



**Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)**

Avanços e Desafios da Nutrição 4

Atena
Editora
Ano 2019

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Avanços e Desafios da Nutrição 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a 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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A946	Avanços e desafios de nutrição 4 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-343-9 DOI 10.22533/at.ed.439192405 1. Nutrição – Pesquisa – Brasil. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série. CDD 613.2
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O *e-book* *Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil 4*, traz um olhar multidisciplinar e integrado da nutrição com a Ciência e Tecnologia de Alimentos. A presente obra é composta de 66 artigos científicos que abordam assuntos de extrema importância relacionados à nutrição e a tecnologia de alimentos. O leitor irá encontrar assuntos que abordam temas como as boas práticas de manipulação e condições higiênico-sanitária e qualidade de alimentos; avaliações físico-químicas e sensoriais de alimentos; rotulagem de alimentos, determinação e caracterização de compostos bioativos; atividade antioxidante, antimicrobiana e antifúngica; desenvolvimento de novos produtos alimentícios; insetos comestíveis; corantes naturais; tratamento de resíduos, entre outros.

O *e-book* também apresenta artigos que abrangem análises de documentos como patentes, avaliação e orientação de boas práticas de manipulação de alimentos, hábitos de consumo de frutos, consumo de alimentos do tipo lanches rápidos, programa de aquisição de alimentos e programa de capacitação em boas práticas no âmbito escolar.

Levando-se em consideração a importância de discutir a nutrição aliada à Ciência e Tecnologia de Alimentos, os artigos deste *e-book*, visam promover reflexões e aprofundar conhecimentos acerca dos temas apresentados. Por fim, *desejamos a todos uma excelente leitura!*

Natiéli Piovesan e Vanessa Bordin Viera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

EFEITO DAS COBERTURAS COMESTÍVEIS E O TEMPO DE SECAGEM NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE MAÇÃS 'ROYAL GALA' MINIMAMENTE PROCESSADAS

Rufino Fernando Flores Cantillano
Jardel Araujo Ribeiro
Mauricio Seifert
Carla Ferreira Silveira
Daiane Nogueira
Leonardo Nora

DOI 10.22533/at.ed.4391924051

CAPÍTULO 2 17

EFEITO DO PROCESSAMENTO EM ALTAS PRESSÕES HIDROSTÁTICAS NAS PROPRIEDADES DOS ALIMENTOS: UMA BREVE REVISÃO

Christian Alley de Aragão Almeida
Lucas Almeida Leite Costa Lima
Patrícia Beltrão Lessa Constant
Maria Terezinha Santos Leite Neta
Narendra Narain

DOI 10.22533/at.ed.4391924052

CAPÍTULO 3 32

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE COAGULANTES NO TRATAMENTO DE ÁGUAS DO RIO NEGRO

Wenderson Gomes Dos Santos
Ana Flávia Amâncio de Oliveira
Carolina Lima dos Santos
Jaqueline Araújo Cavalcante
Jocélia Pinheiro Santos
Larissa Fernanda Rodrigues
Lucas Martins Girão
Rachel de Melo Verçosa
Talissa Luzia Vieira da Silva
Victor Nogueira Galvão

DOI 10.22533/at.ed.4391924053

CAPÍTULO 4 38

ELABORAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS BOVINOS UTILIZANDO EXTRATOS DE ESPECIARIAS AROMÁTICAS COMO ADITIVO ALIMENTAR NATURAL

Silvana Maria Michelin Bertagnolli
Aline de Oliveira Fogaça
Luana da Silva Portella

DOI 10.22533/at.ed.4391924054

CAPÍTULO 5 49

ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE PRODUTO CÁRNEO TIPO HAMBÚRGUER DE PEITO DE PERU ACRESCIDO DE FARELO DE AVEIA

Patrícia Aparecida Testa
Dayane Sandri Stellato
Krishna Rodrigues de Rosa
Márcia Helena Scabora
Xisto Rodrigues de Souza

DOI 10.22533/at.ed.4391924055

CAPÍTULO 6 55

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AGUARDENTE MISTA DE CALDO DE CANA E CAJÁ (*Spondias mombin* L)

Alexandre da Silva Lúcio
Mércia Melo de Almeida Mota
Ângela Maria Santiago
Deyzi Santos Gouveia
Rebeca de Lima Dantas

DOI 10.22533/at.ed.4391924056

CAPÍTULO 7 66

ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO MANUAL DE BOAS PRÁTICAS EM COZINHAS DE ESCOLAS DA REDE ESTADUAL DE ENSINO DE TRÊS PASSOS – RS

Glaciela Cristina Rodrigues da Silva Scherer
Fernanda Hart Weber
Josiane Pasini

DOI 10.22533/at.ed.4391924057

CAPÍTULO 8 75

EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS POR ULTRASSOM DAS SEMENTES DE INGÁ (*Inga marginata Willd*)

Déborah Cristina Barcelos Flores
Caroline Pagnossim Boeira
Bruna Nichelle Lucas
Jamila dos Santos Alves
Natiéli Piovesan
Vanessa Bordin Viera
Marcela Bromberger Soquetta
Jéssica Righi da Rosa
Grazielle Castagna Cezimbra Weis
Claudia Severo da Rosa

DOI 10.22533/at.ed.4391924058

CAPÍTULO 9 87

ESTABILIDADE DE ESPUMA DE OVOS DE SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO AO LONGO DA SUA VIDA DE PRATELEIRA

Bruna Poletti
Maitê de Moraes Vieira
Daniela Maia

DOI 10.22533/at.ed.4391924059

CAPÍTULO 10 94

FATORES ANTINUTRICIONAIS EM GRÃOS DE QUINOA

Antonio Manoel Maradini Filho
João Tomaz da Silva Borges
Mônica Ribeiro Pirozi
Helena Maria Pinheiro Sant'Ana
José Benício Paes Chaves
Eber Antonio Alves Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.43919240510

CAPÍTULO 11 107

IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ LOCALIZADA EM BARREIRAS - BA

Rafael Fernandes Almeida
Miriam Stephanie Nunes de Souza
Patrícia de Magalhães Prado
Camila Filgueira de Souza
Frederick Coutinho de Barros

DOI 10.22533/at.ed.43919240511

CAPÍTULO 12 116

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM DE UMBU (*Spondias tuberosa*) EM CAMADA DE ESPUMA

Cesar Vinicius Toniciolli Riguetto
Loraine Micheletti Evaristo
Maiara Vieira Brandão
Claudineia Aparecida Queli Geraldi
Lara Covre
Raquel Aparecida Loss

DOI 10.22533/at.ed.43919240512

CAPÍTULO 13 126

INSETOS COMESTÍVEIS: PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR

Igor Sulzbacher Schardong
Joice Aline Freiberg
Alexandre Arthur Gregoski Kazmirski
Natielo Almeida Santana
Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

DOI 10.22533/at.ed.43919240513

CAPÍTULO 14 134

KEFIR INTEGRAL ADOÇADO COM ADIÇÃO DE GELEIA DE MORANGO E AVEIA EM FLOCOS

Natasha Sékula
Andressa Aparecida Surek
Andressa Ferreira da Silva
Carla Patrícia Boeing de Medeiros
Natalia Schmitz Ribeiro da Silva
Herta Stutz
Katielle Rosalva Voncik Córdova

DOI 10.22533/at.ed.43919240514

CAPÍTULO 15	143
MICROENCAPSULAÇÃO DE D-LIMONENO E APLICAÇÃO EM FILMES BIODEGRADÁVEIS DE QUITOSANA E GELATINA	
<p>Marcella Vitoria Galindo João Augusto Salviano de Medeiros Lyssa Setsuko Sakanaka Carlos Raimundo Ferreira Grosso Marianne Ayumi Shirai</p>	
DOI 10.22533/at.ed.43919240515	
CAPÍTULO 16	149
OBTENÇÃO DE GELATINA E CMS DE TILÁPIA E SEU EFEITO COMBINADO NA QUALIDADE DE NUGGETS	
<p>Rayanne Priscilla França de Melo Sthelio Braga da Fonseca Rayssa do Espírito Santo Silva Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles</p>	
DOI 10.22533/at.ed.43919240516	
CAPÍTULO 17	161
OCORRÊNCIA DE MICOTOXINAS EM FARELO DE SOJA, FARELO DE TRIGO, MILHO E SORGO NO BRASIL NOS ANOS DE 2016 E 2017	
<p>Vivian Feddern Indianara Fabíola Weber Ana Júlia Neis Oneida Francisca de Vasconcelos Vieira José Clóvis Vieira Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima</p>	
DOI 10.22533/at.ed.43919240517	
CAPÍTULO 18	172
PHYSICAL-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF JELLIES PREPARED WITH PETALS OF ROSES	
<p>Felipe de Lima Franzen Mari Silvia Rodrigues de Oliveira Ana Paula Gusso Janine Farias Menegaes Maritiele Naissinger da Silva Neila Silvia Pereira dos Santos Richards</p>	
DOI 10.22533/at.ed.43919240518	
CAPÍTULO 19	184
PLANT-BASED ANTIMICROBIAL PACKAGING	
<p>Tuany Gabriela Hoffmann Daniel Peters Amaral Betina Louise Angioletti Matheus Rover Barbieri Sávio Leandro Bertoli Carolina Krebs de Souza</p>	
DOI 10.22533/at.ed.43919240519	

CAPÍTULO 20 192

POLPA E GELEIA DE FRUTOS DE UMBUZEIRO: ANÁLISES COMPARATIVAS DA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

Cristina Xavier dos Santos Leite
Márcia Soares Gonçalves
Ingrid Alves Santos
Márjorie Castro Pinto Porfirio
Marília Viana Borges
Marcondes Viana Silva

DOI 10.22533/at.ed.43919240520

CAPÍTULO 21 199

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE AVEIA PRODUZIDA EM CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

Cintia Cassia Tonieto Gris
Valéria Hartmann
Luiz Carlos Gutkoski
Matheus Tumelero Crestani

DOI 10.22533/at.ed.43919240521

CAPÍTULO 22 204

PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO FOTO-FENTON PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA

Magda Maria Oliveira Inô
Tatielly de Jesus Costa
Vanessa Regina Kunz
Frederick Coutinho de Barros

DOI 10.22533/at.ed.43919240522

CAPÍTULO 23 213

PROGRAMA DE AQUISIÇÃO DE ALIMENTOS: PROMOÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL E HÁBITOS ALIMENTARES SAUDÁVEIS A VULNERÁVEIS

Daniele Custódio Gonçalves das Neves
Kátia Cilene Tabai

DOI 10.22533/at.ed.43919240523

CAPÍTULO 24 223

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS NO ÂMBITO ESCOLAR

Simone de Castro Giacomelli
Ana Lúcia de Freitas Saccol
Maritiele Naissinger da Silva
Adriane Rosa Costódio
Claudia Cristina Winter
Luisa Helena Hecktheuer

DOI 10.22533/at.ed.43919240524

CAPÍTULO 25 239

PRODUÇÃO DE LINGUIÇA FRESVAL E DEFUMADA DE CARPA CAPIM (*Ctenopharyngodon idella*)

Danieli Ludwig
José Mario Angler Franco
Camila Jeleski Carlini
Mariana Costa Ferraz
Gislaine Hermanns
Melissa dos Santos Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.43919240525

CAPÍTULO 26 246

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS DE *Spirulina*

Cíntia Guarienti
Leticia Eduarda Bender
Telma Elita Bertolin
Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

DOI 10.22533/at.ed.43919240526

CAPÍTULO 27 255

PROMOÇÃO DA SAÚDE NA ESCOLA: DESCOBRINDO OS ALIMENTOS

Ana Paula Daniel
Priscilla Cardoso Martins Nunes
Jackson Rodrigo Flores da Silva
Andréia Cirolini
Leonardo Germano Krüger
Vanessa Pires da Rosa

DOI 10.22533/at.ed.43919240527

CAPÍTULO 28 262

QUALIDADE DE ALBÚMEN DE OVOS DE POEDEIRAS COM IDADE DE POSTURA AVANÇADA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO

Bruna Poletti
Maitê de Moraes Vieira
Daniela Maia

DOI 10.22533/at.ed.43919240528

CAPÍTULO 29 269

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: BAGAÇO DE MALTE EXTRUSADO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Tatielly de Jesus Costa
Magda Maria Oliveira Inô
Vanessa Regina Kunz
Frederick Coutinho de Barros

DOI 10.22533/at.ed.43919240529

CAPÍTULO 30 279

RESISTÊNCIA AO TRATO GASTROINTESTINAL DE MICROCAPSULAS PROBIÓTICAS OBTIDAS POR COACERVAÇÃO COMPLEXA ASSOCIADA À RETICULAÇÃO ENZIMÁTICA

Thaiane Marques da Silva
Vandré Sonza Pinto
Carlos Raimundo Ferreira Grosso
Cristiane de Bona da Silva
Cristiano Ragagnin de Menezes

DOI 10.22533/at.ed.43919240530

CAPÍTULO 31 287

SEGURANÇA ALIMENTAR E ESCOLHAS ALIMENTARES DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS PELO PROGRAMA BOLSA FAMÍLIA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL-RS

Janaína Cristina da Silva
Juliana Rombaldi Bernardi
Francisco Stefani Amaro

DOI 10.22533/at.ed.43919240531

CAPÍTULO 32 301

TEOR E RENDIMENTO DE EXTRATOS DE FLORES MEDICINAIS E AROMÁTICAS OBTIDOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Felipe de Lima Franzen
Henrique Fernando Lidório
Janine Farias Menegaes
Giane Magrini Pigatto
Mari Silvia Rodrigues de Oliveira
Leadir Lucy Martins Fries

DOI 10.22533/at.ed.43919240532

CAPÍTULO 33 315

VAZÃO DE ÁGUA EM CHILLER INDUSTRIAL: ESTUDO DA INFLUÊNCIA NA TEMPERATURA DA CARÇA DE FRANGO

Krishna Rodrigues de Rosa
Elaine de Arruda Oliveira Coringa
Xisto Rodrigues de Souza

DOI 10.22533/at.ed.43919240533

SOBRE AS ORGANIZADORAS 322

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM DE UMBU (*Spondias tuberosa*) EM CAMADA DE ESPUMA

Cesar Vinicius Tonicilli Riguetto

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Loraine Micheletti Evaristo

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Maiara Vieira Brandão

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Claudineia Aparecida Queli Geraldi

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Lara Covre

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Raquel Aparecida Loss

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

RESUMO: O Brasil é considerado um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo, entretanto, perdas relevantes pós-colheita ocorrem principalmente devido a técnicas inadequadas de conservação. Nesse sentido, a secagem destaca-se por ser um método

simples e eficaz no controle da deterioração de alimentos. Assim, objetivou-se, com este trabalho, propor e ajustar modelos matemáticos às curvas de secagem em camada de espuma da polpa de umbu em diferentes temperaturas, como também, analisar a influência da temperatura de secagem na concentração de vitamina C nas polpas em pó. A secagem foi realizada em estufa de circulação de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70°C. Os modelos matemáticos Lewis, Midilli e Kucuk e Page foram ajustados aos resultados experimentais, sendo que, o melhor ajuste foi obtido utilizando os modelos de Midilli e Kucuk e Page. Os pós de fruta apresentaram pH ácido, o teor de vitamina C aumentou com a elevação da temperatura e o teor de cinzas foi influenciado pela adição de agentes espumantes.

PALAVRAS-CHAVE: umbu, secagem, vitamina C.

ABSTRACT: Brazil is considered one of the largest producers of tropical fruits in the world, however, significant post-harvest losses occur mainly due to inadequate conservation techniques. In this sense, drying stands out as being a simple and effective method to control food deterioration. The aim of this work was to propose and adjust mathematical models to the foam-drying curves of the umbu pulp at different temperatures, as well as to analyze

the influence of drying temperature on vitamin C concentration in powdered pulps. Drying was carried out in an air circulation oven at temperatures of 50, 60 and 70°C. The mathematical models Lewis, Midilli and Kucuk and Page were adjusted to the experimental results, being that the best fit was obtained using the models of Midilli and Kucuk and Page. The fruit powders presented acidic pH, the vitamin C content increased with the elevation of the temperature and the ash content was influenced by the addition of foaming agents.

KEYWORD: umbu, drying, vitamin C.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe da maior diversidade biológica do mundo em função da sua ampla variação climática e vasta extensão territorial, sendo considerado o terceiro maior produtor mundial de frutas, o Brasil é superado apenas pela China e Índia, com uma produção mundial que corresponde a 6,3% (Souza e Felfili, 2006; FAO, 2016).

O cerrado brasileiro apresenta o segundo maior bioma nacional, com potenciais produtos para exploração econômica, com mais de 58 espécies de frutas nativas, consumidas pela população nativa. Diante dessa diversidade, destaca-se o umbu (*Spondias tuberosa*), um fruto pequeno e arredondado, de casca lisa e com pequenos pelos, de cheiro doce e sabor agradável, levemente azedo com coloração verde-amarelado. O interesse pelo umbu torna-se cada vez mais crescente, visto que apresenta em sua composição substâncias com atividades antioxidantes, como os carotenoides, vitamina C e flavonoides, que o caracterizam como alimento funcional, sendo apreciado in natura, em polpas, sorvetes, geleias e doces (Nogueira *et al.*, 2005; Souza, 2016).

Entretanto, devido a ligeira modificação dos ecossistemas do cerrado em áreas agrícolas e de pastagem, faz-se necessário a busca por métodos de conservação que permitam a produção e comercialização dessas frutas em regiões não produtoras, acarretando outros benefícios as comunidades produtoras com o impulso à agricultura familiar, gerando renda extra e contribuindo para o desenvolvimento sustentável (Rezende e Cândido, 2014).

Nesse sentido, a secagem é uma das técnicas que proporcionam a conservação das suas características sensoriais, permitindo o consumo nos períodos de entressafra. Além disso, possibilita transformar a polpa da fruta em pó, obtendo assim, um alimento com maior estabilidade, durabilidade prolongada e de fácil armazenamento, podendo atender o consumidor durante o ano todo, com as características nutritivas do produto preservadas (Anselmo *et al.*, 2008).

Diante disso, o presente estudo objetivou analisar a influência da temperatura e cinética de secagem em camada de espuma, bem como as propriedades físico-químicas da polpa de umbu após o processo de secagem, contribuindo com o desenvolvimento científico e tecnológico, uma vez que dados reportados sobre essa

fruta são escassos na literatura.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas como matérias-primas os frutos de umbu, provenientes do mercado local de Colíder-MT. As amostras foram preparadas e analisadas no LMPPB (Laboratório de matérias-Primas para produção de biodiesel) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Barra do Bugres.

2.1 Preparo da polpa e obtenção da espuma

Os frutos foram selecionados de acordo com o estágio de maturação, sendo estes higienizados em água corrente, despulpados manualmente, e posteriormente armazenados sob congelamento a temperatura de -18°C em freezer comercial até as próximas etapas de processamento para desenvolvimento das análises.

Posteriormente, foram triturados e homogeneizados em liquidificador comercial. Para a elaboração da espuma foram testadas as concentrações de 4,0, 4,5 e 5% (m/m) de emulsificante, com auxílio de uma batedeira comercial, por 8 minutos em velocidade máxima. A concentração de 4,5% de emulsificante foi selecionada, por apresentar melhor estabilidade. A espuma formada foi distribuída em placas de petri e levadas para uma estufa de circulação de ar para secagem em temperatura controlada.

2.2 Secagem e obtenção do pó

Amostras de 10g de espuma foram cuidadosamente espalhadas em placas de petri e levadas em estufa de circulação forçada de ar (CienLab, CE-480) à temperatura de 50, 60 e 70 °C. As espumas das polpas secas foram retiradas das placas de petri com auxílio de uma espátula, foram acondicionadas e identificadas quanto ao tipo de material, data e condições experimentais.

2.3 Estudo da cinética de secagem

As curvas de secagem foram estabelecidas para as amostras submetidas às condições descritas, mediante acompanhamento da perda de umidade registrada através da variação da massa das amostras em intervalos de tempo de 15 minutos. As perdas de massa durante a secagem foram obtidas com o auxílio de uma balança semi-analítica (Shimadzu, AY220) com precisão de 0,0001 g. Os ensaios foram prolongados até que atingissem condições de equilíbrio (massa constante). A razão de umidade (RU) foi determinada conforme a Equação 1.

$$RU = \frac{(U - U_e)}{(U_i - U_e)} \quad (1)$$

U= teor de água do produto, decimal b.s; U_i= teor de água inicial do produto, decimal b.s;

U_e= teor de água de equilíbrio do produto, decimal b.s.

2.4 Modelagem matemática

Para avaliar o comportamento da perda de umidade ao longo do tempo foram utilizados modelos semi-empíricos. Considerando a umidade de equilíbrio como a umidade atingida quando a taxa de secagem se anula, foram calculadas as razões de umidade (RU). Logo, utilizou-se o programa Excel para a realização dos cálculos e modelagem. Para representar a cinética de secagem das polpas de umbu em camada de espuma, foram utilizados os modelos matemáticos de Lewis (1921), Midilli e Kucuk (2002) e Page (1949), conforme apresentados na Tabela 1.

Designação do modelo	Modelo	Equação
Modelo de Lewis	$X_{ad} = \exp(-kt)$	(2)
Modelo de Midilli e Kucuk	$X_{ad} = a \exp(-kt^n) + bt$	(3)
Modelo de Page	$X_{ad} = \exp(-kt^n)$	(4)

Tabela 1: Modelos matemáticos utilizados para descrever a cinética de secagem

X_{ad} = razão do teor de água do produto, adimensional; t = tempo de secagem, em h; k = coeficiente de secagem, em s⁻¹; a, b, n = constante do modelo, adimensional.

2.5 Análises físico-químicas

As polpas secas de umbu foram submetidas às análises de: pH (método 014/IV), teor de umidade por gravimetria (método 014/IV), teor de vitamina C (método 364/IV), teor de cinzas (método 364/IV) e teor de acidez (método 310/IV), conforme o manual do Instituto Adolf Lutz (2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cinética de secagem

As curvas de secagem das polpas de umbu estão apresentadas na Figura 1, na forma adimensional do conteúdo de umidade (RU versus tempo). Ainda pode-se observar que o período de secagem foi dependente do tempo e temperatura.

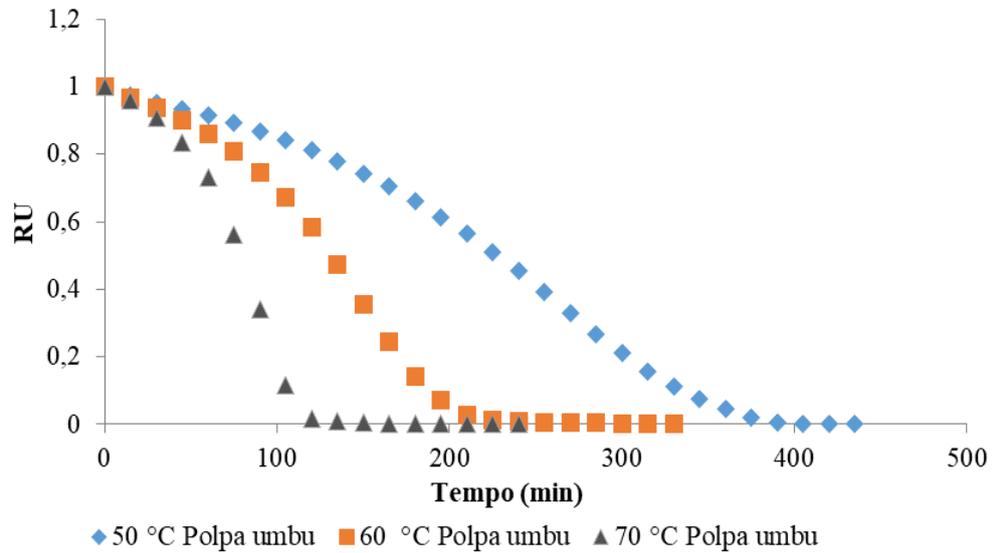


Figura 1: Curvas de secagem em camada de espuma da polpa de umbu nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

As espumas de umbu secas a 50 °C, o tempo necessário para reduzir o teor de água foi de 435 min, já para a temperatura de 70 °C o tempo foi de 240 min. Assim, verificou-se que o tempo de secagem foi dependente da temperatura, ou seja, o aumento da temperatura favoreceu uma redução do tempo de secagem, resultando em curvas mais inclinadas devido a maior quantidade de calor transferido do ar para o material.

Ainda, as condições externas de velocidade, temperatura e umidade relativa do ar interferem diretamente no processo de secagem (Brooker *et al.*, 1992).

Cerqueira *et al.* (2013) também obtiveram dados cinéticos semelhantes ao do presente estudo na desidratação de polpa de umbu, com tempo de 210 min para obtenção da umidade de equilíbrio na temperatura de 70°C.

3.2 Modelagem matemática

Na Tabela 2 estão apresentados os parâmetros dos modelos matemáticos de Lewis, Midilli e Kucuk e Page, ajustados aos dados experimentais da secagem das espumas de umbu, além dos coeficientes de correlação e erros médios, onde observa-se que modelos de Page e de Midilli e Kucuk apresentaram os melhores ajustes aos dados cinéticos, com coeficientes de correlação acima de 0,99 para todas as temperaturas estudadas, bem como erros médios mais baixos.

Ainda, nota-se que o modelo de Lewis não representou satisfatoriamente a cinética de secagem em camada de espuma da polpa de umbu, apresentando baixas correlações e maior erro em todas as condições estudadas em relação aos demais modelos.

Modelos	Parâmetros	Temperaturas		
		50 °C	60 °C	70 °C
Modelo de Lewis	k (min ⁻¹)	0,003669	0,008487	0,015679
	R ²	0,955794	0,953395	0,931609
	Erro	3,991541	7,825989	5,985187
Modelo de Midilli e Kucuk	a	1,000000	0,997922	1,025398
	b	0,000000	0,000000	0,000000
	k (min ⁻¹)	0,000021	0,000018	0,000129
	n	1,946855	2,200247	2,011595
	R ²	0,991871	0,996192	0,991729
	Erro	1,398814	0,712736	0,693347
Modelo de Page	k (min ⁻¹)	0,000020	0,000035	0,000078
	n	1,964405	2,068431	2,118134
	R ²	0,992129	0,993713	0,991731
	Erro	1,373040	0,845136	0,619988

Tabela 2: Parâmetros dos modelos matemáticos ajustados para a cinética de secagem das polpas secas de umbu

Outros estudos envolvendo a secagem de frutas em leito de espuma, também obtiveram nos modelos cinéticos de Page e Midilli e Kucuk os melhores ajustes aos dados experimentais. Como Araújo *et al.* (2017) com acerola, que verificou que o modelo de Page se adequou melhor aos dados experimentais, apresentando, para todas as temperaturas testadas (50, 55, 60, 65 e 70 °C) os maiores valores de coeficiente de determinação ajustado (acima de 0,99) e os menores valores para o erro padrão. Ainda, Baptestini (2015) constatou que apenas o modelo Midilli foi adequado para descrever o fenômeno de secagem de espuma de graviola, com coeficientes de determinação superiores 0,99 para todas as temperaturas analisadas (40, 50, 60, 70 e 80 °C) e erros médios relativamente baixos.

Confirmando os ajustes obtidos nos valores dos parâmetros, as Figuras 2, 3 e 4 apresentam os gráficos dos ajustes dos modelos aos dados experimentais de secagem da polpa de umbu, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C respectivamente

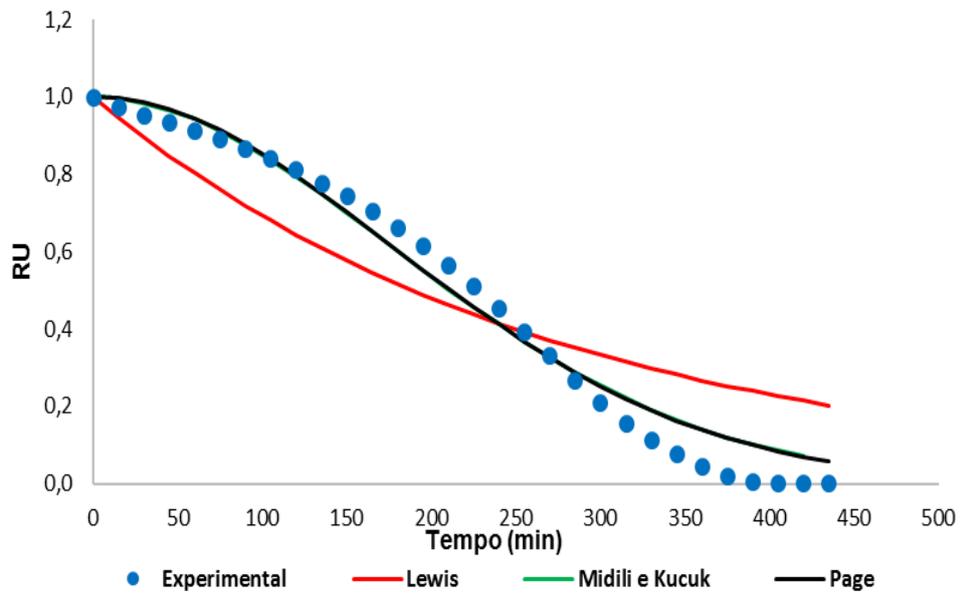


Figura 2: Ajustes dos modelos de Lewis, Midilli e Kucuk e Page para secagem em camada de espuma da polpa de umbu a 50 °C

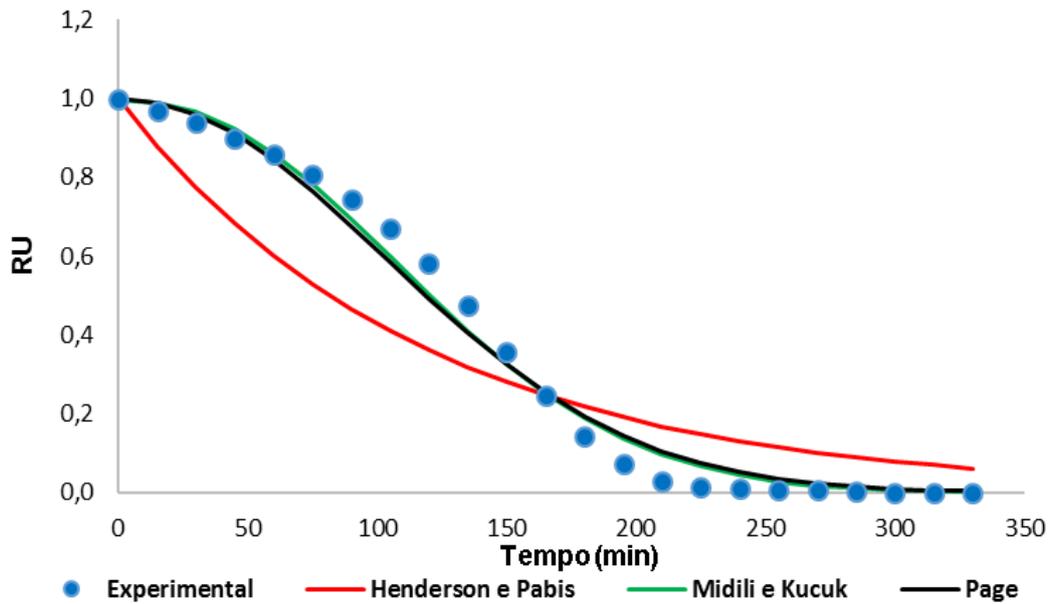


Figura 3: Ajustes dos modelos de Lewis, Midilli e Kucuk e Page para secagem em camada de espuma da polpa de umbu a 60 °C

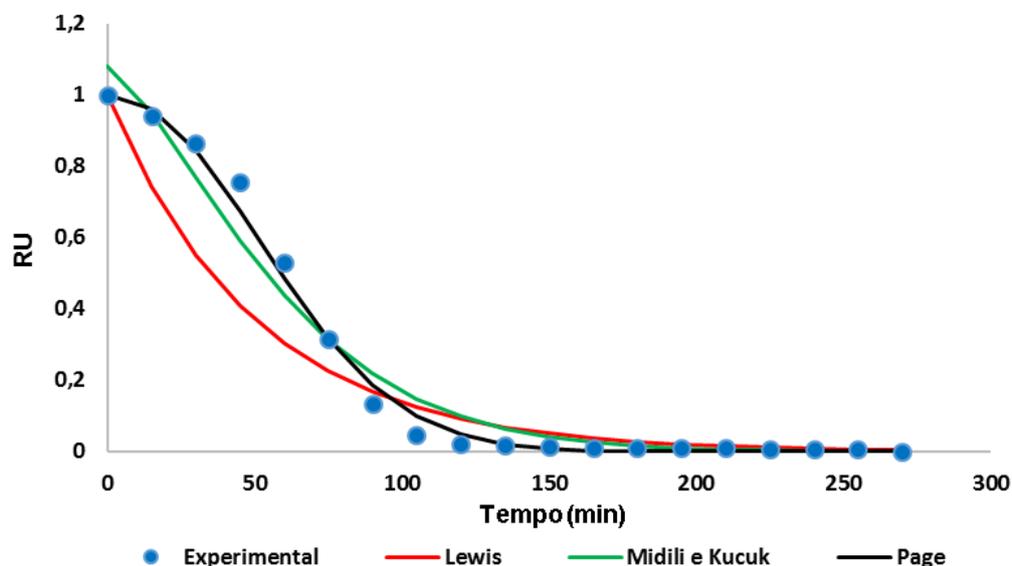


Figura 4: Ajustes dos modelos de Lewis, Midilli e Kucuk e Page para secagem em camada de espuma da polpa de umbu a 70 °C

3.3 Análise físico-químicas da polpa

Os parâmetros avaliados na caracterização físico-química da polpa *in natura* e do pó produzido a partir da espuma composta de polpa de umbu congelada com 4,5% de emustab, desidratada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, estão apresentados na Tabela 3.

Análise	Polpa <i>in natura</i>	Polpas secas		
		50 °C	60 °C	70 °C
Umidade (%)	89±0,18	18,75±3,93	17,62±0,27	15,93±0,01
ATT (%)	1,2±0,01	4,1±0,08	4,4±0,08	4,2±0,17
pH	2,58±0,01	2,49±0,02	2,49±0,02	2,44±0,01
Cinzas (%)	0,74±0,03	3,10±0,03	3,611±0,02	3,63±0,05
Vit. C (mg)	4,35±0,02	8,76±0,74	12,19±0,41	11,37±0,71

Tabela 3: Caracterização físico-química da polpa de umbu *in natura* e após secagem em camada de espuma

Os valores obtidos para os teores de umidade das amostras secas a 50, 60 e 70 °C mostram que o aumento da temperatura de secagem favoreceu um maior declínio no teor de umidade (18,75, 17,62 e 15,93%, respectivamente).

A determinação da acidez total titulável indica o grau de conservação dos alimentos, e observando a Tabela 3, nota-se que o processo de secagem aumentou a acidez das amostras de polpa em pó, resultando em uma acidez maior que a amostra fresca, devido à eliminação de quase toda a parte aquosa da polpa. Tal fato também foi verificado por Leal (2015), na secagem de polpas de abacaxi, acerola e carambola, utilizando camada de espuma nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Como esperado, a polpa de umbu apresentou valor de pH variando de 2,44 a 2,58 caracterizando meio ácido, e quando comparando em função das quatro temperaturas analisadas manteve-se o valor semelhante ao resultado obtido na amostra congelada.

Os teores de cinzas obtidos nas amostras submetidas ao processo de secagem são superiores ao valor obtido da polpa *in natura*, que foi de 0,74 %, sendo que tal aumento se deve a adição de emulsificante às amostras de polpa, que contribuem para o aumento de gordura.

Com relação ao teor de vitamina C, nota-se que a menor temperatura empregada (50 °C) provocou uma diminuição no teor de vitamina C, possivelmente devido ao maior tempo de contato da polpa com o ar. Portanto, a condição de secagem mais adequada para retenção da concentração da vitamina C nas polpas de umbu nas condições estudadas foi na temperatura de 60°C.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos, conclui-se que o aumento da temperatura do de secagem favoreceu a redução no tempo de secagem das espumas de umbu. Com relação a modelagem matemática, os modelos de Page e o de Midilli e Kucuk se ajustaram bem aos dados experimentais de secagem nas três temperaturas estudadas.

Nas análises físico-químicas, o fruto do umbu *in natura* demonstrou caráter ácido, com elevação dos teores de acidez e cinzas após a secagem em camada de espuma. Além disso, as polpas de umbu secas a 60°C e 70°C apresentaram maior retenção de vitamina C devido ao menor tempo de exposição das espumas com a circulação de ar.

REFERÊNCIAS

ANSELMO, S. G. C.; MATA, M. M. E. R.; CAMPUS DE ARRUDA, P.; SOUSA, M. C. Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio da secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 58–65, 2006.

ARAÚJO, C. D. S.; MACEDO, L. LVIMERCATI, W. C.; SARAIVA, S. H.; OLIVEIRA, A. N.; TEIXEIRA, L. J. Q. Foam-mat drying kinetics for acerola and adjustment of the mathematical models. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 20, 2017.

BAPTESTINI, F. M., CORRÊA, P. C., JUNQUEIRA, M. S., RAMOS, A. F., VANEGAS, J. D. B. & COSTA, C. F. 2015. Modelagem matemática da secagem de espuma de graviola. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 19, p. 1203-1208, 2015.

BROOKER, D. B., BAKKER-ARKEMA, F. W. & HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: The AVI Publishing Company, 1992.

CERQUEIRA, Y. B.; SOUZA, S. M. A.; BISPO, J. A. C.; MARTÍNEZ, E. A.; OLIVEIRA, C. F. P. Curvas de secagem na obtenção de umbu desidratado. In: **XVII Seminário de Iniciação Científica (SEMIC)**. Feira de Santana-BA, 2013.

FAO – Food and Agriculture Organization of The United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acessado em: 11 de julho de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4 ed., p. 1020, 2008.

LEAL, A. K.. **Cinética de secagem das polpas de abacaxi, acerola e carambola através do método de camada de espuma**. 2015. Monografia em Engenharia de Alimentos, Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres-MT.

NOGUEIRA, E. A.; MELLO, N. T. C.; MAIA, M. L. Produção e comercialização de anonáceas em São Paulo e Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 2, 2005.

SOUZA, C. D. D; FELFILI, J. M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 1, 135–142 p, 2006.

SOUZA, E. S.; ALMEIDA, M. M.; ARAÚJO, M. B. V., SANTIAGO, A. M.; ALBUQUERQUE, J.; BATISTA, G. L. A. S. Estabilidade da polpa de frutas para secagem pelo método Foam-mat. **In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Fortaleza-CE, 2016.

REZENDE, M. L.; CÂNDIDO, P. A. Produção e comercialização de frutos de cerrado em Minas Gerais. **Revista de Política Agrícola**, n. 3, 2014.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

VANESSA BORDIN VIERA bacharel e licenciada em Nutrição pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente no Instituto Federal do Amapá (IFAP). Editora da subárea de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Journal of bioenergy and food science. Líder do Grupo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IFAP. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes, desenvolvimento de novos produtos, análise sensorial e utilização de tecnologia limpas.

NATIÉLI PIOVESAN Docente no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), graduada em Química Industrial e Tecnologia em Alimentos, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Possui graduação no Programa Especial de Formação de Professores para a Educação Profissional. Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atua principalmente com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes naturais, desenvolvimento de novos produtos e análise sensorial.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-343-9

