

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

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

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

A946 Avanços das pesquisas e inovações na engenharia química 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
Raílda 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
Raílda 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

ESTABILIDADE E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE POLPA DE CUPUAÇU (*THEOBROMA GRANDIFLORUM*) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES E TEMPERATURAS

Data de submissão: 12/12/2019

Data de aceite: 16/03/2020

Simara Ferreira Borges

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Engenharia Química
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/4823064487456553>

Harvey Alexander Villa Velez

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Engenharia Química
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/9207609617198847>

Romildo Martins Sampaio

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Engenharia Química
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/0196794551426360>

Valkerline Pinto Pires

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Engenharia Química
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/2340190320639864>

Audirene Amorim Santana

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Engenharia Química
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/7431678688628387>

RESUMO: O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é uma fruta com alta demanda comercial nas Regiões Norte de Nordeste do Brasil. No entanto, sua industrialização é recente e pouco se conhece sobre as características físicas da polpa e de seus coprodutos. Assim, este trabalho de pesquisa tem como objetivo estudar o comportamento reológico da polpa de cupuaçu em função do teor de sólidos solúveis totais (2, 6 e 12 °Brix) e temperatura (10, 35 e 60 °C). As medidas experimentais foram realizadas em viscosímetro Brookfield e o modelo reológico de Ostwald-de-Waelle foi ajustado aos dados experimentais de viscosidade aparente e taxa de deformação. O modelo utilizado teve um bom ajuste aos dados experimentais. A polpa de cupuaçu apresentou tendência de diminuição da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação, comportando-se como fluido não-newtoniano com caráter pseudoplástico. Além disso, analisou-se ainda a energia de ativação comprovando-se que a equação de Arrhenius pode ser utilizada no estudo da influência da temperatura da polpa em questão. Finalmente, fez-se o estudo de estabilidade da polpa *in natura*, observando-se que a turbidez é diretamente proporcional a velocidade de homogeneização da mesma.

PALAVRAS-CHAVE: Energia de ativação. Polpa de Cupuaçu. Propriedades Reológicas. Viscosidade aparente.

STABILITY AND REOLOGICAL BEHAVIOR OF CUPUAÇU PULP (*THEOBROMA GRANDINFLORUM*) IN DIFFERENT CONCENTRATIONS AND TEMPERATURES

ABSTRACT: Cupuaçu (*Theobroma grandiniflorum*) is a fruit with high commercial demand in the Northeast of Brazil. However, its industrialization is recent, and little is known about the physical characteristics of the pulp and its co-products. Thus, this research work aims to study the rheological behavior of cupuaçu pulp as a function of total soluble solids content (2, 6 and 12 ° Brix) and temperature (10, 35 and 60 ° C). Experimental measurements were performed using a Brookfield viscometer and the Ostwald-de-Waele rheological model was adjusted to the experimental data of apparent viscosity and strain rate. The model used had a good fit to the experimental data. Cupuaçu pulp tended to decrease apparent viscosity with increasing strain rate, behaving as non-Newtonian fluid with pseudoplastic character. In addition, the activation energy was analyzed, proving that the Arrhenius equation can be used to study the influence of the pulp temperature in question. Finally, the *in natura* pulp stability study was made, observing that the turbidity is directly proportional to the speed of homogenization.

KEYWORDS: Activation energy. Cupuaçu pulp. Rheological properties. Viscosity apparent.

1 | INTRODUÇÃO

As frutas tropicais vêm trazendo grande destaque na indústria de alimentos, em grande parte, pelas características de sabor, aroma e possibilidades de utilização doméstica e agroindustrial da sua polpa.

A produção de frutas tropicais da Mata Atlântica e da Amazônia cresceu e se expandiu nos últimos anos, isso se deve ao grande número de variedades de frutas com sabores exóticos e palatáveis que foram comercializadas, contribuindo para o desenvolvimento dessas regiões (SILVA et al., 2013). Nesse contexto, o cupuaçuzeiro (*theobroma grandiniflorum*), que tem como fruto o cupuaçu, nativo da Amazônia Oriental, tem sido destaque dentre tais frutas (GODIM et al., 2001).

Com o aumento da produção dessas frutas surgiu a necessidade de se obter produtos que pudessem ser armazenados devido a perecibilidade e sazonalidade desses alimentos. Isso tornou a produção de polpas de frutas congeladas um importante segmento da cadeia produtiva, favorecendo o uso pleno de frutas mesmo na entressafra (SANTOS e BARROS, 2012; SANTOS et al., 2014).

A reologia estuda a resposta de um material à aplicação de uma tensão ou deformação externa. Logo, fica claro que em relação ao processamento dessas frutas, o conhecimento de suas propriedades físico-químicas, estabilidade e propriedades reológicas é fundamental para o dimensionamento de tubulações e sistemas de bombeamento, agitação e mistura, entre outros, a fim de permitir a otimização do processo (CABRAL et al., 2007).

A importância da polpa de cupuaçu como uma das principais formas de consumo do fruto evidencia a necessidade de conhecer ainda mais sobre suas propriedades reológicas, contribuindo para melhorias no seu processamento. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a estabilidade da polpa de cupuaçu (*theobroma grandiniflorum*) e o seu comportamento reológico com diferentes teores de sólidos solúveis totais (2, 6 e 12 °Brix) e temperaturas (10, 35 e 60 °C), ajustando matematicamente o modelo que melhor explica o comportamento da tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria prima e preparação das amostras

Na pesquisa foi utilizada polpa de cupuaçu adquirida em um mercado local da cidade de São Luís – MA, observando como critério de seleção o grau de maturação, o tamanho e a forma típica dos frutos. Após a aquisição, os frutos foram descascados manualmente até a remoção completa da casca. Como o cupuaçu é uma fruta sazonal, a polpa foi removida, colocada em sacos plásticos de polietileno com capacidade para 100 g e armazenados em freezer a -20 °C. A polpa *in natura*, sem adição de água ou de conservantes, teve sua concentração de sólidos solúveis (12°Brix) medida inicialmente com um refratômetro. A partir desse valor definiu-se a diluição a ser aplicada na polpa *in natura* para se alcançar um teor de sólidos solúveis totais de 2 e 6 °Brix.

2.2 Estudo reológico e modelagem matemática

A polpa de cupuaçu em diferentes concentrações de sólidos solúveis totais (2, 6 e 10 oBrix) foi submetida a análise do seu comportamento reológico nas temperaturas de 10, 35 e 60 °C, e taxas de deformação variando na faixa de 0,333 a 3,333 s⁻¹. Os experimentos foram conduzidos com um viscosímetro Brookfield (modelo DV-II + Pro, Brookfield, USA) acoplado a um banho termostático (modelo ALB 250 C, Tecnal, Brasil).

Os reogramas obtidos foram ajustados empregando-se o modelo matemático de Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), de acordo com a Eq. (1), junto à viscosidade para fluidos não newtonianos (Eq. 2).

$$\tau = K\dot{\gamma}^{\eta} \quad (1)$$

$$\mu = K\dot{\gamma}^{\eta-1} \quad (2)$$

onde, τ é a tensão de cisalhamento (Pa), μ é a viscosidade dinâmica (Pa.s), η é o índice de comportamento (adimensional), $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação (s⁻¹) e K é o

índice de consistência (Pa.s) (GENOVESE et al., 2007).

O modelo foi ajustado aos valores experimentais de viscosidade aparente em função da taxa de deformação com o auxílio do software MATLAB, utilizando-se para a simulação dos dados experimentais as funções “nlinfit” e “nlparci” considerando a alternativa “robust” de análise. A função nlinfit utiliza o algoritmo Gauss-Newton com modificações de Levenberg-Marquardt para mensurar a iterativamente dos valores da resposta e recalculando o ajuste com base nos mínimos quadrados para um modelo não linear, enquanto a função nlparci estima os intervalos de confiança dos parâmetros do ajuste ($\alpha = 95\%$).

Utilizou-se como critério de avaliação do melhor ajuste do modelo aos dados experimentais o coeficiente de determinação (R^2) e o Erro Relativo Médio (MRE, %) Eq.(3).

$$MRE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^m \frac{|Y_i - Y_i^*|}{Y_i} \quad (3)$$

onde, Y_i e Y_i^* representam os valores experimentais e calculados, respectivamente, e m é o número de valores experimentais.

Para a avaliação do efeito da temperatura sobre os valores da viscosidade aparente da polpa de cupuaçu foi utilizada a equação de Arrhenius:

$$\kappa = \kappa_0 \exp\left(\frac{E_a}{R(T + 273.15)}\right) \quad (4)$$

onde κ_0 é uma constante empírica, κ é o índice de consistência (Pa.s), E_a é a energia de ativação (J / mol), R é a constante universal dos gases (8,314 J / mol K) e T é a temperatura (oC).

2.3 Estabilidade física

A turbidez da polpa de cupuaçu foi estudada para avaliar a estabilidade das fibras da polpa quando submetidas à redução do tamanho das partículas. A polpa de cupuaçu foi diluída em água na proporção de 1:4 e homogeneizada a 25 °C em homogeneizador Ultra Turrtec (modelo TE-102, Tecnal, Brasil), usando rotações de 0, 1000 e 2000 min^{-1} por 10 minutos. Em seguida, foi submetida à centrifugação durante 10 min. A absorbância do sobrenadante foi determinada a 660 nm utilizando um espectrofotômetro. A turbidez foi determinada pela quantidade de luz absorvida pelas partículas suspensas. Assim, maiores leituras de absorbância correspondem a uma maior turbidez (OKOTH et al., 2000, SILVA et al., 2012).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Reologia da polpa

A tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros do modelo reológico de Ostwald-de-Waelle, ajustados aos dados experimentais, para diferentes teores de sólidos solúveis totais (2, 6 e 12 °Brix) e temperaturas (10, 35 e 60 °C). O ajuste do modelo reológico aos dados experimentais gerou valores de $R^2 \geq 0,988$ e $MRE < 10\%$, indicando que o modelo pode ser utilizado para estimar os dados reológicos da polpa de cupuaçu nas condições estudadas. Ao fazer a análise reológica da polpa de cupuaçu com taxas de deformação de 0,3 a 100 min^{-1} e temperaturas de 20 a 70 °C, Ferreira et al. (2008) constataram que o modelo de Ostwald-de-Waelle foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais, apresentando valores de $R^2 > 0,94$.

Concentração	T (oC)	K (Pa.s)	η	R2	MRE (%)
2 °Brix	10	83,7	0,245	0,991	4,539
	35	69,3	0,221	0,990	5,068
	60	75,3	0,158	0,988	8,032
6 °Brix	10	1151,4	0,270	0,993	3,301
	35	1250,9	0,130	0,998	3,078
	60	874,57	0,318	0,993	4,313
12 °Brix	10	7343,3	0,306	0,999	1,137
	35	6614,1	0,217	0,999	1,882
	60	4825,7	0,192	0,999	1,940

Tabela 1 – Parâmetros do modelo de Ostwald-de-Waelle para polpa de Cupuaçu

O índice de comportamento (η) mostrou valores de $0,12 < \eta < 0,32$, caracterizando à polpa como fluido pseudoplástico. Ferreira et al. (2008) encontraram valores de η entre 0,23 e 0,42, para polpa de cupuaçu integral submetidas à taxas de deformação de 0,3 a 300 s^{-1} e temperaturas de 10 a 60 °C. Cabral et al. (2002), ao estudarem o comportamento reológico da polpa de cupuaçu peneirada, também obtiveram comportamento não-newtoniano de caráter pseudoplástico.

O índice de consistência k variou com a concentração de sólidos solúveis totais e com a temperatura. Os valores de k diminuíram com o aumento da temperatura e aumentaram para as maiores concentrações de sólidos, comportamento esperado. Sousa et al. (2014) também verificaram a mesma tendência na análise reológica da polpa de pequi a 6, 8, 10 e 12 °Brix, e 25, 30, 35, 40, 45 e 50 °C.

Para todas as temperaturas e concentrações houve um decréscimo da viscosidade com o aumento da taxa de deformação, como demonstrado nas figuras 1, 2 e 3. Estes resultados podem ser atribuídos ao maior alinhamento das partículas na direção da tensão aplicada que tornam a resistência ao movimento cada vez menor. Além disso, percebeu-se ainda uma diminuição da viscosidade com o aumento da temperatura e um aumento da viscosidade com o aumento no teor de sólidos solúveis totais. Reduções da viscosidade com o aumento da temperatura também foram relatadas por

Guimarães e Mascigrande (2011), em polpas congeladas de açaí e juçara a diferentes temperaturas de estudo, e por Torres et al. (2003), com polpa de umbucujá (*Spondias* spp.), a temperaturas de 10 a 60 °C.

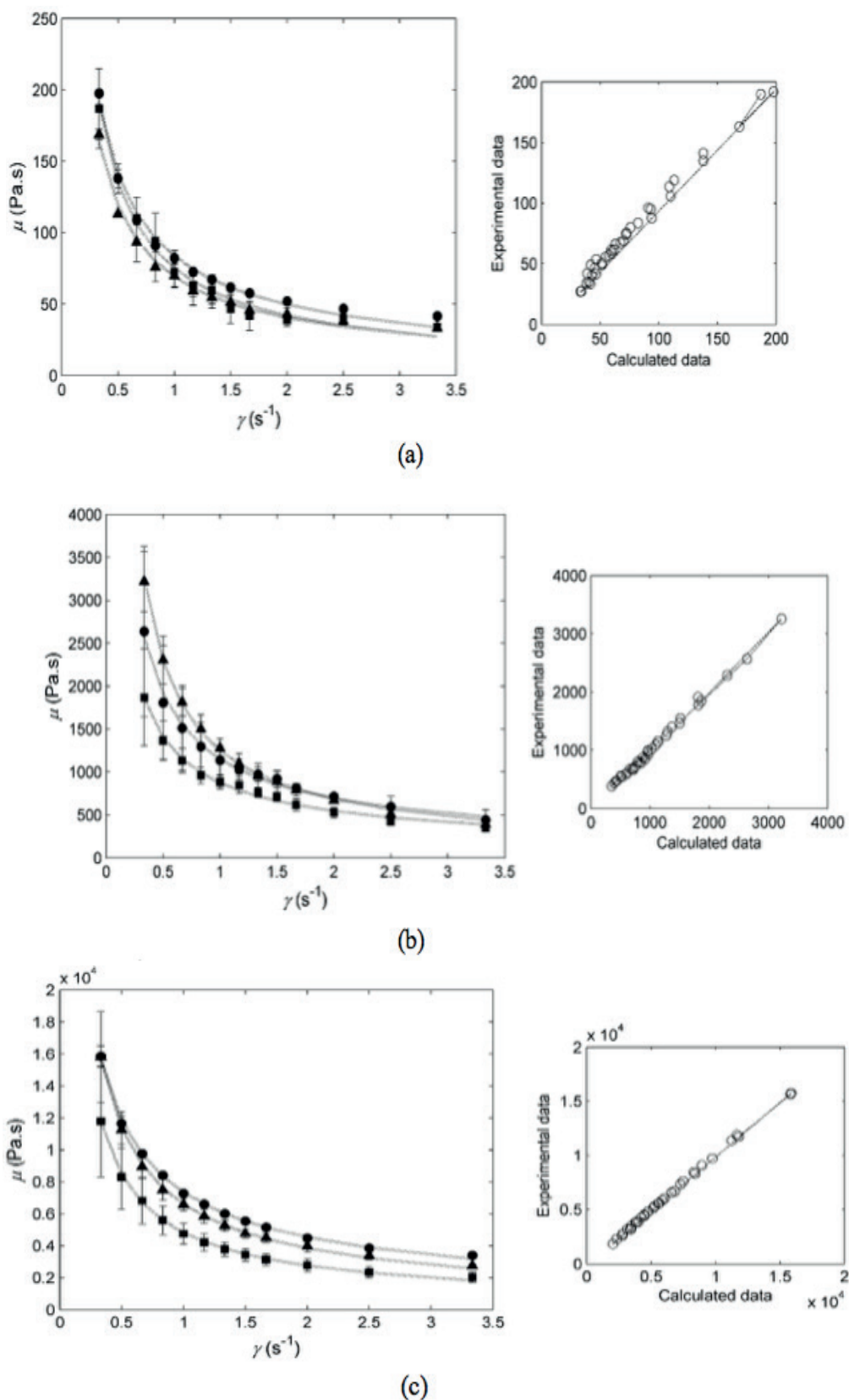


Figura 1 – Resultados experimentais da viscosidade aparente em função da taxa de deformação, para as temperaturas de 10°C (●), 35°C (■) e 60°C (▲) e concentração 2 °Brix (a), 6 °Brix (b) e 12 °Brix (c). Linhas (---) indicam valores calculados pelo modelo Lei da Potência.

3.2 Efeito da temperatura e cálculo da Energia de Ativação

De acordo com Bezerra et al. (2009) os valores da energia de ativação (E_a) indicam a sensibilidade da viscosidade aparente com a variação da temperatura. Dessa forma, altos valores de energia de ativação mostram uma grande variação da viscosidade aparente com a temperatura.

A energia de ativação é a energia necessária para que uma reação ocorra. Quanto maior a energia de ativação mais energia deve ser aplicada a fim de promover a reação desejada. Para a reologia, a energia de ativação afeta na viscosidade aparente do fluido através do aumento ou diminuição da temperatura. Assim, havendo um aumento da temperatura a energia de ativação também aumenta e, portanto, a viscosidade aparente do fluido diminui e o escoamento tende a ser mais rápido (PEREIRA; QUEIROZ; FIGUEIREDO, 2003). As energias de ativação mostraram tendência de aumento com o aumento dos sólidos solúveis totais como mostrado na Tabela (2). Os valores de energia de ativação aqui encontrados foram similares aos descritos na literatura para estudos com polpas de frutas. Alexandre (2002), ao analisar o comportamento reológico da polpa de açaí integral, obteve $E_a = 6,28$ kJ/mol. Ferreira et al. (2002) estudaram o comportamento reológico da polpa de goiaba integral e obtiveram um valor de 6,11 kJ/mol. Por sua vez, Pereira et al. (2008) alcançaram uma energia de ativação de 6,15 kJ/mol, trabalhando com polpa de umbu.

°Brix	E_a (kJ/mol)	R^2
2	2393,49	0,980
6	24374,21	0,970
12	3772,19	0,990

Tabela 2 - Energias de ativação para a polpa de cupuaçu.

3.3 Análise de turbidez

A Figura 4 mostra a relação da turbidez com a velocidade de homogeneização. A turbidez variou de 0,3 a 1.3 de absorvância. Os resultados indicaram que a turbidez é diretamente proporcional à velocidade de homogeneização da polpa de cupuaçu, nas condições estudadas. Tal comportamento pode ser atribuído à maceração do tecido vegetal no processo de homogeneização, o que enfraquece as ligações de hidrogênio existentes entre os polissacarídeos ainda presentes nas partículas. Assim, o gel péctico da parede celular é parcialmente destruído, com a consequente perda de adesividade intercelular na lamela medial. Este efeito é acompanhado por um aumento na solubilidade dos polissacarídeos pécticos, provavelmente devido a sua degradação e distribuição de íons na superfície das partículas (BINNER et al., 2000, NG e WALDRON, 1997). Como resultado, há uma perda de integridade estrutural da parede celular e da lamela medial (STOLLE-SMITS et al., 1997), resultando em conexões fracas entre os resíduos celulares restantes. Assim, a desintegração mecânica das

partículas por aplicação de agitação a alta velocidade causa um aumento na turbidez da polpa de cupuaçu. Os valores de turbidez encontrados neste estudo foram próximos aos descritos por Amstalden (1992) para suco concentrado de laranja.

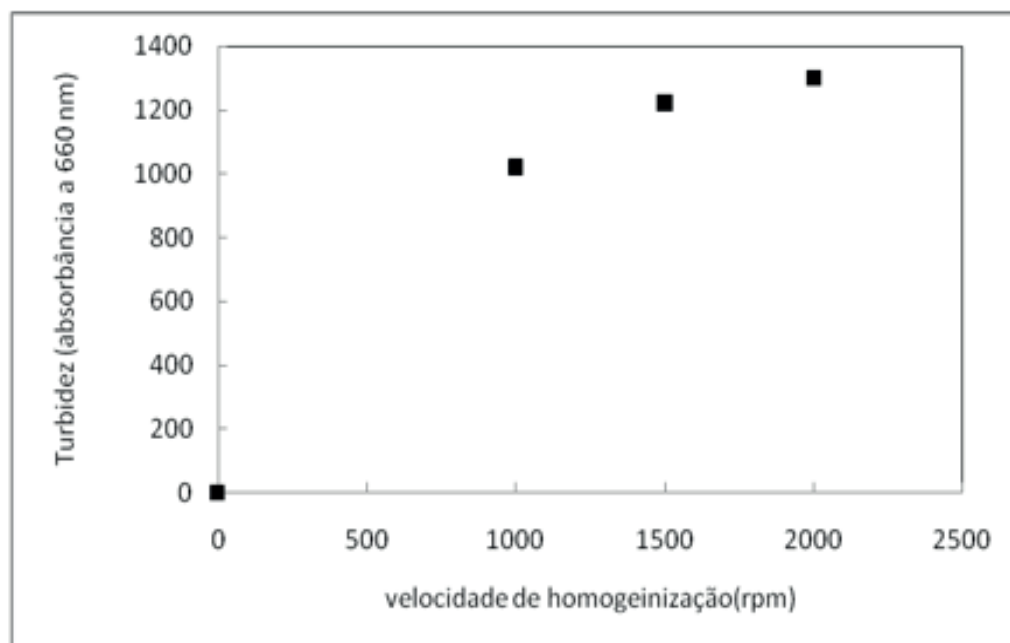


Figura 4- Turbidez versus velocidade de homogeneização para polpa de cupuaçu

4 | CONCLUSÃO

De forma geral, a polpa de cupuaçu mostrou um decréscimo da viscosidade com o aumento da taxa de deformação em todas as temperaturas e concentrações avaliadas, apresentando assim um comportamento reológico do tipo pseudoplástico. O modelo de Ostwald-de-Waele ajustou bem os dados experimentais em todas as condições estudadas, exibindo altos valores de R² e baixos valores de MRE, indicando que o modelo em questão pode ser utilizado para estimar os dados reológicos da polpa de cupuaçu. A equação de Arrhenius se mostrou adequada para expressar a influência da temperatura sobre a viscosidade aparente da polpa de cupuaçu, apresentando R² ≥ 0,970. O estudo da estabilidade foi realizado por meio dos testes de turbidez. Os resultados demonstraram que a turbidez aumentou com o aumento da velocidade de homogeneização.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, D. **Conservação da polpa de açaí através da tecnologia de obstáculos e caracterização reológica**. 149f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentação) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 2002.

AMSTALDEN, L.C. **Estudo sobre a ação da pectinesterase em suco de laranja**. 200f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP,

Campinas, 1992.

BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M.; DEMCZUK JUNIOR, B.; CÓRDOVA, K. R. V. **Estudo do Efeito da Temperatura nas Propriedades Reológicas da Polpa de Morango (*Fragaria ananassa*)**. Revista Ambiência, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 37-47, 2009.

BINNER, S.; JARDINE W.G.; RENARD, C.M.C.G.; JARVIS, M.C. **Cell wall modifications during cooking os potatoes and sweet potatoes**. Journal of Science of Food na Agriculture, v.80, n.2, p.216-218, 2000.

CABRAL, M.F.P.; QUEIROZ, A.J.M. FIGUEIRÊDO, R.M.F. **Comportamento reológico da polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum schum.*) peneirada**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n.1, p.37-40, 2002.

CABRAL, R.A.F., ORREGO-ALZATE, C.E., GABAS, A.L., TELIS-ROMERO, J., **Rheological and thermophysical properties of blackberry juice**, Food. Sci. Technol., 27, 589-595; 2007.

FERREIRA, G. M.; GUIMARÃES, M. J. O. C.; MAIA, M. C. A. **Efeito da Temperatura e Taxa de Cisalhamento nas Propriedades de Escoamento da Polpa de Cupuaçu (*T.grandiflorum Schum*) integral**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 385-389, 2008.

FERREIRA, G.M.; QUEIROZ, A.J.M.; CONCEIÇÃO, R.S.; GASPARETTO, C.A. **Efeito da temperatura no comportamento reológico das polpas de caju e goiaba**. Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 4, p.175-184, 2002.

GENOVESE, D.B.; LOZANO, J.E.; RAO, M.A. **The rheology of colloidal and noncolloidal fo- od dispersions**. [s.n]. v. 72. Journal of Food Science, p. 11-20, 2007.

GODIM, T.M. S; TOMAZINI, M.J; CAVALCANTE, M.J. B; SOUZA, J.M.L. **Aspectos da produção de cupuaçu**. Embrapa, Rio Branco, dezembro, 2001.

GUIMARAES, D.H.P., MASCIGRANDE, D.D., **Polpas de jussara e açaí: diferenças reológicas em função da temperatura e teor de sólidos suspensos**, Rev. Pesq. Apli. Agrotec., 4, 169-181, 2011.

HOLDSWORTH, S. D. **Rheological models used for the prediction of the flow properties of food products: a literature review**. Trans. I. Chem. E., Part. C, p.139-78, 1993.

NG, A., WALDRON, K.W., **Effect of Steaming on Cell Wall Chemistry of Potatoes (*Solanum tuberosum* Cv. Bintje) in Relation to Firmness**, J. Agric. Food Chem., 45, 3411-3418, 1997.

OKOTH, M.W. KAAHWA, A.R. IMUNGI, J.K. **The effect of homogenization, stabilizer and amylase on cloudiness of passion fruit juice**. [s.n] v. 11, FoodControl, 2000, p. 305-311. Oscillatory shear behavior of umbu pulp. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.1, p.87-90, 2008.

PEREIRA, E.A.; BRANDÃO, E.M.; BORGES, S.V.; MAIA, M.C.A. **Influence of concentration on the steady and oscillatory shear behavior of umbu pulp**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.1, p.87-90, 2008.

PEREIRA, E.A.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIREDO, R.M.F. **Comportamento reológico de mel da abelha urucu (*Melipona scutellaris*, L.)**. Revista Ciências Exatas e Naturais, [sn] n.2, v.5, 2003.

STOLLE-SMITS, T., BEEKHUIZEN, J.G., RE COURT, K., VORAGEN, A.G.J., VAN DIJK, C., **Changes in Pectic and Hemicellulosic Polymers of Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during Industrial Processing**, J. Agric. Food Chem., 45, 4790-4799, 1997.

SANTOS, D.P., BARROS, B.C.V., **Hygienic health profile of pulp fruit produced in rural community**

and offered a school lunch, Rev. Bras. Tecnol. Ind., 6, 747-756, 2012.

SANTOS, J.S.d., SANTOS, M.L.P.d., AZEVEDO, A.d.S., **Validação de um método para determinação simultânea de quatro ácidos orgânicos por cromatografia líquida de alta eficiência em polpas de frutas congeladas**, Quím. Nova, 37, 540-544, 2014.

SILVA, L.M.R., Maia, G.A., Sousa, P.A.H., Afonso, M.R.A., Gonzaga, M.L.C., and Carmo, J.S.C., **The effect of temperature on rheological behavior of cashew apple, mango and acerola mixed nectars**, "Rev. Acad: Ciênc. Anim.", 11, 85-93, 2013.

SOUSA, E. P.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M. F. LEMOS D.M. **Comportamento reológico e efeito da temperatura da polpa de pequi em diferentes concentrações**. Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 17, n. 3, p. 226-235, jul./set, 2014.

TORRES, L.B.V., Queiroz, A.J.M., FIGUERÊDO, R.M.F. **Viscosidades aparentes de polpas de umbu-cajá, concentrada a 10 °C**, Rev. Bras. Prod. Agro., 5, 161-168, 2003.

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