

Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3

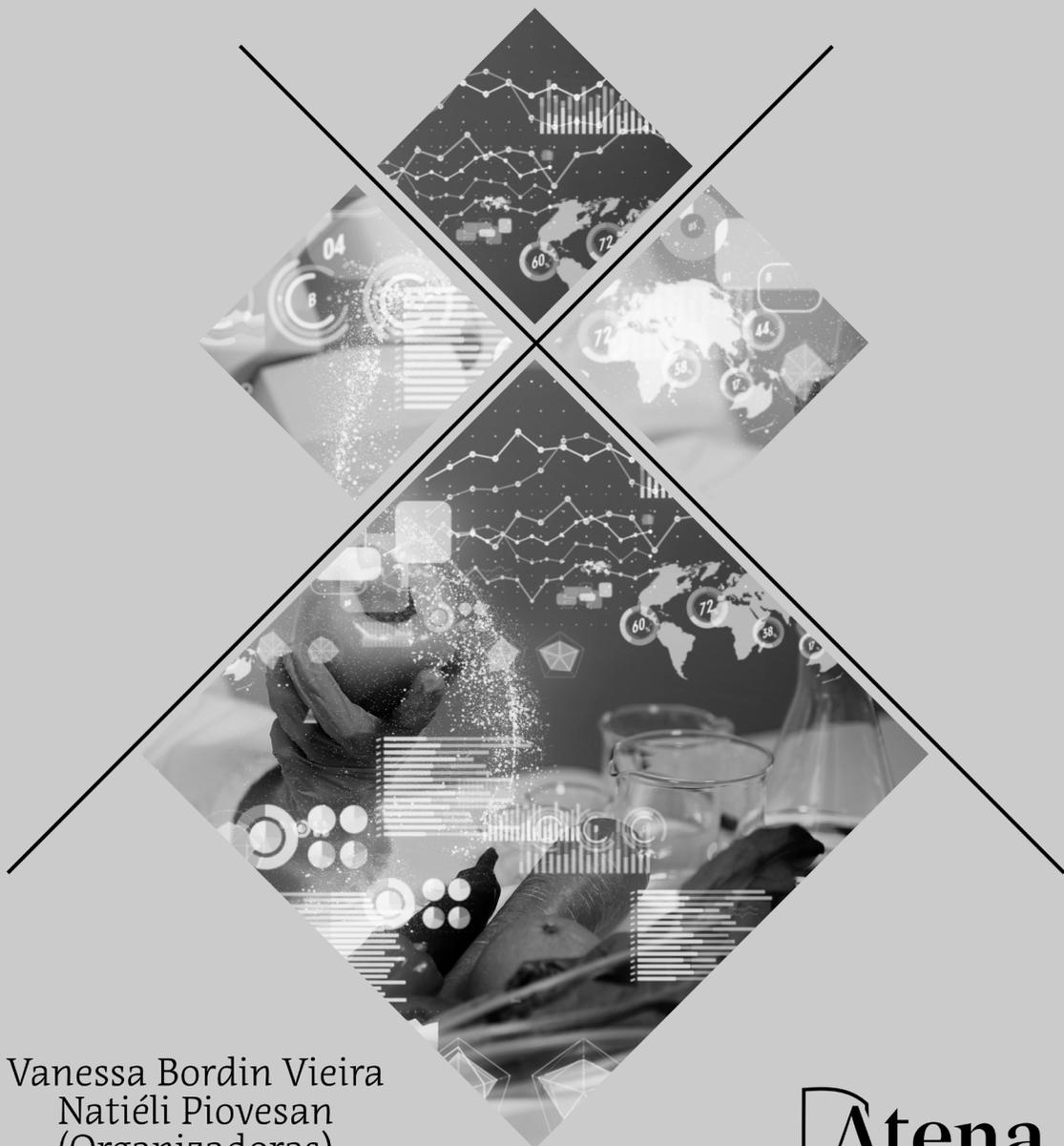


Vanessa Bordin Vieira
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Atena
Editora

Ano 2021

Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3



Vanessa Bordin Vieira
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaió – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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 Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
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
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Investigação científica no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos 3

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadoras: Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

162 Investigação científica no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos 3 / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-088-6
DOI 10.22533/at.ed.886210521

1. Tecnologia de Alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin (Organizadora). II. Piovesan, Natiéli (Organizadora). III. Título.
CDD 644

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

O *e-book* “Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 2”, está dividido em 2 volumes que totalizam 48 artigos científicos, os quais englobam temáticas relacionadas a Ciência e Tecnologia de Alimentos e Engenharia de Alimentos. Os artigos abordam assuntos atuais na área de alimentos, ampliando o conhecimento da comunidade científica.

Desejamos uma boa leitura!

Vanessa Bordin Viera

Natiéli Piovesan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA APPCC NUMA SORVETERIA DA BAIXADA SANTISTA

Rafael Martins Gomes
Antonio Enésio de Sousa
Felipe Alencar Machado
Thifany Souza Campos
Vitoria Reis Bottura

DOI 10.22533/at.ed.8862105211

CAPÍTULO 2..... 9

ANÁLISE SOCIOECONÔMICA DO CONSUMIDOR DE PESCADO DO MUNICÍPIO DE TURIAÇU, LITORAL OCIDENTAL DO MARANHÃO

Ivana Correia Costa
Malena Correia Costa
Daniele Pereira
Mariene Amorim de Oliveira
Aline de Jesus Lustosa Nogueira
Ellen Fernanda Monteiro Copes
Josyanne Araújo Neves

DOI 10.22533/at.ed.8862105212

CAPÍTULO 3..... 19

APLICABILIDADE DA BACTERIOLOGIA CONVENCIONAL E BIOLOGIA MOLECULAR PARA PESQUISA DE *Listeria monocytogenes* EM LEITE UAT

Polyana de Faria Cardoso
Fábio Antônio Colombo
Maria Clara Freitas de Assis
Lívia do Nascimento Santana
Sandra Maria Oliveira Morais Veiga

DOI 10.22533/at.ed.8862105213

CAPÍTULO 4..... 34

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADAPTATIVA DE *ESCHERICHIA COLI* ENTEROHEMORRÁGICA AO ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO

Michelle Carlota Gonçalves
Juliana Junqueira Pinelli
Tenille Ribeiro de Souza
Jorge Pamplona Pagnossa
Mônica Aparecida da Silva
Anderson Henrique Venâncio
Clara Mariana Gonçalves Lima
Bruna Azevedo Balduino
Nelma Ferreira de Paula Vicente
Roberta Hilsdorf Piccoli

DOI 10.22533/at.ed.8862105214

CAPÍTULO 5.....42

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO GESTOR NAS COMPETÊNCIAS GERENCIAIS EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO

Maria Rosa Figueiredo Nascimento

Alexandra Marins Hatschek

Beatriz de Lopes

Katia Cansanção Correa de Oliveira

Vânia Madeira Policarpo

DOI 10.22533/at.ed.8862105215

CAPÍTULO 6.....52

COALICIONES DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL DESARROLLO LOCAL: LA INNOVACIÓN SOCIAL EN LOS PROGRAMAS DE ADQUISICIÓN DE ALIMENTOS – PAA Y PNAE

Rosinele da Silva de Oliveira

José Daniel Gómez López

Mário Vasconcellos Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.8862105216

CAPÍTULO 7.....74

COMPARAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE PASTAS COMERCIAIS CONTENDO MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS COM AS INFORMAÇÕES DA ROTULAGEM NUTRICIONAL

Cecília Cassimiro Pereira

Milena de Oliveira Dutra

Maria Luiza Tonetto Silva

Gustavo Puppi Simão

Samuel Milanez

Maria Manuela Camino Feltes

DOI 10.22533/at.ed.8862105217

CAPÍTULO 8.....84

COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ANTOCIANINAS TOTAIS DE CULTIVARES HÍBRIDAS DE UVAS *SWEET SAPPHIRE*, *SWEET SURPRISE* E *SWEET JUBILEE*

Marta Angela de Almeida Sousa Cruz

Gabriela de Freitas Laiber Pascoal

Lauriza Silva dos Santos

Larissa Gabrielly Barbosa Lima

Maria Eduarda de Souza Jacintho

Anderson Junger Teodoro

DOI 10.22533/at.ed.8862105218

CAPÍTULO 9.....95

CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DE AÇOUGUES ASSOCIADAS À QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA CARNE *IN NATURA*

Erica Lorena Batista da Silva

Teresa Emanuelle Pinheiro Gurgel

Carolina de Gouveia Mendes da Escossia Pinheiro

Joice Teixeira Souza

Kewen Santiago da Silva Luz

DOI 10.22533/at.ed.8862105219

CAPÍTULO 10..... 110

CONTAGEM DE *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS*, DE *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* E DETECÇÃO DE *SALMONELLA* SPP. EM CARNE MECANICAMENTE SEPARADA

Andressa Barella de Freitas

Creciana Maria Endres

Andreia Paula Dal Castel

Maristela Schleicher Silveira

Jaqueline Lidorio de Mattia

Elizandro Prudence Nickele

DOI 10.22533/at.ed.88621052110

CAPÍTULO 11..... 117

CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO E SIMULAÇÃO DE DIAGRAMA DE FASES 3D PARA SUBSTÂNCIAS PURAS

Dhayna Oliveira Sobral

Lina María Grajales

DOI 10.22533/at.ed.88621052111

CAPÍTULO 12..... 127

FICHA TÉCNICA DE PREPARO (FTP): UMA FERRAMENTA DE PADRONIZAÇÃO PARA NOVOS PRODUTOS À BASE DE PESCADO

Kátia Alessandra Mendes da Silva

Daniele Regis Pires

Amanda Lima Albuquerque Jamas

Elizete Amorim

Gesilene Mendonça de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052112

CAPÍTULO 13..... 133

FILMES BIOPOLIMÉRICOS COMO SUPORTE PARA NANOPARTICULAS DE PRATA: ESTUDO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Taís Port Hartz

Karina Rodrigues de Fraga

Carla Weber Scheeren

DOI 10.22533/at.ed.88621052113

CAPÍTULO 14..... 138

HIDRÓLISE DO FARELO DE SEMENTE DE JACA PARA PRODUÇÃO DE β -CICLODEXTRINAS POR *Bacillus* sp. SM-02

Kayo Santiago Farias Novais

Adriana Bispo Pimentel

Weclis Renan Koelher Braga

Marcia Luciana Cazetta

Elizama Aguiar-Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052114

CAPÍTULO 15..... 153

IMOBILIZAÇÃO E CINÉTICA DA INVERTASE DE *Saccharomyces cerevisiae* EM AGAROSE

Ricardo Peraça Toralles

Marcela Vega Ferreira

Walter Augusto Ruiz

DOI 10.22533/at.ed.88621052115

CAPÍTULO 16..... 160

IRRIGADOR SOLAR: UMA ANÁLISE DO SEU DESEMPENHO SEGUNDO UMA DISTRIBUIÇÃO GAUSSIANA

Lelis Araújo de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052116

CAPÍTULO 17..... 173

ISOLAMENTO DE MICRORGANISMOS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO A PARTIR DE RESÍDUOS PROVENIENTES DO SISTEMA DIGESTIVO DO PEIXE CURIMBATÁ

Samille Henriques Pereira

Renata Carolina Zanetti Lofrano

Boutros Sarrouh

DOI 10.22533/at.ed.88621052117

CAPÍTULO 18..... 185

LEVANTAMENTO DA INCIDÊNCIA DE DOENÇAS NA CULTURA DO AÇAÍ (*Euterpe oleracea*.) NA COMUNIDADE DA VILA DE PACAJÁ E GUAJARÁ NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ /PA

André de Carvalho Gomes

Brenda Suelli Alves Gomes

David Pantoja Ribeiro

Lucas Rodrigues Pereira

Maxlene Rocha da Costa

Meirevalda do Socorro Ferreira Redig

Rafael Coelho Ribeiro

Elessandra Laura Nogueira Lopes

Antônia Benedita da Silva Bronze

Omar Machado de Vasconcelos

Marcos Augusto de Souza Gonçalves

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Viviandra Manuelle Monteiro de Castro Trindade

Sinara de Nazaré Santana Brito

DOI 10.22533/at.ed.88621052118

CAPÍTULO 19..... 194

NANOPARTÍCULAS ESTERIFICADAS DE FÉCULA DE MANDIOCA

Francy Magdalena Zambrano Sarmiento Cónsole

Pamela Prodocimo Fonseca
Manuel Salvador Vicente Plata-Oviedo
Deusmaque Carneiro Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.88621052119

CAPÍTULO 20.....200

PATULINA E OS PROBLEMAS NA INDÚSTRIA DA MAÇÃ: UMA VISÃO GERAL

Ingrid Duarte dos Santos

Rosana Colussi

Roger Wagner

Ionara Regina Pizzutti

Rosselei Caiel da Silva

Bruna Klein

Stephanie Reis Ribeiro

Marlos Eduardo Zorzella Fontana

DOI 10.22533/at.ed.88621052120

CAPÍTULO 21.....214

PESQUISA DE MERCADO: EMBALAGEM DE ALIMENTOS FEITA A PARTIR DA FLOR DA BANANA E FIBRA DE COCO, REVESTIDA COM CERA DE ABELHA E ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM E ORÉGANO

Sarah da Costa Santos

Daniel Saraiva Lopes

Júlio da Silveira Ornellas

Christyane Bisi Tonini

Fabício Barros Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.88621052121

CAPÍTULO 22.....219

ANÁLISE REOLÓGICA DO AZEITE DE BOCAIUVA (*Acrocomia aculeata*) E DO AZEITE DE OLIVA EXTRA VIRGEM

Thomas Ken Konishi

Maycon Roberto da Silva

Sueli Marie Ohata

DOI 10.22533/at.ed.88621052122

CAPÍTULO 23.....234

SAÚDE HUMANA: É CORRETO HAVER FISCALIZAÇÃO PARA *Salmonella* spp. E NÃO HAVER PARA *Campylobacter* spp.?

Caroline Stéfani Plank

Tháís Biasuz

DOI 10.22533/at.ed.88621052123

CAPÍTULO 24.....243

SIMULAÇÃO DO FRACIONAMENTO DE SUBPRODUTO DO REFINO DO ÓLEO DE SOJA

Elinéia Castro Costa

Nélio Teixeira Machado

Marilena Emmi Araujo

DOI 10.22533/at.ed.88621052124

SOBRE AS ORGANIZADORAS.....	255
ÍNDICE REMISSIVO.....	256

ANÁLISE REOLÓGICA DO AZEITE DE BOCAIUVA (*Acrocomia aculeata*) E DO AZEITE DE OLIVA EXTRA VIRGEM

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 17/03/2021

Thomas Ken Konishi

Universidade Federal da Grande Dourados
(UFGD)
Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados-Mato Grosso do Sul, Brasil

Maycon Roberto da Silva

Universidade Federal da Grande Dourados
(UFGD)
Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados-Mato Grosso do Sul, Brasil

Sueli Marie Ohata

Universidade Federal da Grande Dourados
(UFGD)
Faculdade de Engenharia (FAEN)
Dourados-Mato Grosso do Sul, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8048143943208747>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi realizar a análise reológica do azeite de bocaiuva e do azeite de oliva tipo extra virgem, utilizando um viscosímetro Brookfield, modelo DV-II+PRO, utilizando um adaptador de pequenas amostras e o spindle SC4-31 acoplado à um banho termostático. A geometria utilizada foi a de cilindros concêntricos. As leituras de viscosidade foram realizadas na faixa de temperatura entre 20 a 60°C com taxa de deformação mantida a 50 s⁻¹. Analisou-se também o comportamento da viscosidade com variação da taxa de deformação na faixa de 0 a 60 s⁻¹, nas temperaturas de 25

e 60°C. Também foi verificado a influência da taxa de deformação (0 a 60 s⁻¹) sobre a tensão de cisalhamento nas condições de 25 e 60°C. O efeito da temperatura na viscosidade, analisado pela equação de Arrhenius. Os resultados obtidos indicaram diminuição da viscosidade com o aumento da temperatura. Os valores de viscosidade obtidos para o azeite de bocaiuva foram maiores em todas as temperaturas e taxas de deformações analisadas, quando comparados com o azeite de oliva extra virgem. Os valores obtidos para a energia de ativação (Ea) foram 27,52 e 28,80 kJ.mol⁻¹ para o óleo da polpa de bocaiuva e azeite de oliva, respectivamente. A relação entre a tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação, apresentou uma linearidade entre elas, caracterizando um comportamento Newtoniano.

PALAVRAS-CHAVE: Viscosidade, Newtoniano, energia de ativação.

RHEOLOGICAL ANALYSIS OF BOCAIUVA OIL (*Acrocomia aculeata*) AND OLIVE OIL EXTRA VIRGIN

ABSTRACT: The objective of this study was to rheological analysis of oil bocaiuva and olive oil extra virgin, using a Brookfield viscometer, DV-II + PRO model, using a small sample adapter and spindle coupled to SC4-31 a thermostatic bath. The geometry used was the concentric cylinders. Viscosity measurements were carried out in the temperature range of 20 to 60°C with shear rate maintained at 50 s⁻¹. It was also analyzed the behavior of viscosity with varying the shear rate in the range from 0 to 60 s⁻¹, at temperatures of 25 to 60°C. Also there is the influence of shear

rate (0 to 60 s⁻¹) on shear stress conditions at 25 to 60°C. And the effect of temperature on viscosity, described by the Arrhenius equation. The results obtained indicated a decrease in viscosity with increasing temperature. The viscosity values obtained for oil bocaiuva were higher at all temperatures and shear rates analyzed compared to olive oil extra virgin. The values obtained for the activation energy (Ea) were 27.52 and 28.80 kJ.mol⁻¹ for oil bocaiuva and olive oil, respectively. The relationship between the shear stress versus shear rate, showed a linearity between them featuring a Newtonian behavior.

KEYWORDS: Viscosity, Newtonian, activation energy.

1 | INTRODUÇÃO

A bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd) é uma palmeira que pertence à família Arecaceae. Está amplamente distribuída em quase todo o Brasil, sendo abundante no Mato Grosso do Sul e Mato Grosso e oeste do Estado de São Paulo. Comumente conhecida como bocaiuva, macauba, coco-babão, bacaúva, mocajuba, macaíba é encontrada nas regiões tropicais, sendo abundante no cerrado brasileiro (HIANE *et al.*, 2006; LORENZI, 2006).

De acordo com Mariano (2014), os frutos da bocaiuva fornecem dois tipos de óleos economicamente importantes: o azeite (proveniente da polpa) e o óleo da castanha.

O óleo da castanha da bocaiuva é composto principalmente por ácidos graxos saturados (aproximadamente 71%), em especial o ácido láurico, que confere ao óleo maior ponto de fusão e maior estabilidade. O segundo ácido graxo predominante no óleo da castanha da bocaiuva é o ácido oléico (monoinsaturado). Quando cuidadosamente extraído, o óleo da castanha pode apresentar qualidades e características de acidez e transparência semelhantes a dos óleos refinados industrialmente (LORENZI, 2006). Já a polpa da bocaiuva é composta em sua maior parte por ácidos graxos insaturados, sendo o ácido oléico o de maior incidência, correspondendo a cerca de 53% do total de ácidos graxos (MARIANO, 2014).

Os métodos usuais de extração de óleos vegetais podem ocorrer por prensagem mecânica ou com uso de solventes. Métodos mais avançados empregam o uso de fluidos supercríticos e enzimas.

Como a utilização do óleo da bocaiuva vem sendo relatada nas áreas medicinal, alimentício, cosméticos, entre outros (NUCCI, 2007; AMARAL, 2007), seria importante a obtenção de informações a respeito do comportamento reológico.

Segundo Barros (2008), na área alimentar, a reologia caracteriza como sendo o estudo da deformação da matéria prima, dos produtos intermediários e dos produtos finais na indústria de alimentos.

O comportamento reológico de óleos vegetais e de seus derivados analisa importantes propriedades como a viscosidade, que corresponde a resistência de um líquido ao fluxo induzido por uma tensão aplicada (MOTHÉ, 2009). O conhecimento e controle

das propriedades reológicas na formulação de produtos industrializados fornecem dados auxiliares que podem ser utilizados nos processos de estocagem e aplicação de grande variedade de óleos vegetais e seus derivados, como por exemplo, para fins alimentícios, lubrificantes, carburantes, entre outros. Além do comportamento durante o transporte, a análise reológica fornece dados de viscosidade em condições específicas de análise (MELO, 2010).

Poucos trabalhos foram encontrados referente aos óleos vegetais provenientes do bioma cerrado. Alguns estudos sobre o óleo extraídos da polpa e da amêndoa da bocaiuva, do buriti e do pequi. Alguns avaliaram os métodos de extração (ALVES *et al.*, 2012; NUNES, 2013); outros autores avaliaram as propriedades físicas e químicas (ZANATTA, 2015; AQUINO *et al.*, 2012; RIBEIRO, 2010; AMARAL, 2007). Também foram encontrados estudos sobre microencapsulação de óleos (LESCANO, 2013) e aplicações em cosméticos (PIANOVSKI, 2008).

As informações sobre o comportamento reológico na literatura a respeito de óleos vegetais provenientes de frutos do cerrado foram muito escassas. Mariano (2014) estudou métodos de fracionamento de gorduras sólidas, a partir de óleo de pequi e da macaúba. Também analisou o comportamento reológico de ambas as amostras utilizando um reômetro oscilatório da marca Thermo Scientific.

Desse modo, o objetivo principal foi caracterizar o comportamento reológico do azeite extraído da polpa de bocaiuva e comparar com o azeite de oliva tipo extra virgem, submetidos à diferentes temperaturas e taxas de deformação.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

O azeite de bocaiuva prensada a frio sem nenhum tratamento adicional, foi fornecido pelo grupo GEPPAC (Grupo de Estudos em Produtos e Processados Agroindustriais do Cerrado) - UFGD. E o azeite de oliva tipo extra virgem (marca importada de Portugal) foi adquirido no comércio local da cidade de Dourados – Mato Grosso do Sul. As análises foram realizadas nas dependências dos laboratórios da Universidade Federal da Grande Dourados/MS.

2.2 Preparo das amostras

A amostra do azeite de bocaiuva foi mantida sob refrigeração ($\sim 7^{\circ}\text{C}$) em um vidro âmbar. Devido ao estado físico sólido apresentado sob temperatura de refrigeração, uma quantidade de amostra suficiente era mantida sob temperatura ambiente momentos antes das análises até que retornasse ao estado líquido. E a amostra comercial de azeite de oliva extra virgem, em torno de 10 mL, foi mantida à temperatura ambiente, em um local arejado.

2.3 Métodos

2.3.1 Medidas de Viscosidade

As leituras para determinação das medidas reológicas foram realizadas em um viscosímetro digital Brookfield, modelo DV-II+ PRO, utilizando o dispositivo de pequenas amostras 13RP, câmara de amostras SC -*R e do spindle SC4-31 selecionado após testes preliminares acoplado a um banho termostatzado com circulação forçada de água, modelo TC-550 da marca Brookfield.

Inicialmente, as medidas de viscosidade foram obtidas em temperaturas entre 20 a 60°C, e taxa de deformação fixa de 50 s⁻¹ para ambas as amostras. Na segunda etapa foram realizadas medidas utilizando taxas de deformação entre 0 a 60 s⁻¹, nas condições de 25 e 60°C. A taxa de deformação máxima foi escolhida em função da recomendação do fabricante em relação ao spindle SC4-31 que estabelece valores entre 0 a 68 s⁻¹. Foram obtidos dados de leitura, na ordem crescente de taxa de deformação e retornando na ordem decrescente para analisar o tipo do comportamento de escoamento.

As leituras foram realizadas em triplicata, sendo utilizada uma nova amostra para cada repetição. Para permitir o equilíbrio de temperatura, as amostras foram deixadas em repouso durante 10 minutos na câmara de amostras SC -*R, antes do início de cada experimento.

A partir dos resultados obtidos foram analisados graficamente o comportamento da viscosidade das amostras com a variação de temperatura entre 20 a 60°C à 50 s⁻¹ e o comportamento da viscosidade com a variação da taxa de deformação submetida à temperaturas de 25 e 60°C.

2.3.2 Efeito da temperatura

A influência da temperatura sobre a viscosidade aparente foi analisada utilizando-se a Equação de Arrhenius (Equação 1). As temperaturas em graus Celsius (°C) foram convertidas para Kelvin (K) e em seguida calculados o inverso da temperatura (K⁻¹). O logaritmo natural da viscosidade aparente (mPa.s) em função do inverso da temperatura (K⁻¹) foram plotados em um gráfico através do programa Microsoft Office Excel (2010). E a partir da regressão linear foram obtidos os valores de Energia de ativação (E_a).

$$\ln n = \ln n_0 - \exp \left[-\frac{E_a}{RT} \right] \quad (1)$$

onde:

n - Viscosidade aparente (mPa s);

n₀ - Constante (mPa s);

E_a - Energia de ativação (kJ/g mol);

R - Constante universal dos gases (kJ/ mol K);

T – Temperatura (K).

2.3.3 Análise Estatística

Os resultados do teste de aceitação foram avaliados mediante análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias (Tukey 5% de significância), utilizando-se o software STATISTICA® 8.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 representa o comportamento da viscosidade de ambas as amostras em função da temperatura analisados em um intervalo entre 20 à 60°C, submetidos à taxa de deformação de 50 s⁻¹.

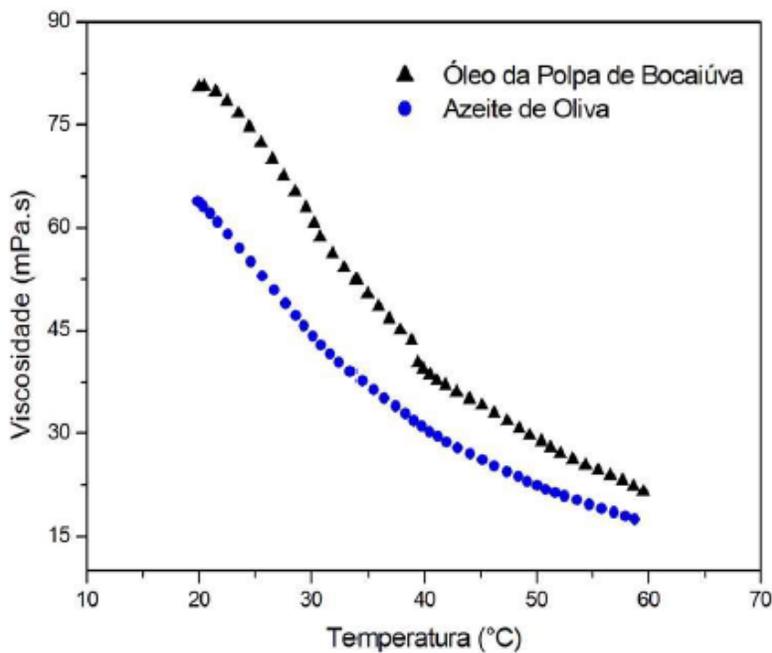


Figura 1. Viscosidade do óleo azeite de bocaiúva e do azeite de oliva tipo extra virgem (20 a 60°C, 50s⁻¹).

A Figura 1 indica que os valores da viscosidade do azeite de bocaiúva foram superiores em comparação com o azeite de oliva, independente da temperatura submetida. Essa diferença pode ser atribuída aos valores de ácidos graxos saturados superiores encontrados na literatura para o azeite de bocaiúva quando comparado ao azeite de oliva extra virgem.

Mariano (2014) estudou o fracionamento do óleo de baciauva e de pequi, apresentando a composição percentual de ácidos graxos para os óleos íntegros e suas frações. A porcentagem de ácidos graxos saturados encontrada para o azeite de baciauva foi de 26,17% e a de insaturados, 73,84%. Custódio (2009) analisou amostras comerciais de azeite extra virgem provenientes de várias regiões de Portugal e encontrou valores entre 13,43 a 15,89% de ácidos graxos saturados. Dessa forma, verifica-se que o teor de ácidos graxos presentes no azeite de baciauva é maior em relação ao azeite extra virgem comercial.

A partir dos dados obtidos pode se observar um declínio nos valores da viscosidade para uma taxa de deformação fixa de 50 s^{-1} à medida que ocorre o aumento da temperatura, fato que foi observado também por Freitas *et al.* (1998) para o óleo de palma bruto.

Segundo Kahn *et al.*, (1990) e Forster e Ferrier (1979), a viscosidade de óleos vegetais comestíveis diminui à medida que a temperatura do meio aumenta, isso ocorre devido a um movimento térmico maior entre as moléculas, reduzindo assim a viscosidade.

De acordo com Hassan e Hobani (1998), o aumento da temperatura e, conseqüentemente, a energia térmica conduz ao aumento das distâncias moleculares devido a uma redução das forças moleculares. Além disso, com o aumento da temperatura, a tensão de cisalhamento é maior, fazendo com que um rearranjo das partículas em direções paralelas e a sua quebra em partículas menores. Essas partículas podem fluir mais facilmente, devido a diminuição das interações de partícula-partícula, resultando na diminuição da viscosidade.

Haminiuk *et al.* (2006) cita que isso ocorre devido a associação de força de cisalhamento com a temperatura, provocando a reorganização das partículas em uma direção paralela à força de cisalhamento, além disso, pode ocorrer a quebra das partículas em partículas menores, resultando em uma maior fluidez, ocasionando assim a diminuição da viscosidade aparente.

A Figura 2 apresenta os valores de viscosidade submetidos a uma temperatura de 25°C , com taxas de deformação entre 10 a 60 s^{-1} .

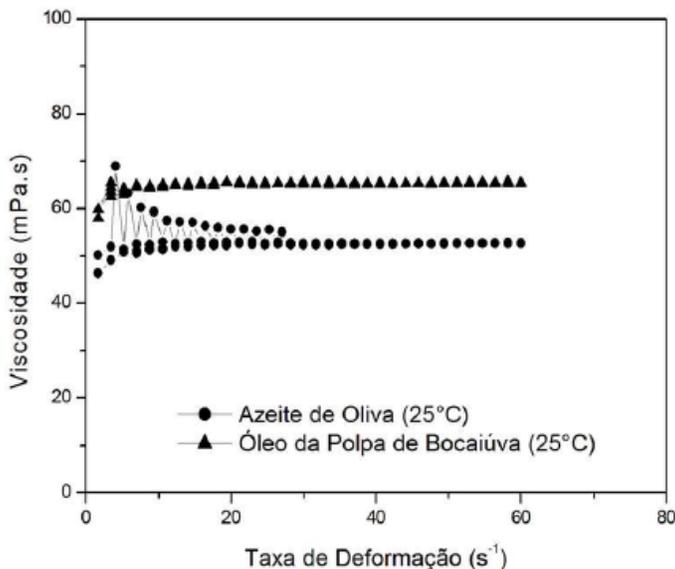


Figura 2. Viscosidade em função da taxa de deformação (10 a 60 s⁻¹) para o azeite de oliva extra virgem e o azeite de bociuíva a 25°C.

A Figura 2 representa a influência da taxa de deformação na viscosidade das amostras a uma temperatura fixa de 25°C. Pode-se observar que para o azeite de bocaúva, como não houve influência significativa da taxa de deformação na viscosidade a partir de 10 s⁻¹, apresentando o comportamento de um fluido Newtoniano. Já a viscosidade do azeite de oliva diminuiu entre as faixas de 0 a 25 s⁻¹. E a partir de 30 s⁻¹, como os valores obtidos para a viscosidade foram constantes, não houve alteração da viscosidade, o comportamento tem característica de um fluido Newtoniano.

Comportamento semelhante foi observado no estudo de Brock *et al.*, (2008), onde foi analisado a viscosidade em função da taxa de cisalhamento para o óleo de milho a 20 °C. Os autores observaram uma variação significativa nos valores de viscosidade para taxas de deformação inferiores à 5 s⁻¹ e concluíram que o óleo de milho apresentou comportamento não Newtoniano para esta faixa analisada (< 5 s⁻¹). E observaram também que a partir de 5 s⁻¹, como não houve alteração da viscosidade, concluíram que o comportamento foi Newtoniano.

Mariano (2014), obteve medidas de viscosidade do azeite de bociuíva e pequi à 20°C, com uma geometria tipo placa-placa utilizando um reômetro oscilatório da marca Thermo Scientific. As viscosidades encontradas para o óleo da polpa de bociuíva e de pequi foram 137,91 e 95,14 mPa.s, respectivamente. Enquanto o experimento realizado por Melo (2010) foram encontrados (46,33 e 56,05 mPa.s, respectivamente) para os mesmos óleos, submetidos à uma temperatura de 25°C e taxa de deformação entre 0 a 70 s⁻¹, que foram valores próximos aos resultados obtidos neste trabalho. Melo (2010) efetuou as

medidas utilizando também o viscosímetro da marca Brookfield e o spindle SC4-31, como no presente trabalho.

A Figura 3 apresenta os valores de viscosidade submetidos a uma temperatura de 60°C, com taxas de deformação entre 10 a 60 s⁻¹

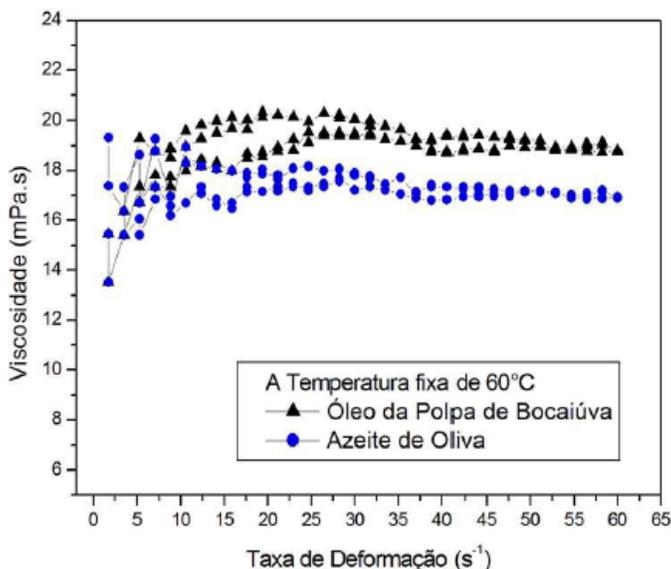


Figura 3. Viscosidade em função da taxa de deformação (10 a 60 s⁻¹) para o azeite de oliva extra virgem e o azeite de bocaiúva a 60°C.

A Figura 3 representa a influência da taxa de deformação na viscosidade das amostras a uma temperatura fixa de 60°C. Observa-se que houve variação significativa para os valores da viscosidade de ambas as amostras à taxas de deformação até 40 s⁻¹, indicando um comportamento não Newtoniano. A partir de valores superiores à 40 s⁻¹, o comportamento foi Newtoniano, não ocorrendo uma variação significativa nos valores de viscosidade obtidos.

As variações da viscosidade observadas na Figura 2 e 3 quando submetidas a condições determinadas de taxas de deformação e respectivas temperaturas merecem uma análise posterior.

As Figuras 4 e 5 a seguir, mostram a relação entre a tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação, a uma temperatura fixa de 25°C e 60°C para ambas as amostras. Pode-se observar que essa relação é diretamente proporcional, pelo fato de que quanto maior a taxa de deformação, maior também será a tensão de cisalhamento. Segundo Fellows (2006) quando há uma linearidade entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação partindo-se da origem do gráfico, o fluido é considerado newtoniano.

O mesmo comportamento foi encontrado nos estudos encontrados na literatura para alguns óleos vegetais (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005; COSTA, 2015; TEIXEIRA, 2013).

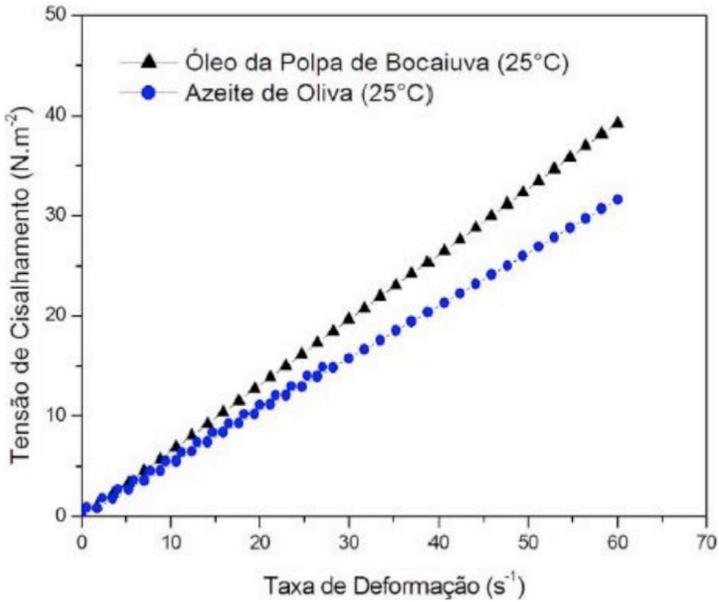


Figura 4. Tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para o óleo da polpa de bocaiuva e para o azeite de oliva tipo extra virgem a 25°C.

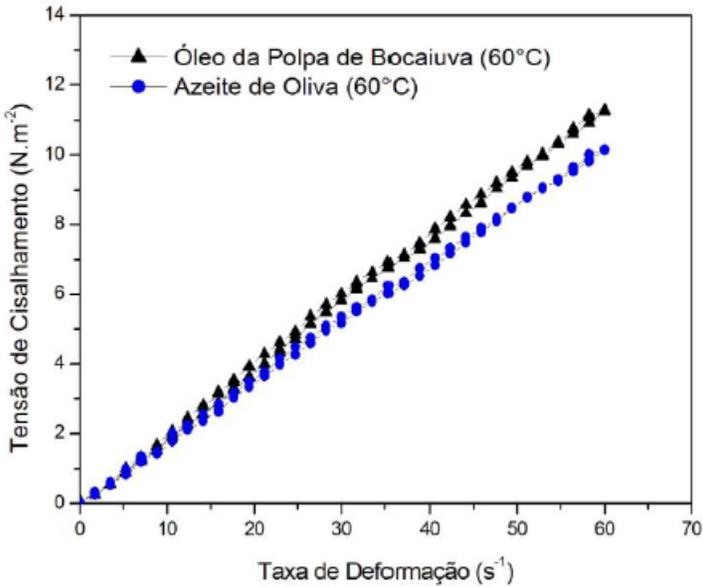


Figura 5. Tensão de cisalhamento em função da taxa de deformação para o óleo da polpa de bocaiuva e para o azeite de oliva tipo extra virgem a 60°C.

A partir da análise das Figuras 4 e 5, observa-se o mesmo comportamento para ambas amostras, submetidos a 25 ou 60°C, ou seja, ocorre uma linearidade entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação, partindo dos valores da origem do gráfico, concluindo que ambas as amostras apresentaram comportamento Newtoniano nas condições estudadas.

Verificou-se que na condição de menor temperatura (25°C), quanto maior for a taxa de deformação aplicada, maior será a tensão de cisalhamento requerida para o óleo da polpa de bociuíva em relação ao azeite de oliva extra virgem. O mesmo comportamento ocorreu na condição de maior temperatura (60°C), porém os maiores valores de tensão foram obtidos a 25°C. Pode-se concluir que os resultados estão coerentes, pois os valores da viscosidade obtidos para o óleo da polpa de bociuíva foram superiores em ambas as temperaturas analisadas, quando comparados com o azeite de oliva extra virgem. Observa-se na Figura 4, que foi requerida uma maior tensão de cisalhamento (40 N.m²) para que houvesse a deformação da amostra (por exemplo à 60 s⁻¹), enquanto na Figura 5 foi necessária uma tensão de cisalhamento de 12 N.m² para que a amostra se deformasse na mesma taxa analisada (60s⁻¹).

T (°C)	Viscosidade (mPa.s)	
	Azeite de Bociuíva	Azeite de oliva extra virgem
20	80,56a	63,14b
25	72,41a	52,97b
30	60,64a	44,21b
35	50,38a	36,40b
40	38,55a	30,27b
45	34,06a	26,16b
50	28,76a	22,41b
55	24,54a	19,11b
60	21,48a	17,55b

Valores médios das análises feitas em triplicata. Médias seguidas pela mesma letra (a - b), na mesma coluna e para os dois óleos (Azeite de bociuíva e azeite de oliva extra virgem) não diferem significativamente pelo teste de Tukey(p<0,05).

Tabela 1. Viscosidade do azeite de bociuíva e azeite de oliva extra virgem (20 a 60°C, 50s⁻¹).

Os resultados do ajuste da equação de Arrhenius aos dados de viscosidade são apresentados pela Figura 6 e a Tabela 2 mostra os valores estimados de energia de ativação (Ea) para ambas as amostras.

	Energia de ativação (kJ.mol ⁻¹)	Coefficiente de correlação (R ²)
Azeite de Bocaiuva	27,52	0,9949
Azeite de Oliva	28,80	0,9992
Azeite de Bocaiuva (Literatura)	**	**
Azeite de Oliva (Literatura)	27,78 ⁽¹⁾	0,9983 ⁽¹⁾

(1) CANCIAM, 2010. **- Não foram encontrados na literatura dados correlacionados nas condições de análise.

Tabela 2. Energia de ativação (E_a) e coeficiente de correlação (R²) do azeite de bocaiuva e azeite de oliva extra virgem.

No bioma do cerrado frutos como pequi, apresentam valores próximos ao encontrados no presente trabalho, no experimento de Justi (2012) obteve uma energia de ativação de 20,3 kJ.mol⁻¹.

Valores da energia de ativação (E_a) e do parâmetro coeficiente de correlação para os azeites de bocaiuva foi pesquisado na literatura para comparação, entretanto não foi encontrado.

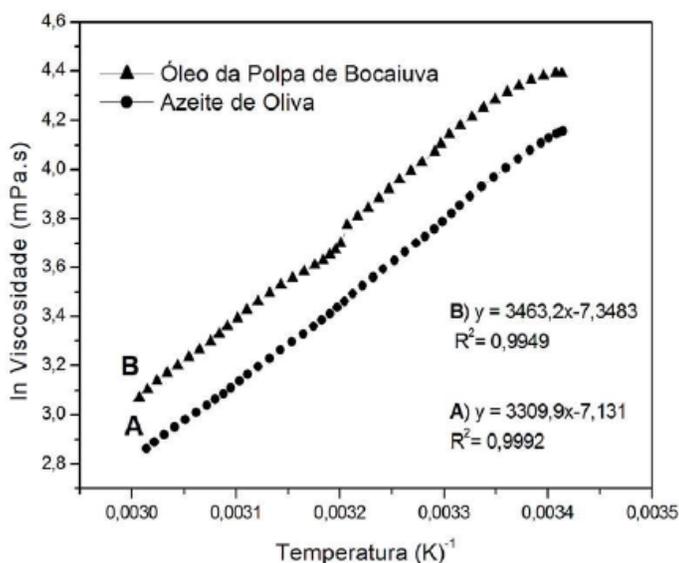


Figura 6. Efeito da temperatura sobre a viscosidade aparente do óleo da polpa de bocaiuva e do azeite de oliva extra virgem (50 s⁻¹).

Analisando a Figura 6, observa-se que a equação de Arrhenius se ajustou bem aos dados de viscosidade obtidos experimentalmente sob as diferentes temperaturas analisadas.

A energia de ativação (E_a) encontrada para o azeite de bociuiva e para o azeite de oliva foi de $27,52 \text{ kJ.mol}^{-1}$ e $28,80 \text{ kJ.mol}^{-1}$ respectivamente, obtendo um coeficiente de determinação (R^2) de 0,9992 para o azeite de oliva e 0,9949 para o óleo da polpa de bociuiva.

Analisando a Figura 6, verifica-se que o azeite de oliva tipo extra virgem apresenta a maior energia de ativação, enquanto que o azeite de bociuiva apresenta a menor energia de ativação.

Os valores da energia de ativação indicam o grau de sensibilidade da viscosidade frente a alterações de temperatura. Assim, quanto maior for a energia de ativação, menor será a sensibilidade da viscosidade em relação à temperatura. Portanto, analisando os valores obtidos para a energia de ativação, o azeite de bociuiva apresentou maior sensibilidade da viscosidade em relação a mudança de temperatura, comparado ao azeite de oliva e coerente com os resultados obtidos anteriormente. De acordo com Haminiuk *et al.*, (2006), à medida que a temperatura aumenta, o líquido flui mais facilmente devido a maior energia de ativação em altas temperaturas.

4 | CONCLUSÃO

Pode se concluir, o azeite de oliva extra virgem apresentou valores de viscosidade inferiores em relação ao do azeite de bociuiva nas temperaturas entre 20 a 60°C.

A energia de ativação (E_a) encontrada para o azeite de bociuiva e para o azeite de oliva foi de $27,52 \text{ kJ.mol}^{-1}$ e $28,80 \text{ kJ.mol}^{-1}$ respectivamente, indicando que o azeite de oliva apresentou uma menor sensibilidade da viscosidade em relação a mudança de temperatura, comparado ao azeite de bociuiva.

Foi possível caracterizar o comportamento como newtoniano para ambos os óleos, nas condições estudadas, devido a linearidade apresentada entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. S.; OLIVEIRA, L. C. P.; PORTO, A. G.; SILVA, F. S.; SILVA, F. T. C.; NEVES, E. Extração e avaliação do rendimento de óleo da polpa de bociuiva. **Revista CITINO**, Barra do Bugres, v. 2, n. 3, p.30-35, 2012.

AMARAL, F. P. **Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba [*acrocomia aculeata* (jacq.) lodd. ex mart]**. 2007. 52f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2007.

AQUINO, J. S.; PESSOA, D. C. N. P.; ARAUJO, K. L. G. V.; EPAMINONDAS, P. S.; SCHULER, A. R. P.; SOUZA, A. G.; STAMFORD, T. L. M.; Refining of buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the Brazilian cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, João Pessoa, v. 23, n. 2, p.212-219, 2012.

BARROS, A. C. F.; OLIVEIRA, E. P. O.; ALVES, S. B.; SILVA, Z. E. da. Caracterização Reológica de Polpa de Goiaba – Aplicação de Métodos Inversos. In: Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 5, 2008, Salvador. **Resumos...** Salvador: Associação Brasileira de Engenharia Mecânica, 2008.

BROCK, J.; NOGUEIRA, M. R.; ZAKRZEWSKI, C.; CORAZZA, F. C.; CORAZZA, M. L.; OLIVEIRA, J. V.; Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p.564-570, 2008.

CANCIAM, C. A.; Efeito da Temperatura na Viscosidade de Óleos Vegetais Refinados. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia**, Ponta Grossa, v. 16, n. 1, p.7-12, 2010.

CONCEIÇÃO, M. M.; CANDEIA, R. A.; DANTAS, H. J.; SOLEDADE, L. E. B.; FERNANDES, V. J.; SOUZA, A. G.; Rheological Behavior of Castor Oil Biodiesel. **Energy & Fuels**, v. 19, n. 5, p. 2185-2188, 2005.

COSTA, S. D. C. - **Obtenção e análise de propriedades e parâmetros físico-químicos do óleo de oiticica**. Monografia, UFRN, Departamento de Engenharia Química, 2015.

CUSTÓDIO, T. A. S.; **Azeites extra-virgem comerciais: composição em compostos voláteis e relação com parâmetros químicos de qualidade**. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmácia, Universidade do Porto, Porto, 2009.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**: Princípios e prática. 2.ed., Porto Alegre, Ed. Artmed, 2006.

FORSTER, L.L., FERRIER, L.K. Viscometric characteristics of whole soybean milk. **Journal of Food Science**, v.44(2), p.583–585, 1979.

FREITAS, S.P.; SILVA, F.C.; LAGO, R.C.A; COURI, S. Efeito de enzimas hidrolíticas no comportamento reológico de óleo de palma cru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.1, 1998.

HAMINIUK, C. W. I.; SIERAKOWSKI, M. R.; IZIDORO, D. R.; MASSON, M. L. Caracterização reológica da polpa de amora preta. **Brazilian Journal of Food Technology, Campinas-SP**, v. 9, n.4, p. 291-296, 2006.

HAMINIUK, C.W.I.; SIERAKOWSKI, M.R.; VIDAL, J.R.M.B.; MASSON, M.L. Influence of temperature on the rheological behavior of whole araçá pulp (*Psidium cattleianum* Sabine). **Food Science and Technology**. v.39, p. 426-430, 2006.

HASSAN, B.H., HOBANI, A.I. Flow properties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extract. **Journal of Food Engineering**, v.35, n.4, p. 459-470, 1998.

HIANE, P. A.; BALDASSO, P. A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M. L. R. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. . **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.3, p. 683-689, 2006.

- JUSTI, P. N.; **Valorização de frutos do cerrado: Desenvolvimento de tempero em pó de pequi.** 2012. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmácia, Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2012.
- KAHN, R., STEHLI, D., WEI, L.S., STEINBERG, M.P., YAMASHITA, N. Activity and mobility of water in sweetened concentrated dislodged soy beverages and their rheological properties. **Journal of Food Science**, v.55, n.2, p.537–542, 1990.
- LESCANO, C. H.; **Microencapsulação do Óleo da Bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. por coervação complexa.** 2013. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Farmácia, Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.
- LORENZI, G.M.A.C. ***Acrocomia aculeata* (jacq.) Lodd. ex Mart. - Arecaceae: bases para o Extrativismo Sustentável.** 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- MARIANO, R. G. B. **Fracionamento e biotransformação de óleos obtidos a partir de frutos do cerrado: macaúba (*Acrocomia aculeata*) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb).** Rio de Janeiro, 2014. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- MELO, M. A. M. F., **Avaliação das propriedades de óleos vegetais visando a produção de biodiesel,** 2010, 114f. Dissertação (Mestrado), Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.
- MOTHÉ, M. G. **Estudo do Comportamento de Ligantes Asfálticos por Reologia e Análise Térmica.** 204f. Dissertação (Doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- NUCCI, S. M.; **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba.** 2007. 82f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico, Campinas, 2007.
- NUNES, A. A.; **Óleo da Polpa de Macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lood. ex Mart.) com Alta Qualidade: Processo de Refino e Termoestabilidade.** 2013. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, Biotecnologia Aplicada à Saúde, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2013.
- PIANOVSKI, A. R.; VILELA, A. F. G.; SILVA, A. A. S.; LIMA, C. G.; SILVA, K. K.; CARVALHO, V. F. M.; MUSIS, C. R.; MACHADO, S. R. P.; FERRARI, M.; Uso do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Cuiabá, v. 44, n. 2, p.249-259, 2008.
- RIBEIRO, M. C.; **Óleo de Pequi: Qualidade Físico-Química, teor de carotenóides e uso em animais com carência de vitamina A.** 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Nutrição, Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- TEIXEIRA, L. P. **Caracterização física do óleo e grãos de abóbora (*Cucurbita moschata*) Objetivando a produção de biocombustível.** 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

ZANATTA, S. **Caracterização da macaúba (casca, polpa e amêndoa) e análise sensorial através da Educação do Gosto**. 2015. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alimento(s) 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 39, 42, 43, 47, 48, 49, 51, 52, 57, 59, 60, 63, 64, 70, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 82, 84, 92, 95, 96, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 115, 116, 118, 124, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 137, 139, 153, 159, 191, 194, 198, 200, 201, 202, 203, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 213, 214, 216, 218, 220, 231, 232, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 253, 255

Amiloglucosidase 138, 140, 141, 144, 146, 147

Antioxidante 84, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94

APPCC 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Atividade Antimicrobiana 133, 134, 136, 137

B

Bacillus 138, 139, 140, 142, 148, 149, 150, 151

Biologia Molecular 19, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 84, 180

C

Carga de Suporte 153

Carne Bovina 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 237

Carne Mecanicamente Separada 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116

Castanhas 75, 81

Checklist 95, 96, 97, 98, 99, 101

Ciclomaltodextrina Glicanotransferase 138, 139, 142

Coliformes 95, 97, 98, 99, 100, 101, 106, 107

Conscientização 42, 216

Consumo 1, 3, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 48, 58, 59, 74, 75, 76, 79, 81, 82, 85, 92, 96, 110, 114, 128, 131, 170, 173, 174, 206, 207, 209, 215, 218, 236, 237

COVID-19 74, 75, 81, 82

F

Filmes Biopoliméricos 133, 134, 135, 136, 137

Frango 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 115, 116, 236, 238, 240

G

Gestão 2, 7, 8, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 107, 132, 208

I

Inquéritos 10

Instrução Normativa 4 110

Invertase 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159

L

Laboratório 36, 97, 127, 133, 142, 153, 207, 243

Leite UAT 19, 22, 32

Líquido lônico 133, 134

Listeria 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 40, 41, 113

M

Mapa 2, 3, 4, 6, 108, 110, 111, 191, 202

Microbiologia 19, 22, 27, 32, 34, 36, 108, 112, 116, 149, 183

Motivação 42, 43, 51

N

Nanopartículas de Ag 133, 135

Nozes 75, 81, 82

P

Pasta Vegetal 75

Patógeno Alimentar 35

Peixe 17, 127, 130, 131, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 182

Percepção Social 10

Planejamento Experimental 138, 140

Plantas Condimentares 35

Q

Questionários 9, 10, 12, 13

R

Rotulagem Nutricional 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83

S

Saccharomyces cerevisiae 153, 154, 159

Salmonella 29, 31, 32, 33, 41, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 180, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242

Segurança 1, 8, 18, 82

Segurança Alimentar 18, 35, 36, 47, 48, 82, 96, 115, 201, 203, 209

T

Tecnologia 9, 42, 51, 74, 92, 115, 116, 127, 128, 132, 153, 159, 160, 172, 194, 198, 200, 208, 231, 232, 243, 244, 255

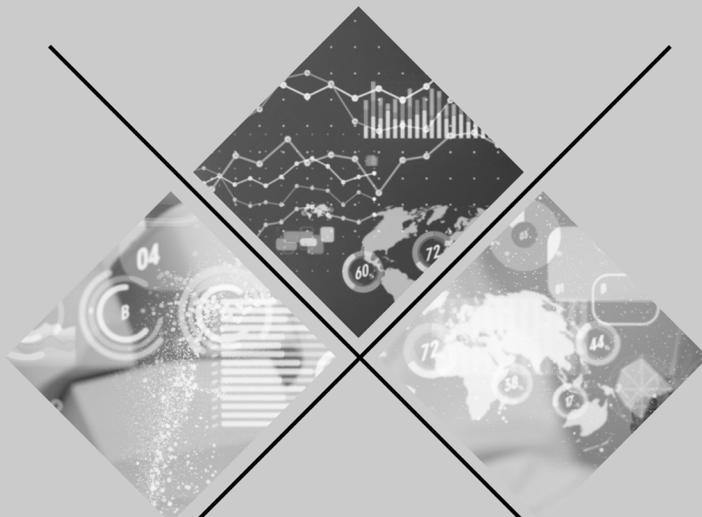
U

Uva Híbrida 84, 88, 89

V

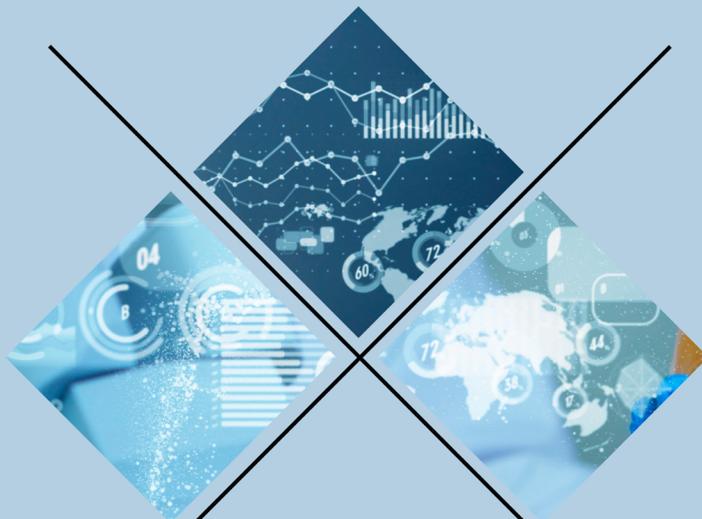
Vitis vinífera 92

Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br