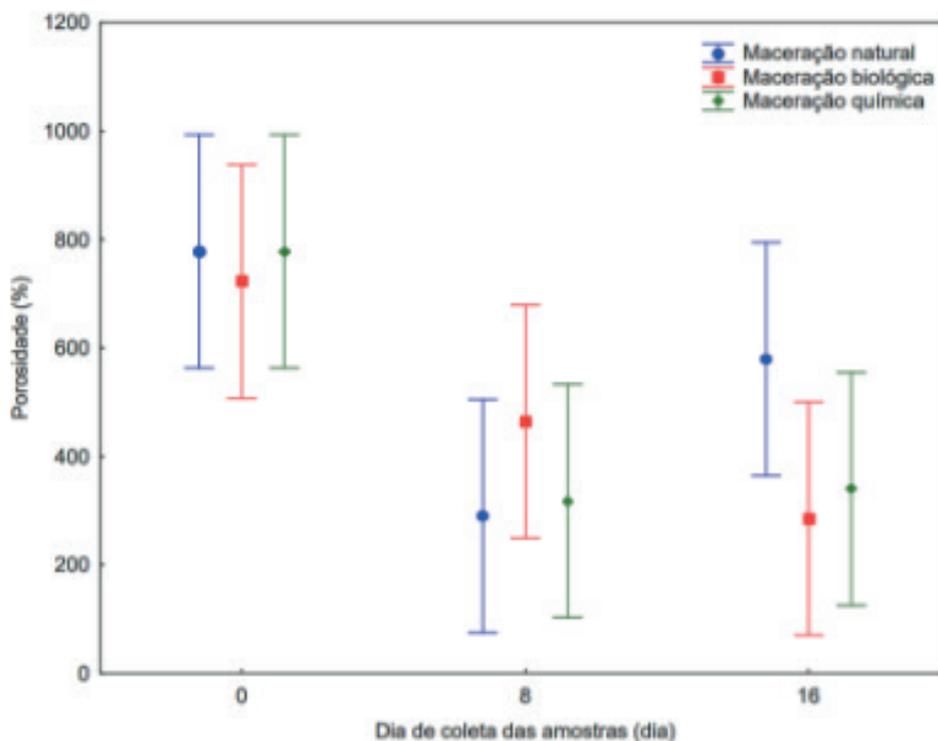


Figura 2 – Comportamento das médias significativas da Porosidade nos três métodos de maceração

Analisando a Figura 2, verifica-se a influência do tratamento de maceração das fibras de coco em comparação à fibra *in natura*. O valor da porosidade do produto *in natura* se assemelha ao encontrado por Cardoso et al. (2010), mostrando-se superior quando comparado com os encontrados por Queiroz et al. (2014). Além disso, com o decorrer do tempo houve redução da porosidade total e isto pode ser atribuído ao aumento da densidade, como verificado por Cardoso et al. (2010), causado pela presença de água no tanque que colidiu com as fibras do coco, entretanto com um período maior de tempo decorrido, a porosidade retornou aos valores superiores, o que pode estar relacionado à saturação do meio.

No Tanque 2, na maceração biológica, as féculas de mandioca dissolvidas podem ter se depositado nos poros livres da superfície das fibras, onde seus interstícios foram sendo gradativamente ocupados, resultando na redução do valor da porosidade do sólido. Este comportamento deve ser analisado minuciosamente, pois para o mesmo não se encontra valores comparativos na literatura.

No Tanque 3, onde ocorreu a maceração química, a formação de cristais de NaOH influenciam na redução da porosidade total da fibra. Contudo, no decorrer do processo, observou-se que a porosidade total demonstrou uma tendência de crescimento devido a degradação da amostra, a qual atingiu a estrutura fibrosa, separando as microfibras celulósicas (reação entre a lignina da fibra de coco e a solução de NaOH) (Silva, 2015).

A análise de variância (ANOVA), como apresentado na Tabela 2, foi realizada usando a distribuição de Fisher, para o nível de confiança 95% ($\alpha = 0,05$), com 2 graus de liberdade para o numerador (tratamentos) e 3 graus de liberdade para o

denominador (resíduo), tendo $F_{\text{tabelado}} = 9,55$, na qual investigaram-se as médias das porosidades, nos diferentes tratamentos. Conclui-se que para os tanques de maceração as médias não apresentaram diferenças significativas, entre os tratamentos, ao serem comparadas estatisticamente entre si, pois $F_{\text{tabelado}} > F_{\text{calculado}}$. Corroborando com o teste de Tukey apresentando na Tabela 1, em que o tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas em relação a porosidade da amostra.

	Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	$F_{\text{Calculado}}$	p
Tanque 1	Pontos	2	193817	96908	8,7798	0,0557
	Resíduos	3	33113	11038		
	Total	5	226930			
Tanque 2	Pontos	2	249220	124610	9,4132	0,0509
	Resíduos	3	39713	13238		
	Total	5	288933			
Tanque 3	Pontos	2	207309	103655	4,26933	0,1326
	Resíduos	3	72837	24279		
	Total	5	280146			

Tabela 2 - Análise de Variância (ANOVA) dos resultados da análise da porosidade

3.3 3.2. Regain

A Tabela 3 apresenta os resultados de regain com média e desvio padrão para o regain das fibras submetidas às diferentes condições de maceração. Analisando a Figura 3, verifica-se a influência do tratamento de maceração das fibras de coco em comparação à fibra *in natura*, avaliados a partir do teste de regain. Demonstrando que os diferentes dias de coleta interferem na diminuição de percentual do teste no processo de maceração.

Tempo	<i>In natura</i>	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
0	26,6662,1641	-	-	-
8	-	9,19900,0526 ^{ab}	12,87650,5325 ^{ab}	19,34980,7855 ^{ab}
16	-	6,94174,3250 ^b	6,11664,6239 ^b	10,06833,3171 ^b

Tabela 3 – Resultados para Regain (%) das diferentes macerações

* Os resultados apresentam média de três medições \pm desvio padrão. As médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5% de significância).

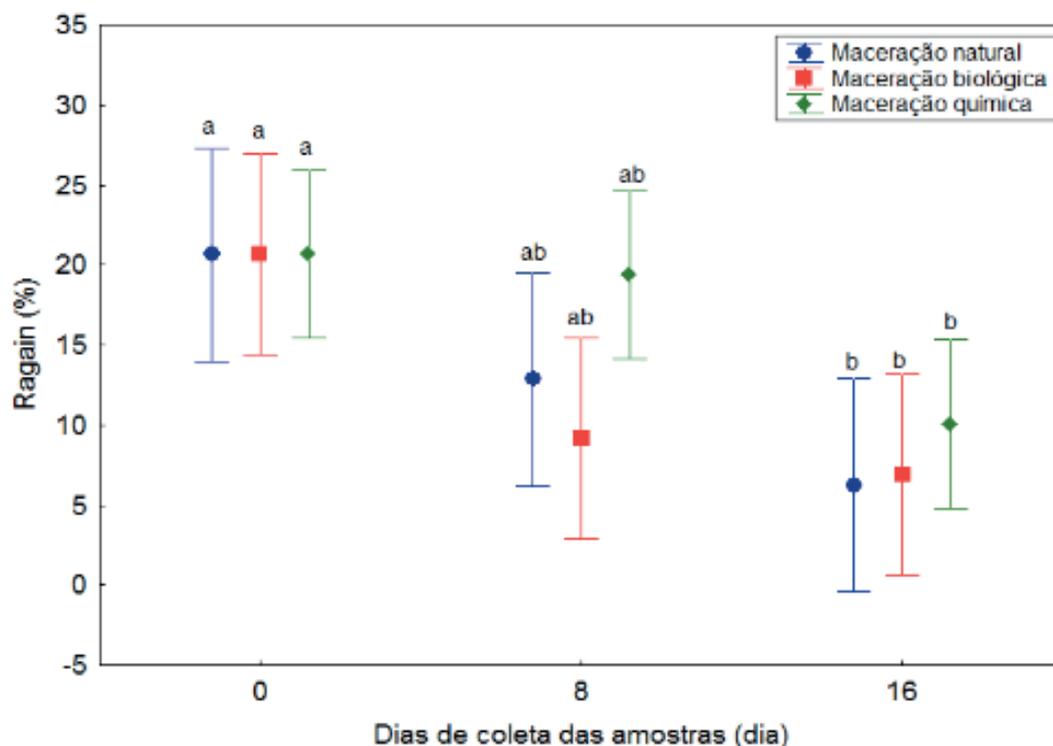


Figura 3 - Comportamento das médias significativas do Regain nos três métodos de maceração

Os resultados da análise de variância com 95% de nível de confiança estão dispostos na Tabela 4. Usando a distribuição F, para o nível de confiança 95% ($\alpha = 0,05$), com 2 graus de liberdade para o numerador (tratamentos) e 3 graus de liberdade para o denominador (resíduo), tem-se $F_{\text{tabelado}} = 9,55$. Logo, os diferentes tratamentos em estudo, em média, diferem quando apresentado o teste de Regain ($F_{\text{tabelado}} < F_{\text{calculado}}$).

	Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	$F_{\text{calculado}}$	Valor de p
Tanque 1	Pontos	2	216,6299	108,3149	13,8913	0,030424
	Resíduos	3	23,3919	7,7973		
	Total	5	240,0218			
Tanque 2	Pontos	2	209,212	104,606	11,9108	0,037407
	Resíduos	3	26,347	8,782		
	Total	5	235,559			
Tanque 3	Pontos	2	133,460	66,730	12,2793	0,035917
	Resíduos	3	16,303	5,434		
	Total	5	149,763			

Tabela 4 - Análise de Variância (ANOVA) dos resultados da análise de Regain.

3.3 Massa específica

As massas específicas das amostras submetidas às diferentes macerações estão expostas na Tabela 5. A análise das médias e o desvio padrão, os quais apresentaram valores baixos, indicam uma homogeneidade dos ensaios experimentais (Fagury, 2005; Brígida et al., 2010; Cardoso e Gonzalez, 2016).

Tempo (dias)	<i>In natura</i>	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
0	0,2328 ±0,0019	-	-	-
8	-	0,2203 ^{ab} ±0,0265	0,0706 ^a ±0,0265	0,4132 ^b ±0,0731
16	-	0,2753 ^a ±0,1166	0,0385 ^a ±0,0085	0,4132 ^b ±0,0731

Tabela 5: Resultados para massa específica (g/cm³) das diferentes macerações: 1) maceração natural, 2) maceração biológica, 3) maceração química.

* Os resultados apresentam média de três medições ± desvio padrão. As médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5% de significância).

Foram construídos os gráficos das médias significativas, comparando a condição inicial das fibras e após os tratamentos, com o auxílio do *software* Statistica 7.0. Os gráficos na Figura 4 mostram com clareza as variações ocorridas nas amostras durante tratamento de maceração.

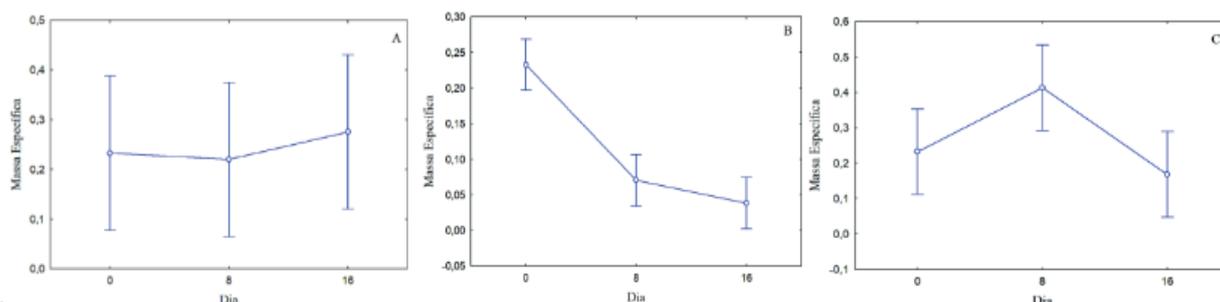


Figura 4 – Massa específica (g/cm³) vs tempo (dias) para os tratamentos realizados, A) maceração natural, B) maceração biológica, C) maceração química

No Tanque 1, durante a maceração, houve um aumento da massa específica, que pode ser relacionado à menor perda de massa, referentes a pequenas impurezas incrustadas nas camadas das fibras. No tanque 2, referente a maceração biológica, presenciou-se uma redução drástica da massa específica, cerca de 84% em relação à amostra *in natura*, evidenciando a influência do material biológico (fécula de mandioca) contido no tanque, que pode ter influenciado na aceleração do consumo dos constituintes naturais da estrutura das fibras. Essas suposições são baseadas na observação das imagens obtidas das fibras de coco, que mostram a diferença entre as fibras *in natura* e as expostas a maceração biológica. No entanto, não se tem descrições na literatura que elucidem o mecanismo reacional e os agentes biológicos que levaram a isso durante o processo de maceração.

Já no Tanque 3, o aumento da massa específica após a amostra passar 8 dias submersa em solução de NaOH pode ser atribuído à formação de cristais de hidróxido de sódio e celulose na superfície da fibra, porém, a longo prazo, nota-se que à exposição da fibra do coco à solução de NaOH resultou em uma redução de cerca

de 28% em relação à amostra *in natura*, podendo ser explicada pela degradação da fibra, a qual atingiu a estrutura fibrosa, separando as microfibras celulósicas (reação entre a lignina da fibra de coco e a solução de NaOH) (Silva, 2015).

Os diversos trabalhos descritos na literatura acerca das características químicas e físicas da fibra de coco tratam da determinação da densidade desta, em que a fibra de coco extraída do mesocarpo apresenta uma elasticidade relativamente superior a outras fibras vegetais, além de elevada capacidade de resistir à umidade e a altas variações nas condições climáticas, sendo majoritariamente constituída de materiais lignocelulósicos, possuindo como principal característica a baixa densidade. (Pannirselvam et al., 2005). Os valores aqui obtidos estão dentro da faixa de densidade para fibra do coco (*Cocos nucifera* L.), apresentada na literatura, variando de 0,11g/cm³ (Vale et al., 2004) até 1,25g/cm³ (Wambua et al., 2003).

Como este experimento foi realizado com amostras *in natura* e três tratamentos, logo foi necessário aplicar um teste de comparação de médias dos tratamentos para obtenção de mais informações a fim de se concluir qual o melhor. Os resultados do teste de Tukey, conforme mostrados na Tabela 5, indicam que no dia 8 os Tanques 2 e 3 apresentaram diferença significativa, ou seja, as médias diferem entre si possuindo valores superiores se comparadas à média do tratamento 3, o qual estatisticamente é maior do que as demais.

À vista disso, observa-se uma tendência da redução drástica da massa específica submetida ao tratamento com material biológico, como demonstrado na Figura 5.

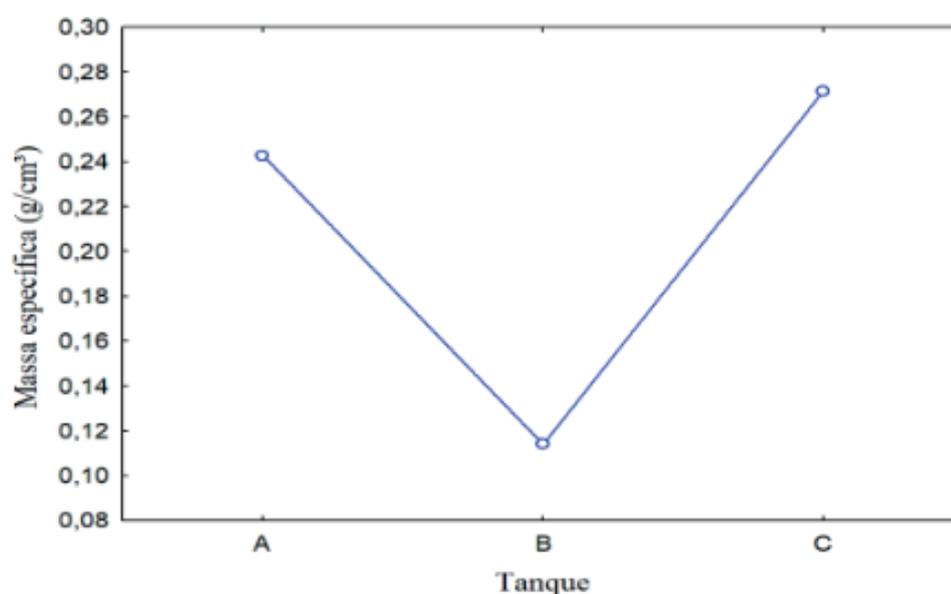


Figura 5 – Média da massa específica em cada tratamento: A) maceração natural, B) maceração biológica, C) maceração química.

Sendo recomendado em relação à massa específica, o uso do tratamento B com média menor, pois a baixa densidade das fibras naturais é uma das suas características levadas em consideração no estudo de suas aplicações, principalmente na questão de reforço de compósitos poliméricos (Demir et al., 2006).

3.4 Micrografia (Índice de Runkel)

Os resultados do diâmetro médio da fibra para cada tanque e tempo de exposição ao tratamento dado estão apresentados na Tabela 6 e Figura 6.

Tempo (dias)	In natura	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
0	469,29	-	-	-
8	-	581,58 ^a	404,55 ^b	355,55 ^b
16	-	392,00 ^a	225,76 ^b	302,04 ^b

Tabela 6 – Resultados para o diâmetro (cm) em diferentes macerações: A) maceração natural, B) maceração biológica, C) maceração química.

* Os resultados apresentam média de três medições \pm desvio padrão. As médias com letras iguais, em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5% de significância).

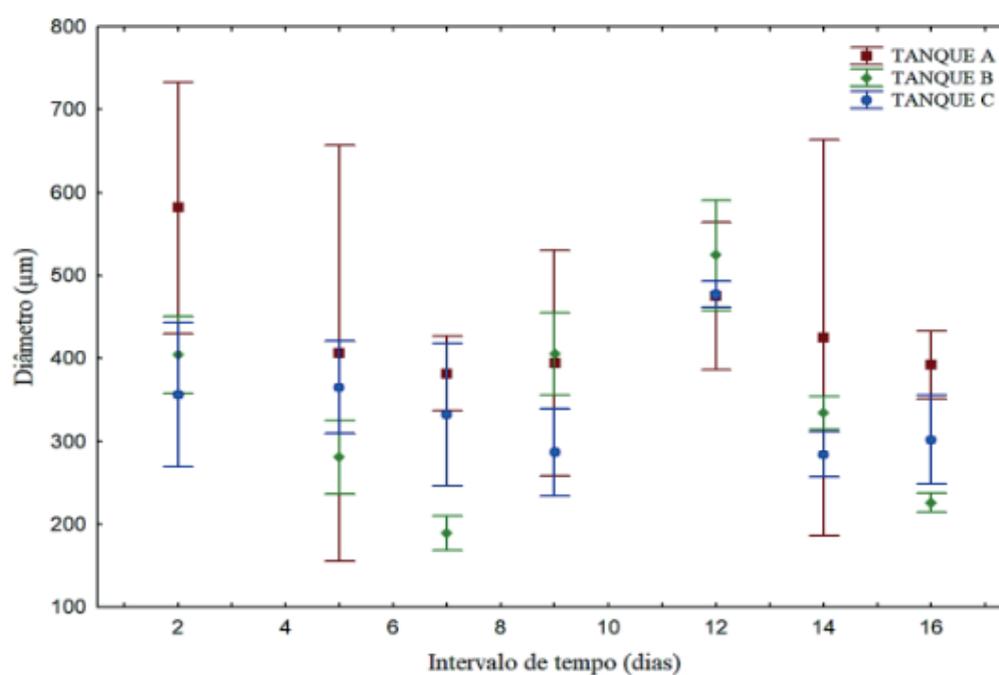


Figura 6 – Diâmetro médio (μm) das fibras para cada tratamento: A) maceração natural, B) maceração biológica, C) maceração química.

De um modo geral, é possível observar pelas médias, desvios padrões das fibras e os valores do teste de Tukey que nos Tanques 2 e 3 as fibras têm o mesmo comportamento de redução de diâmetro médio, em um mesmo tempo de exposição, como mostra a Figura 7. Na qual demonstra estaticamente a igualdade entre as médias no intervalo de confiança estudado, em que o dia e o tratamento são significantes para a análise. Logo, a escolha de um desses tratamentos implica em resultados satisfatórios em relação ao diâmetro da fibra.

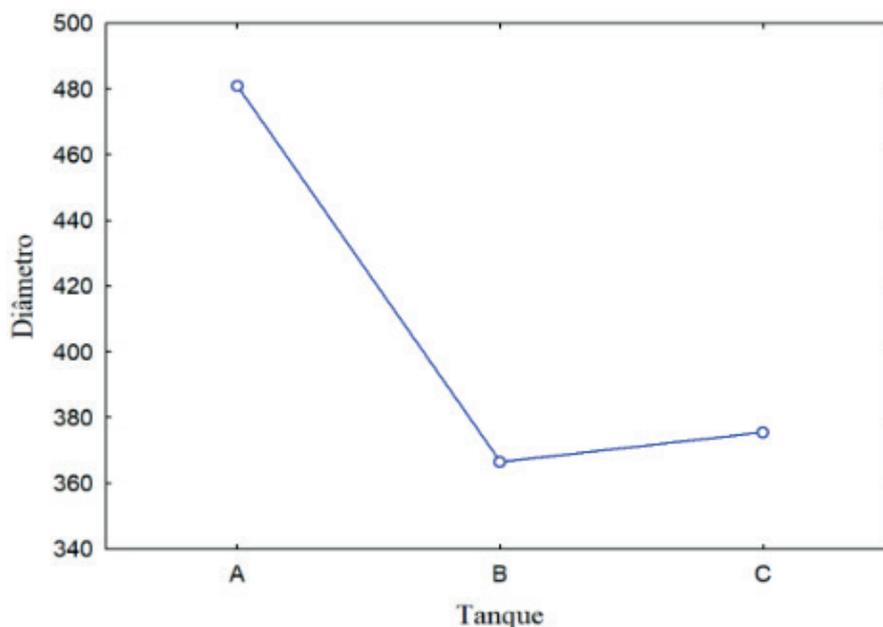


Figura 7 – Média do diâmetro em cada tratamento: A) maceração natural, B) maceração biológica, C) maceração química.

Este mesmo comportamento, em relação ao diâmetro médio, acontece pela perda de material incrustado ao longo das fibras, ocorrendo ainda que haja variações devido à amostragem, pois se repete em todos os pontos de análise.

No caso do tratamento com água, é possível observar que as fibras entumeceram em relação a fibra *in natura*, o que pode ser atribuído às fibras de coco por terem elevada capacidade de absorção de água – cerca de 169% em massa (Jústiz-Smith et al., 2008) – e a ausência de acréscimo de agentes de maceração de origem química ou biológica neste tanque para romper com as ligações entre fibras.

Apesar disso, é possível observar que no ponto seguinte há um decréscimo no valor do diâmetro medido, relacionado provavelmente a absorção de íons (como Na^+ , Mg^+ e Ca^+) pela água, que a princípio seriam responsáveis por retê-la na fibra. Esse processo é benéfico pois esses minerais são apontados como responsáveis pela redução nas propriedades mecânicas da fibra (Jústiz-Smith et al., 2008). Para o restante dos pontos de análise as amostras no tanque com água mantiveram seu diâmetro aproximado.

Excetuando-se o tratamento no Tanque 1, é possível observar uma redução desde o primeiro ponto de análise no valor do diâmetro médio da fibra para o restante dos tratamentos em relação à amostra *in natura*. Isso pode ter acontecido devido ao enfraquecimento de ligantes externos às fibras propriamente ditas ainda nos primeiros dias de tratamento.

Rahman e Khan (2007) demonstraram que fibras de coco têm seu diâmetro reduzido e a resistência mecânica aumentada em cerca de 50% quando nelas é realizado tratamento com NaOH em concentração de 20% a 25°C; justificada pela formação de celulose cristalina (mais resistente a tração) a partir da natural (menos resistente); e quebra de pontes de hidrogênio entre as fibras, separando-as de modo

a facilitar sua trabalhabilidade. Se a relação de diâmetro com resistência mecânica para o caso de tratamento com NaOH é verdadeira, então, para fins de aplicação em compósitos, o tempo ideal de maceração no Tanque C é em torno de 9 dias.

No caso do Tanque 2, essa análise de diâmetro vs. propriedades mecânicas é mais difícil de ser encontrada sem análise mais minuciosa do mecanismo biológico de maceração; isto é, sem saber quais os agentes biológicos responsáveis pela maceração e, por conseguinte, os mecanismos reacionais que levam ao comportamento demonstrado.

Os resultados do Índice de Runkel para cada ponto de análise em cada tanque estão apresentados na Figura 8.

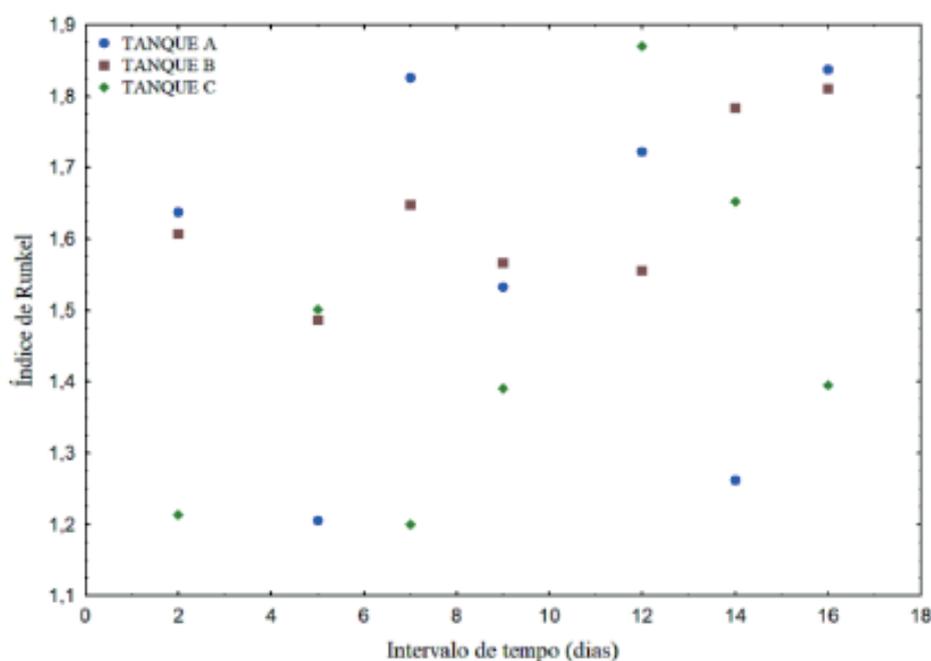


Figura 8 – Índice de Runkel vs tempo (dias) para cada tratamento: A) maceração natural, B) maceração biológica, C) maceração química.

Apesar de o tratamento influenciar na redução do diâmetro médio das fibras, essas reduções não foram significativas ao ponto de modificar o índice de Runkel, que se apresentou na faixa de 1 a 2, valor reportado na literatura como regular para aplicação em papel. Portanto, para que esse tipo de aplicação fosse dado a essas fibras um tratamento alternativo deveria ser empregado, como outro tipo de maceração ou tratamento mecânico, visando encontrar valores preferencialmente inferiores a 0,5 para o índice de Runkel das fibras de coco.

4 | CONCLUSÃO

Pode-se considerar que as fibras de coco têm potencial para aplicação industrial, visto que o processo de extração não é custoso tão pouco danoso ao meio ambiente, a matéria prima é abundante em nosso país, fatores estes que alavancam os estudos

e pesquisas nesta área buscando a sustentabilidade do ciclo produtivo e redução no impacto ambiental.

Buscando alternativas para obtenção de fibras de coco por três tipos de diferentes de maceração: natural, biológica ou a química, foram analisados vários parâmetros. Para porosidade e Regain, verificou-se as alternativas buscadas seriam capazes de atender a resolução para sua utilização nas indústrias têxteis e de papel celulose, foram analisados vários parâmetros sendo seus testes estatísticos apresentando em sua porosidade à degradação das fibras nos tanques 1 e 3 com sua redução inicial nos primeiros dias de maceração e elevação dos poros em suas extrações finais do processo.

Para a massa específica e índice de Runkel buscou-se alternativas que seriam capazes de atender a resolução para sua utilização nas indústrias têxteis e de papel celulose. Observando que em relação a massa específica os tratamentos 2 e 3 demonstraram diferença significativa, com redução drástica da massa específica submetida ao tratamento com material biológico. E em relação ao diâmetro, os Tanques 2 e 3 indicaram que as fibras têm o mesmo comportamento de redução de diâmetro médio, em um mesmo tempo de exposição.

REFERÊNCIAS

BRÍGIDA, A. I. S.; CALADO, V. M. A.; GONÇALVES, L. R. B.; COELHO, M. A. Z. (2010), “**Effect of chemical treatments on properties of green coconut fiber**”, Carbohydrate Polymers, v. 79, n. 4, p. 832-838.

CARDOSO AF; CHARLO HCO; ITO LA; CORÁ JE; BRAZ LT. **Caracterização física do substrato reutilizado da fibra da casca de coco**. *Horticultura Brasileira* 28: p. 385-392, 2010

CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C.; **Aproveitamento da Casca Coco-Verde (*Cocos nucifera* L.) Para Produção de Polpa Celulósica**. *Ciência Florestal*, v. 26, n. 1, p. 321-330, 2016.

CORRADINI, E.; ROSA, M. F.; MACEDO, B. P.; PALADIN, P. D.; MATTOSO, L. H. C. **Composição Química, Propriedades Mecânicas E Térmicas Da Fibra De Frutos De Cultivares de Coco Verde**. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p.837-846, Setembro, 2009.

DEMIR, H.; BALKOSE, D.; ATIKLER, U.; TIHMINLIOGLU, F. (2006), “**The effect of fiber surface treatments on the tensile and water sorption properties of polypropylene–luffa fiber composites**”, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, v. 37, p. 447-456.

FAGURY, Régia Vânia Guilliod. **Avaliação de fibras naturais para a fabricação de compósitos: açaí, coco e juta**. 2005. *Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Pará, Belém*, 80p.

FONSECA, R. G.; SANTANA, J. C. F. **Análise de Fios Equipamentos e Aspectos Relevantes de Qualidade**. Circular Técnico, 69 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ISSN 0100-6460. 9 p. Campina Grande, PB. 2003.

FONTENELE, R. E. S. **Cultura do Coco no Brasil: Caracterização Do Mercado Atual E Perspectivas Futuras. XLIII Congresso Da Sober “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial”**. Sist. Agroalimentares e Cadeias Agroindustriais. Soc. Bras. de Econ. e

Socio. Rur. Ribeirão Preto, 24 a 27 de Julho de 2005.

LEÃO, R. M. (2012). **Tratamento superficial de fibra de coco e aplicação em materiais compósitos como reforço do propileno**. *Dissertação de mestrado em ciências mecânicas, publicação ENM. DM 168A/2012. Departamento de engenharia mecânica, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 89p.*

PANNIRSELVAM, P. V.; LIMA, F. A. M.; DANTAS, B. S.; SANTIAGO, B. H. S.; LADCHUMANANADASIVAM; FERNANDES, M. R. P. (2005), “**Desenvolvimento de projeto para produção de fibra de coco com inovação de tecnologia limpa e geração de energia**”, *Revista Analytica*, n. 15, p. 56-61.

QUEIROZ, T. Z.; CARMELA, S. F. D.; ABREU M. F.; FERNANDES, F. Jr. **Caracterização física de substratos para plantas**. *Solos e Nutrição de Plantas*. *Bragantia*, Campinas, v. 73, n. 3, p.300-311, 2014.

RAHMAN, M. M.; KHAN, M. A. (2007), “**Surface treatment of coir (Cocos nucifera) fibers and its influence on the fibers physico-mechanical properties**”, *Composite Science and Technology*, v. 67, p. 2369–2376

VALE, A. T.; BARROSO, R. A.; QUIRINO, W. F. (2004), “**Caracterização da biomassa e do carvão vegetal do coco da Bahia (Cocos nucifera L.) para uso energético**”, *Biomassa & Energia*, v. 1, n. 4, p.365-370.

VALE, A. C. (2007), **Estudo laboratorial da viabilidade do uso de fibras de coco em misturas asfálticas do tipo SMA**. PPGET/UFC – Fortaleza – Ceará, 125p. (dissertação de mestrado).

VIEIRA, R. J. A. (2008), **Desenvolvimento de painéis confeccionados a partir de fibras de coco para controle acústico de recintos**. PPGEM/UFPA – Belém – Pará, 264p. (dissertação de mestrado)

SILVA, E. J. et al. **Degradação da fibra de coco imersa em soluções alcalinas de cimento e NaOH**. *Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]*, vol.19, n.10, p.981-988, 2015.

WAMBUA, P.; IVENS, J.; VERPOEST, I. (2003), “**Natural fibres: Can they replace glass in fibre reinforced plastics?**” *Composites Science and Technology*. v. 63, p. 1259-1264.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aedes aegypti 181, 182, 189, 190, 191
Algoritmo 37, 49, 64, 65, 69, 76, 77, 78, 90, 92, 192, 197, 199, 201, 210
Análise do coeficiente de sensibilidade 66, 67, 78, 83, 91, 93
Atividade alelopática 164, 165, 166, 171
Atividade fitotóxica 173, 174

B

Balanço Populacional 59, 60, 61, 62, 63, 70, 73, 74, 75, 83, 84

C

Carvão mineral 26, 28, 32, 33, 220
Coeficiente de aglomeração 62, 63, 65, 66
Comportamento reológico 34, 36, 38, 40, 41, 42, 43
Concentrador solar 1, 3, 4, 5, 9, 11
Concentrador solar biangular 1, 3, 4, 11
Conselho Regional de Química 152, 153
Curva de ruptura 85, 86, 87, 89, 96, 97, 192, 194, 201, 202
Custos de produção 140, 141, 142, 143, 144, 145, 148, 150

E

Energia solar 1, 3, 5, 6, 10, 11
Energias renováveis 1, 2
Ensino 32, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 159, 160, 161, 162, 164, 173
Extração sólido-líquido 1, 2, 3, 4

F

Fibras de coco 100, 102, 103, 105, 106, 107, 109, 112, 113, 114, 115
Fiscalização do CRQ 152, 153

G

Gaseificação do carvão 26, 32

H

Hidrólise de matérias graxas 44, 45, 46, 56

I

Imobilização de lipase 12, 21, 23

J

Jogos didáticos 130, 131, 133, 134, 138

L

Larvicidal activity 181, 183, 186, 187, 190

Lixiviação 1, 2, 3, 5, 6

Lixiviação assistida por energia solar 5, 6

M

Maceração 40, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 168

Modelo de balanço populacional 62, 63, 73, 83

Monte Carlo via Cadeia de Markov 59, 60, 64, 67, 70, 73, 74, 76, 79, 83, 85, 89, 97

O

Óleo de Baru 1, 6, 9, 10

Oxidação do tolueno 116, 121

P

Perda ao fogo 26, 27, 29, 30, 31, 32

Polpa de cupuaçu 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42

Processo de adsorção 85, 86, 87, 89, 97, 192, 194

Q

Quiz educativo 159, 160, 161, 162

R

Reação de dupla troca 123, 125

Reamostragem por importância 192

Resíduo agroindustrial 12, 14

Resíduo agroindustrial do café 12

S

Simulador de processos 116, 117

Sistemas particulados 10, 59, 60, 65, 70, 151

Superpro Designer 140, 141, 143, 144, 148, 150

Sustentabilidade 1, 114

T

Tabela Periódica 130, 131, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 159, 160, 161, 163

Taxa de crescimento por coagulação 66

U

Unidade experimental de extração sólido-líquido 4

V

Variáveis de estado 44, 45, 47, 51, 54, 55, 56, 57, 74, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 85, 192, 194, 196, 202, 203, 206, 210, 218, 224, 225, 227

 **Atena**
Editora

2 0 2 0