



Vanessa Bordin Viera  
Natiéli Piovesan  
(Organizadoras)

# Avanços e Desafios da Nutrição 3

Vanessa Bordin Viera  
Natiéli Piovesan  
(Organizadoras)

## Avanços e Desafios da Nutrição 3

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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A946	Avanços e desafios da nutrição 3 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-340-8 DOI 10.22533/at.ed.408192405  1. Nutrição – Pesquisa – Brasil. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série.  CDD 613.2
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O *e-book* *Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil 3*, 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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AÇÚCARES E MINERAIS EM FRUTOS DE ACEROLA ( <i>Malpighia emarginata</i> D.C.): MUDANÇAS DURANTE A MATURAÇÃO	
Siluana Katia Tischer Seraglio	
Mayara Schulz	
Fabiana Della Betta	
Priscila Nehring	
Luciano Valdemiro Gonzaga	
Roseane Fett	
Ana Carolina Oliveira Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ADEQUAÇÃO DA ROTULAGEM DE PRODUTOS INTEGRAIS COM AS RDC Nº 54/2012 E RDC Nº 359/2003	
Daniella Pilatti Riccio	
Patrícia Thomazi	
Weber Jucieli	
Vania Zanella Pinto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
AGARICUS BRASILIENSIS: UMA BREVE REVISÃO SOBRE SEUS COMPOSTOS BIOATIVOS	
Katielle Rosalva Voncik Córdova	
Herta Stutz	
David Chacón Alvarez	
Vanderlei Aparecido de Lima	
Nina Waszczyński	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>27</b>
ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE PATENTES E PUBLICAÇÕES ENVOLVENDO BATATA-DOCE ( <i>Ipomoea batatas</i> L. LAM)	
Cláudio Eduardo Cartabiano Leite	
José Francisco dos Santos Silveira Júnior	
Alicia de Francisco	
Itaciara Larroza Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>39</b>
ANÁLISE E TREINAMENTO AOS MANIPULADORES DE ALIMENTOS EM RESTAURANTES DO TIPO SELF SERVICE NO MUNICÍPIO DE NAVIRAÍ-MS	
Laís Lúcio Velloso	
Silvia Benedetti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924055</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>53</b>
ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BISCOITO COM ADIÇÃO DE FARINHA DE GOJI BERRY ( <i>Lycium barbarum</i> )	
Thais Stoski	
José Raniere Mazile Vidal Bezerra	
Isabela Maria Palhano Zanela	
Sabrina Ferreira Bereza	
Maria Paula Kuiavski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924056</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>63</b>
ANÁLISE SENSORIAL DE PAÇOCA DE PILÃO CUIABANA COMERCIALIZADA NA CIDADE DE CUIABÁ/MT	
Franq Cleiton Batista Araujo	
Alessandra de Oliveira Moraes Dias	
Krishna Rodrigues de Rosa	
Márcia Helena Scabora	
Patrícia Aparecida Testa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924057</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>69</b>
ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE <i>Aspergillus flavus</i>	
Giseli Cristina Pante	
Juliana Cristina Castro	
Tatiane Viana Dutra	
Jéssica Lima de Menezes	
Bruno Martins Centenaro	
Miguel Machinski Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924058</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>77</b>
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA DO EXTRATO DE <i>Lentinula edodes</i>	
Fabiane Bach	
Cristiane Vieira Helm	
Alessandra Cristina Pedro	
Ana Paula Stafussa	
Giselle Maria Maciel	
Charles Windson Isidoro Haminiuk	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4081924059</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>88</b>
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO LEITE <i>IN NATURA</i> PRODUZIDO POR PEQUENOS PRODUTORES DO MUNICÍPIO DE BAGÉ-RS, BRASIL	
Stela Maris Meister Meira	
Bruna Madeira Noguêz	
Roger Junges da Costa	
Mônica Daiana de Paula Peters	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40819240510</b>	

**CAPÍTULO 11 ..... 93**

AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA DE SECAGEM NA ELABORAÇÃO DA FARINHA DO CAROÇO DE ABACATE (*Persea americana mill*)

Cesar Vinicius Toniciolli Riguetto  
Carolina Costa Soares  
Maiara Vieira Brandão  
Ítalo Cesar Ribeiro Alonso  
Claudineia Aparecida Queli Geraldi  
Fabiano Pereira Machado  
Raquel Aparecida Loss

**DOI 10.22533/at.ed.40819240511**

**CAPÍTULO 12 ..... 102**

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE SUMO DE LIMÃO PARA A DESCONTAMINAÇÃO DE OSTRAS (*Crassostrea gigas*) ARTIFICIALMENTE CONTAMINADAS

Beatriz Oliveira Cardoso  
Deise Helena Baggio Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.40819240512**

**CAPÍTULO 13 ..... 114**

AVALIAÇÃO DAS COORDENADAS COLORIMÉTRICAS DE LEITES UHT COM BAIXO TEOR DE LACTOSE

Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

**DOI 10.22533/at.ed.40819240513**

**CAPÍTULO 14 ..... 123**

AVALIAÇÃO DO FRESCOR E DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DO PESCADO COMERCIALIZADO EM SUPERMERCADOS DA CIDADE DE CUIABÁ/MT

Alessandra De Oliveira Moraes  
Franq Cleiton Batista Araujo  
Krishna Rodrigues De Rosa  
Márcia Helena Scabora  
Patrícia Aparecida Testa

**DOI 10.22533/at.ed.40819240514**

**CAPÍTULO 15 ..... 128**

AVALIAÇÃO E ORIENTAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO DE ALIMENTOS NO COMÉRCIO INFORMAL DO MUNICÍPIO DE NAVIRAI-MS

Gabrielli Barros Silva  
Lucas de Andrade de Araújo  
Pedro Paullo Alves dos Santos  
Silvia Benedetti

**DOI 10.22533/at.ed.40819240515**

**CAPÍTULO 16 ..... 135**

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE GUAVIROVAS COLHIDAS NO MUNICÍPIO DE INÁCIO MARTINS – PR

Amanda Moro Sestile  
Karina Czaikoski  
Aline Czaikoski  
Katielle Rosalva Voncik Cordova

**DOI 10.22533/at.ed.40819240516**

**CAPÍTULO 17 ..... 145**

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BALAS MASTIGÁVEIS DE POLPA DE PÊSSEGOS (*Prunus Pérsica* L.)

Lisiane Pintanela Vergara  
Josiane Freitas Chim  
Rosane da Silva Rodrigues  
Gerônimo Goulart Reyes Barbosa  
Rui Carlos Zambiasi

**DOI 10.22533/at.ed.40819240517**

**CAPÍTULO 18 ..... 152**

BACTERIOCINAS: PEPTÍDEOS ANTIMICROBIANOS E SUAS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Larissa Cristina Costa  
Marcia Regina Terra  
Katia Real Rocha  
Marcia Cristina Furlaneto  
Luciana Furlaneto-Maia

**DOI 10.22533/at.ed.40819240518**

**CAPÍTULO 19 ..... 165**

BEBIDA À BASE DE KEFIR DE ÁGUA

Mariane Lobo Ugalde  
Valmor Ziegler  
Diéli Marina Gemélli da Silva  
Schaiane Inácio da Silva dos Reis  
Thiane Helena Bastos

**DOI 10.22533/at.ed.40819240519**

**CAPÍTULO 20 ..... 172**

BEBIDA FERMENTADA DE KEFIR DE ÁGUA E YACON

Iasmin Caroline de Almeida Veeck  
Mariane Lobo Ugalde  
Valmor Ziegler  
Alice Pires Freitas  
Erica Varnes Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.40819240520**

**CAPÍTULO 21 ..... 178**

CÁLICE DE *Physalis peruviana* UM RESÍDUO BIOATIVO E MÉTODOS DE PREPARAÇÃO DE SISTEMAS NANOEMULSIONADOS - REVISÃO

Maiara Taís Bazana  
Cristiano Ragagnin de Menezes  
Fabrizio da Fonseca Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.40819240521**

**CAPÍTULO 22 ..... 194**

CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATOS DE MAÇÃ (*Malus* spp.) E DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA PELO MÉTODO DO ÁCIDO DINITRO 3,5-SALICÍLICO (ADNS)

Bianca D'arck Melo Cavalcante

**DOI 10.22533/at.ed.40819240522**

**CAPÍTULO 23 ..... 203**

CENSO SOCIOECONÔMICO DE ESTUDANTES DO ENSINO TÉCNICO E TECNÓLOGO NA ÁREA DE ALIMENTOS E AFINS DE UMA INSTITUIÇÃO DE CUIABÁ/MT

Krishna Rodrigues de Rosa  
Bruno Pereira da Silva  
Doval Nascimento da Conceição  
Larissa Kely Dantas  
Márcia Helena Scabora

**DOI 10.22533/at.ed.40819240523**

**CAPÍTULO 24 ..... 209**

COMPOSIÇÃO PROXIMAL E INCORPORAÇÃO DOS TEORES DE CAROTENOIDES TOTAIS EM RESÍDUOS DE BATATA DOCE (*Ipoemoea batatas*) FERMENTADO VIA BIOPROCESSO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO O FUNGO *Pleurotus ostreatus*

Pedro Garcia Pereira da Silva  
Priscila de Souza Araújo  
Sarah de Souza Araújo  
Cinthia Aparecida de Andrade Silva  
Gustavo Graciano Fonseca

**DOI 10.22533/at.ed.40819240524**

**CAPÍTULO 25 ..... 218**

COMPOSIÇÃO PROXIMAL E TEORES DE CAROTENOIDES TOTAIS EM RESÍDUOS DE GOIABA (*Psidium guajava* L.) E ABACAXI (*Ananas comosus*)

Pedro Garcia Pereira da Silva  
Aline Rodrigues Pontes  
Luan Gustavo dos Santos  
Thamires Aparecida dos Santos Zago  
Gisele Fernanda Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.40819240525**

**CAPÍTULO 26 ..... 226**

COMPOSTO DE MEL COM EXTRATO DE PRÓPOLIS SABORIZADO: AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM QUANTO À INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Krishna Rodrigues de Rosa  
Franq Cleiton Batista Araujo  
Alessandra de Oliveira Moraes Dias  
Carla Luciane Kreutz Braun

**DOI 10.22533/at.ed.40819240526**

**CAPÍTULO 27 ..... 230**

COMPOSTOS BIOATIVOS EM FRUTOS PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.) E BARU (*Dipteryx alata* Vogel) E SEUS USOS POTENCIAIS: UMA REVISÃO

Francine Oliveira Batista  
Romaildo Santos de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.40819240527**

<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>239</b>
CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS: ESTUDO DE CASO EM COZINHA INDUSTRIAL DO MUNICÍPIO DE MARINGÁ-PR	
Amanda Gouveia Mizuta Yasmin Jaqueline Fachina Carolina Moser Paraíso Grasiele Scaramal Madrona	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40819240528</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>249</b>
CONHECIMENTO E HÁBITOS DE CONSUMO DE FRUTOS NATIVOS DO CERRADO DO ALTO PARANAÍBA	
Júlia Nascimento Caldas Mariana Teixeira Pigozzi Fabrícia Queiroz Mendes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40819240529</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>256</b>
CONSUMO DE ALIMENTOS DO TIPO LANCHES RÁPIDOS ( <i>Fast Food</i> ) POR ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO	
Andréia Cirolini Taís Paranhos Bilião Vanessa Pires da Rosa Ana Paula Daniel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40819240530</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>261</b>
CORANTES NATURAIS EXTRAÍDOS DE FRUTAS E HORTALIÇAS – UMA BREVE REVISÃO	
Jéssica Barrionuevo Ressutte Eduardo Makiyama Klosowski Jéssica Maria Ferreira de Almeida Grasiele Scaramal Madrona	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40819240531</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>268</b>
DESENVOLVIMENTO DE MASSA ALIMENTÍCIA, SEM GLÚTEN, A PARTIR DE FARINHAS ALTERNATIVAS	
José Mario Angler Franco Danieli Ludwig Joseana Severo Raul Vicenzi Eilamaria Libardoni Vieira Gislaine Hermanns	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40819240532</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>275</b>
DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO KIWI E DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C	
Luzimary de Jesus Ferreira Godinho Rocha José Francisco Lopes Filho Javier Telis Romero Gisandro Reis de Carvalho Harvey Alexander Villa Vélez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.40819240533</b>	



## ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO CONTROLE DE *Aspergillus flavus*

### **Giseli Cristina Pante**

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos  
Maringá – PR

### **Juliana Cristina Castro**

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos  
Maringá – PR

### **Tatiane Viana Dutra**

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos  
Maringá – PR

### **Jéssica Lima de Menezes**

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos  
Maringá – PR

### **Bruno Martins Centenaro**

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos  
Maringá – PR

### **Miguel Machinski Junior**

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Ciências Básicas da Saúde  
Maringá – PR

**RESUMO:** O efeito de óleos essenciais (OEs) tem sido relatado em diversos estudos contra patógenos microbianos, contaminantes de alimentos, dentre eles, *Aspergillus flavus*. Os OEs são constituídos por compostos químicos,

responsáveis pela inibição de microrganismos deteriorantes e toxigênicos. O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade antifúngica de diferentes óleos essenciais, *in vitro*, frente ao fungo *A. flavus*. Inicialmente, foi determinada a concentração inibitória mínima (CIM) de 21 OEs, pelo método de microdiluição, numa faixa de concentração de 3,90 a 2000  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , com solução de conídios padronizada,  $10^5$  conídios.mL<sup>-1</sup>. Os OEs que demonstraram CIM inferior a 500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  foram conduzidos a análise de caracterização química dos compostos majoritários por cromatografia gasosa/espectrometria de massas e atividade antifúngica por disco difusão em ágar. Os OEs de cravo, canela e gengibre apresentam forte inibição contra o *A. flavus*, com CIM de 250  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  (cravo e canela) e 500  $\mu\text{g.mL}^{-1}$  (gengibre). Para o disco difusão em ágar, cravo e canela apresentaram inibição do crescimento micelial em todas as concentrações testadas (25, 50 e 100%), e o gengibre, nas concentrações de 50 e 100%. Os compostos majoritários identificados foram eugenol (80,90% para canela e 85,45% para cravo), zingibereno (22,95%) e citral (13,60%) para o gengibre. O presente estudo evidenciou que os óleos essenciais de cravo, canela e gengibre apresentaram atividade antifúngica sobre *A. flavus*. No entanto, estudos futuros são necessários para comprovar a ação dos OEs como fungicidas naturais, de modo

que seu emprego na agricultura se torne uma alternativa viável, sustentável e segura no controle de fungos toxigênicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** compostos naturais, antifúngicos, micotoxinas.

**ABSTRACT:** The effect of essential oils (EOs) has been reported in several studies against microbial pathogens, food contaminants, among them *Aspergillus flavus*. EOs are constituted by chemical compounds responsible for the inhibition of deteriorating and toxigenic microorganisms. The objective of this study was to evaluate the antifungal activity of different essential oils against *A. flavus in vitro*. Initially, the minimum inhibitory concentration (MIC) of 21 EOs was determined by the microdilution method in concentration of 3.90 to 2000  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ , with standardized conidia solution in  $10^5$  conidia.  $\text{mL}^{-1}$ . The EOs that demonstrated MICs below 500  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  were submitted to analysis of chemical characterization of the major compounds by gas chromatography/mass spectrometry and antifungal activity for disc diffusion in agar. Clove, cinnamon and ginger EOs demonstrated strong inhibition against *A. flavus* with MIC of 250  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  (clove and cinnamon) and 500  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  (ginger). For the disc diffusion in agar, clove and cinnamon presented inhibition of the mycelial growth in all the concentrations tested (25, 50 and 100%), and the ginger in the concentrations of 50 and 100%. The major compounds identified were eugenol (80.90% for cinnamon and 85.45% for clove), zingiberene (22.95%) and citral (13.60%) for ginger. However, further studies are required in order to prove the action of the EOs as natural fungicides, so that their employment on agriculture becomes a viable, sustainable and safe alternative to the control of toxigenic fungi.

**KEYWORDS:** natural compounds, antifungals, mycotoxins.

## 1 | INTRODUÇÃO

Frequentemente, culturas agrícolas estão sujeitas a contaminação por fungos produtores de micotoxinas (Marin et al., 2013). As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos (Trombete et al., 2013). O gênero *Aspergillus* demonstra grande preocupação para a agricultura, uma vez que ao contaminar grãos e cereais, pode produzir aflatoxinas, micotoxinas altamente tóxicas, classificadas como carcinogênicas para seres humanos e animais (Hu et al., 2017).

Tradicionalmente, métodos físicos, químicos e biológicos são utilizados no controle do crescimento e desenvolvimento de fungos micotoxigênicos em culturas agrícolas, com destaque para o tratamento químico, através do uso de fungicidas sintéticos. Entretanto, o emprego excessivo destas substâncias no combate aos fungos produtores de micotoxinas causa preocupação ambiental, ecológica e de saúde. Algumas desvantagens associadas ao uso de compostos químicos sintéticos incluem o desenvolvimento de resistência entre os microrganismos alvo, a toxicidade para humanos e animais, resíduos químicos em alimentos e a poluição ambiental. Sendo assim, torna-se necessária a busca por alternativas a estes fungicidas para o

controle dos fungos toxigênicos (Raja, 2014; Gakuubi et al., 2017).

A utilização de óleos essenciais (OEs) tem demonstrado importância significativa contra diversos patógenos microbianos (Silva et al., 2012; Sonker et al., 2015; Gormez et al., 2016; Avanço et al., 2017; Gakuubi et al., 2017). Os OEs são extratos naturais, obtidos de diferentes partes de plantas aromáticas (flor, sementes, folhas, casca, galhos, madeira, frutos e raízes). Representando, portanto, uma alternativa viável e sustentável na redução do uso de fungicidas sintéticos em grãos e cereais. O presente estudo teve por objetivo avaliar a atividade antifúngica de 21 diferentes OEs, *in vitro*, frente ao fungo *A. flavus*.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Microrganismo e óleos essenciais

A cepa de *A. flavus* foi obtida do banco de isolados do Laboratório de Toxicologia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. A mesma foi cultivada em meio Batata Dextrose Ágar (BDA), durante 7 dias, a 25 °C, no escuro.

Os OEs de cânfora (*Cinnamomum camphora* - Laszlo®), immortelle (*Helicrysum italicum* - Laszlo®), patchouli (*Pogostenom cablin* - By Samia®), melaleuca (*Melaleuca alternifolia* - Quinari®), wintergreen (*Gaultheria procumbens* - Laszlo®), manjeriço (*Ocimum basilicum* - Laszlo®), sucupira (*Pterodon emarginatus* - Laszlo®), ylang ylang (*Cananga odorata* - Quinari®), sálvia esclareia (*Salvia sclarea* - Quinari®), sândalo amyris (*Amyris balsamifera* - Quinari®), citronela (*Cymbopogon winterianus* - Quinari®), lavanda (*Lavandula angustifolia* - Quinari®), junípero (*Juniperus communis* - Quinari®), anis estrelado (*Illicium verum* - Quinari®), copaíba vermelha (*Copaifera langsdorfii* - Laszlo®), cipreste europeu (*Cupressus sempervirens* - Laszlo®), gerânio (*Pelargonium graveolens* - Quinari®), cravo (*Eugenia caryophyllus* - Bio Essência®) e canela (*Cinnamomum zeylanicum* - Laszlo®) foram adquiridos no comércio local do município de Maringá-PR. Os OEs de gengibre (*Zingiber officinale*) e açafrão (*Curcuma longa*) foram obtidos por hidrodestilação em aparelho Clevenger (Prakash et al., 2012).

### 2.2 Concentração inibitória e fungicida mínima

A concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada pelo método de microdiluição seguindo a norma M38-A preconizada pelo *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2008), com suspensão de conídios padronizada em 10<sup>5</sup> conídios.mL<sup>-1</sup>, usando meio RPMI 1640 com L-glutamina sem bicarbonato, tamponado com MOPS 0,165 M (ácido morfolina propanossulfônico). Os OEs foram diluídos em Tween 80 a 1% e testados numa faixa de concentração de 3,90 a 2000 µg.mL<sup>-1</sup>. As placas foram incubadas durante 72 horas, a 25 °C, no escuro e a CIM foi definida como a menor concentração de OE que inibiu o crescimento visual do fungo. Como

controle positivo foi utilizado o inóculo de  $10^5$  conídios.mL<sup>-1</sup>, controle negativo o meio RPMI e controle fúngico, o fungicida comercial Standak® Top. Para a concentração fungicida mínima (CFM), 10 µL das concentrações testadas na CIM foram inoculadas em placas de Petri contendo BDA por 24 horas, a 25 °C, no escuro. A CFM foi definida como a menor concentração de OE que inibiu o crescimento do fungo em ágar.

A partir dos resultados da CIM, os OEs que demonstraram atividade antifúngica inferior a 500 µg.mL<sup>-1</sup> foram conduzidos a análise de caracterização química e disco difusão.

### 2.3 Caracterização química

A determinação dos componentes químicos dos óleos essenciais que apresentaram atividade antifúngica contra *A. flavus* foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM), onde somente os compostos majoritários foram identificados. Os compostos foram identificados utilizando o índice de retenção de Kovats através de uma mistura padrão de n-alcenos (C<sub>8</sub>-C<sub>20</sub>, Sigma-Aldrich) (Skoog et al., 2006), espectro de fragmentação (Adams, 2007) e apresentados em porcentagem.

### 2.4 Disco difusão

O método de disco difusão foi utilizado para avaliar a inibição do crescimento das hifas do *A. flavus*. No ponto central de placas de Petri contendo BDA foram inoculados 10 µL da solução de conídios ( $10^5$  conídios.mL<sup>-1</sup>) e as placas foram armazenadas por 5 dias a 25 °C, no escuro. Após o período de incubação, discos de papel filtro com aproximadamente 8 mm de diâmetro foram preparados com 10 µL dos OEs nas concentrações de 25, 50 e 100 % em Tween 80 a 1% e como controle foi inoculado discos contendo somente Tween 80 a 1%. Os discos foram depositados ao redor do fungo, com 0,5 cm de distância, e as placas foram incubadas durante 72 horas a 25 °C, no escuro. A inibição do crescimento das hifas foi verificada visualmente e fotografada (Prasad et al., 2001).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de CIM e CFM obtidos para os OEs e o fungicida comercial Standak® Top contra o fungo *A. flavus*.

OE/Fungicida	CIM (µg.mL <sup>-1</sup> )	CFM (µg.mL <sup>-1</sup> )
Cânfora, immortelle, patchouli, melaleuca, junípero, lavanda, sucupira e açafreão	>2000	>2000
Manjeriço, sândalo amyris, citronela, cipreste europeu e gerânio	2000	2000
Copaíba, ylang ylang, anis estrelado e sálvia esclareia	1000	1000
Gengibre e Standak® Top	500	500

Tabela 1: Resultados da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Fungicida Mínima (CFM) para diferentes óleos essenciais (OE) e o fungicida sintético (Standak® Top) em *Aspergillus flavus*

Dos resultados obtidos, os OEs de cravo e canela se destacaram por apresentarem a menor CIM e CFM, inferior ao fungicida comercial utilizado no trabalho como controle fúngico. O OE de gengibre também foi eficaz na inibição do crescimento de *A. flavus*, igualando-se ao controle fúngico (Standak® Top). Aligiannis et al. (2001) sugere que uma CIM  $\leq 500 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  configura uma forte inibição, enfatizando o poder antifúngico dos OEs de cravo, canela e gengibre. Outros autores relataram efetiva ação antifúngica destes OEs contra diversos patógenos microbianos (Unlu et al., 2010; Silva et al., 2012; Azizkhani et al., 2013; Nerilo et al., 2016; Castro et al., 2017).

A atividade antimicrobiana inerente aos OEs deve-se a composição química dos mesmos, incluindo compostos aromáticos, terpenos e demais substâncias sintetizadas pelas plantas como metabólitos secundários (Prakash et al., 2015; Wang et al., 2017). Nesse estudo, os OEs que foram efetivos na inibição de *A. flavus* apresentaram em sua composição química quantidades consideráveis de eugenol (85,45% em cravo e 80,90% em canela). Estudos *in vitro* evidenciaram que OEs contendo eugenol foram capazes de inibir significativamente outros microrganismos, como *Alternaria alternata*, espécies de *Candida*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani* e *Fusarium oxysporum* (Castro et al., 2017; Xie et al., 2017; Garrido-Miranda et al., 2018; Khosravi et al., 2018). Já o OE de gengibre demonstrou menor inibição na CIM, mas um valor considerado adequado como fungicida natural. Sugere que zingibereno (22,95%) e citral (13,60%) foram menos eficazes que o eugenol contra o fungo *A. flavus*.

De acordo com Endo et al. (2015), pelo método de disco difusão é possível avaliar o crescimento das hifas do fungo na presença de diferentes concentrações de OE, confirmando visualmente sua capacidade inibitória. A Figura 1 mostra os resultados da análise de disco difusão dos OEs de gengibre, cravo e canela contra as hifas de *A. flavus*.

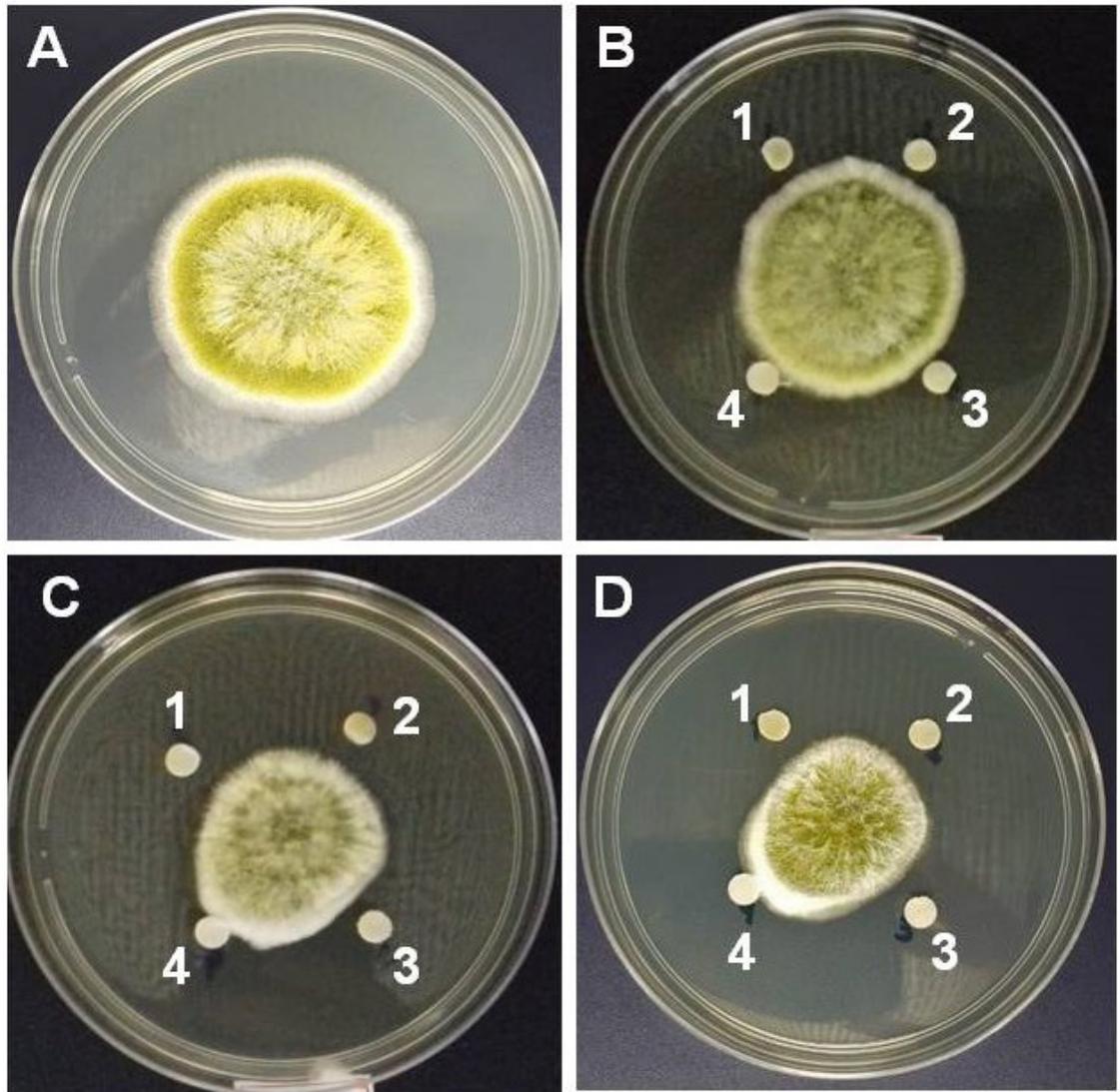


Figura 1: Método de disco-difusão para diferentes óleos essenciais (OE). **A.** Controle fúngico (*A. flavus*), **B.** OE de gengibre, **C.** OE de cravo e **D.** OE de canela, nas concentrações de 100% (1), 50% (2), 25% (3) e como controle Tween 80 a 1% (4).

Foi possível comprovar a ação antifúngica dos OEs de cravo e canela, que inibiram o desenvolvimento micelial do fungo em todas as concentrações testadas (25, 50 e 100%), enquanto que o OE de gengibre apresentou atividade inibitória nas concentrações de 50 e 100%.

#### 4 | CONCLUSÃO

Dos OEs testados, cravo, canela e gengibre apresentaram atividade antifúngica contra o *A. flavus*, mediante os testes realizados *in vitro*. Sendo assim, pesquisas futuras com testes complementares, como estudos *in situ* e *in vivo*, são necessários para confirmar a eficiência dos OEs como potenciais fungicidas naturais.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/Mass spectrometry**. EUA: Allured Publishing Corporation, 2007.
- ALIGIANNIS, N. et al. **Composition and antimicrobial activity of the essential oils of two *Origanum* species**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 40, p. 4168-4170, 2001.
- AVANÇO, G. B. et al. ***Curcuma longa* L. essential oil composition, antioxidant effect, and effect on *Fusarium verticillioides* and fumonisin production**. Food Control, v. 73, p. 806-813, 2017.
- AZIZKHANI, M. et al. **Comparative efficacy of *Zataria multiflora* Boiss., *Origanum compactum* and *Eugenia caryophyllus* essential oils against *E. coli* O157:H7, feline calicivirus and endogenous microbiota in commercial baby-leaf salads**. International Journal of Food Microbiology, v. 166, p. 249-255, 2013.
- CASTRO, J. C. et al. **Bioactivity of essential oils in the control of *Alternaria alternata* in dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.)**. Industrial Crops and Products, v. 97, p. 101-109, 2017.
- CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. **Reference method for broth dilution antifungals susceptibility testing of conidium-forming filamentous fungi: approved standard**. M38-A. Wayne, PA, 2008.
- ENDO, E. H. et al. **Antidermatophytic activity of hydroalcoholic extracts from *Rosmarinus officinalis* and *Tetradenia riparia***. Journal de Mycologie Médicale, v. 25, p. 274-279, 2015.
- GAKUUBI, M. M.; MAINA, A. W.; WAGACHA, J. M. **Antifungal activity of essential oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. against selected *Fusarium* spp.** International Journal of Microbiology, v. 2017, p. 1-7, 2017.
- GARRIDO-MIRANDA, K. A. et al. **Antioxidant and antifungal effects of eugenol incorporated in bionanocomposites of poly(3-hydroxybutyrate)-thermoplastic starch**. Food Science and Technology, v. 98, p. 260-267, 2018.
- GORMEZ, A. et al. **The use of essential oils of *Origanum rotundifolium* as antimicrobial agent against plant pathogenic bacteria**. Journal of Essential Oil Bearing Plants, v. 19, p. 656-663, 2016.
- HU, Y. et al. **Mechanisms of antifungal and anti-aflatoxigenic properties of essential oil derived from turmeric (*Curcuma longa* L.) on *Aspergillus flavus***. Food Chemistry, v. 220, p. 1-8, 2017.
- KHOSRAVI, A. R. et al. **Chemical composition, antioxidant activity and antifungal effects of five Iranian essential oils against *Candida* strains isolated from urine samples**. Journal de Mycologie Médicale, v. 28, p. 355-360, 2018.
- MARIN, S. et al. **Mycotoxins: occurrence, toxicology and exposure assessment**. Food and Chemical Toxicology, v. 60, p. 218-237, 2013.
- NERILO, S. B. et al. **Antifungal properties and inhibitory effects upon aflatoxin production by *Zingiber officinale* essential oil in *Aspergillus flavus***. International Journal of Food Science and Technology, v. 51, p. 286-922, 2016.
- PRAKASH, B. et al. **Safety assessment of *Zanthoxylum alatum* Roxb. essential oil, its antifungal, antiaflatoxin, antioxidant activity and efficacy as antimicrobial in preservation of *Piper nigrum* L. fruits**. International Journal of Food Microbiology, v. 153, p. 183-191, 2012.
- PRAKASH, B. et al. **Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities - potentials and challenges**.

Food Control, v. 47, p. 381-391, 2015.

PRASAD, N. R. et al. **Antidermatophyte activity of extracts from *Psoralea coryfolia* (Fabaceae) correlated with the presence of a flavonoid compound.** Journal of Ethnopharmacology, v. 91, p. 21-24, 2001.

RAJA, N. **Botanicals: sources for eco-friendly biopesticides.** Journal of Biofertilizers & Biopesticides, v. 5, n. 1, p. 1, 2014.

SILVA, F. C. et al. **Evaluation of antifungal activity of essential oils against potentially mycotoxigenic *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*.** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 22, n. 5, 2012.

SKOOG, D. A. et al. **Fundamentos de Química Analítica.** Thomson, 2006.

SONKER, N.; PANDEY, A. K.; SINGH, P. **Efficiency of *Artemisia nilagirica* (Clarke) Pamp essential oil as a mycotoxinant against postharvest mycobiota of table grapes.** Journal of the Science of Food Agriculture, v. 95, p. 1932-1939, 2015.

TROMBETE, F. M. et al. **Aflatoxinas y tricotecenos en trigo y derivados: incidencia de la contaminación y métodos de determinación.** Revista Chilena de Nutrición, v. 40, n. 2, p. 181-188, 2013.

UNLU, M. et al. **Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (*Lauraceae*).** Food and Chemical Toxicology, v. 48, p. 3274-3280, 2010.

WANG, H-F. et al. **Anti-oxidant activity and major chemical component analyses of twenty-six commercially available essential oils.** Journal of Food and Drug Analysis, v. 25, n. 4, p. 881-889, 2017.

XIE, Y. et al. **Structure-activity relationships of cinnamaldehyde and eugenol derivatives against plant pathogenic fungi.** Industrial Crops and Production, v. 97, p. 388-394, 2017.

## **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 978-85-7247-340-8

