

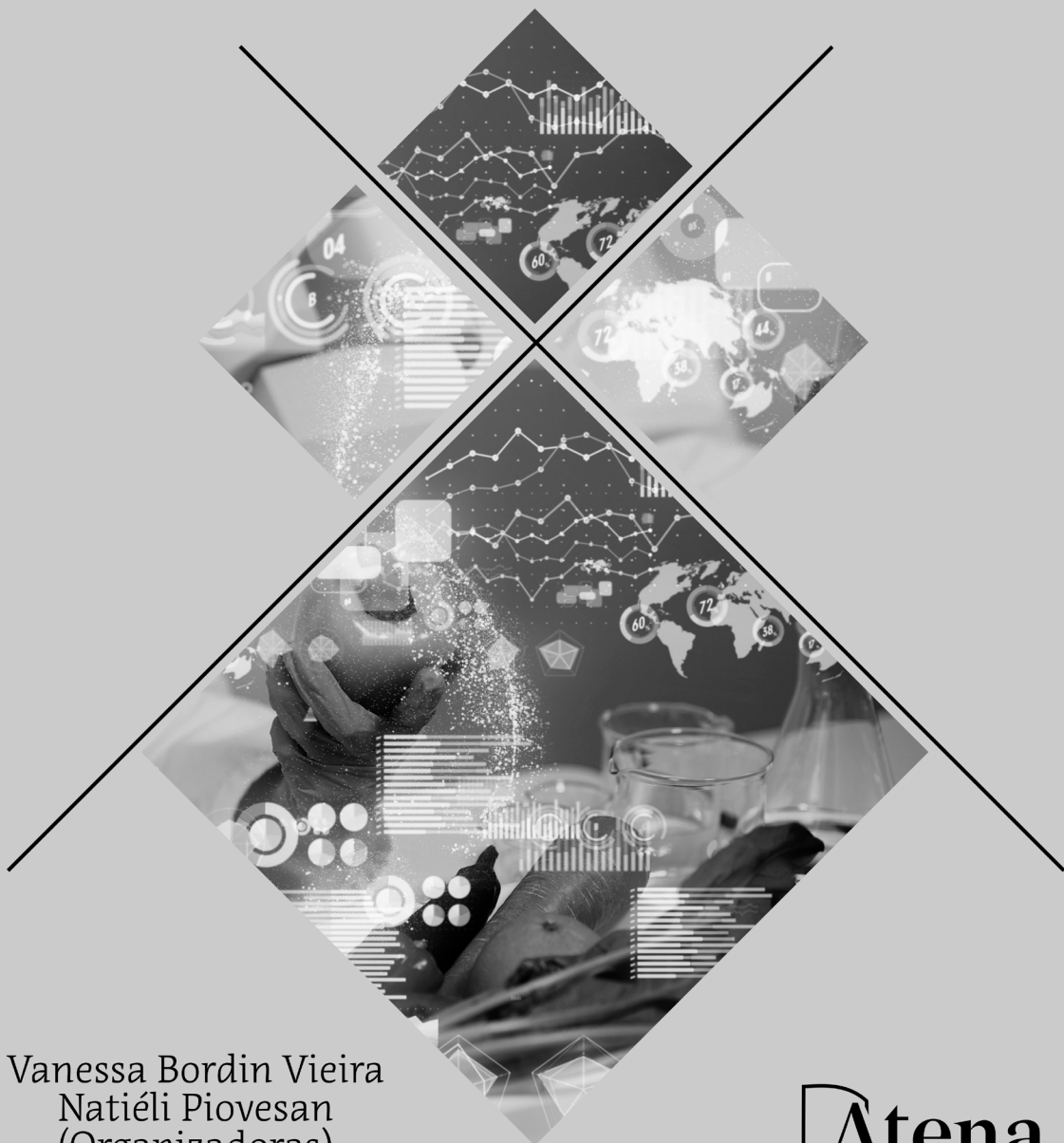
# Investigação Científica no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos 3



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 Lúvia 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)

I62      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](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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  $\beta$ -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  
Fabrício 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

<b>SOBRE AS ORGANIZADORAS.....</b>	<b>255</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>256</b>

# CAPÍTULO 4

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

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 12/02/2021

### **Michelle Carlota Gonçalves**

Doutoranda em Microbiologia Agrícola  
Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Biologia  
Lavras –MG  
<http://lattes.cnpq.br/0340389194015034>

### **Juliana Junqueira Pinelli**

Doutoranda em Microbiologia Agrícola  
Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Biologia  
Lavras –MG  
<http://lattes.cnpq.br/2491835385238289>

### **Tenille Ribeiro de Souza**

Pós doutoranda em ciências agrárias - Instituto  
Federal Goiano – Agronomia  
Rio Verde- GO  
<http://lattes.cnpq.br/4144514561620320>

### **Jorge Pamplona Pagnossa**

Doutor em Microbiologia Agrícola  
Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Biologia  
Lavras – MG  
<http://lattes.cnpq.br/8511743401742809>

### **Mônica Aparecida da Silva**

Graduanda em Nutrição  
Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Nutrição  
Lavras –MG  
<http://lattes.cnpq.br/4038990559706274>

### **Anderson Henrique Venâncio**

Mestrando em Ciências dos Alimentos  
Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Ciência dos Alimentos  
Lavras –MG  
<http://lattes.cnpq.br/5431666542288675>

### **Clara Mariana Gonçalves Lima**

Doutoranda em Ciência de Alimentos,  
Faculdade de Engenharia de Alimentos,  
Universidade Estadual de Campinas  
Campinas-SP  
<http://lattes.cnpq.br/9611210818825488>

### **Bruna Azevedo Balduino**

Mestrando em Ciências dos Alimentos  
Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Ciência dos Alimentos  
Lavras –MG  
<http://lattes.cnpq.br/6243525159902562>

### **Nelma Ferreira de Paula Vicente**

Doutoranda em Plantas Medicinais  
Universidade Federal de Lavras  
Departamento de Agricultura Lavras –MG  
<http://lattes.cnpq.br/4057985752747853>

### **Roberta Hilsdorf Piccoli**

Professora Titular – Universidade Federal  
de Lavras – Departamento de Ciências dos  
Alimentos Lavras –MG  
<http://lattes.cnpq.br/8312936087083170>

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi verificar a capacidade adaptativa de EHEC O157:H7 ao óleo essencial de orégano. Inicialmente, a Concentração Mínima Bactericida (CMB) do óleo foi determinada e posteriormente, as células de

EHEC foram expostas a concentrações subletais do óleo (CMB/4 e CMB/8). Adiante, testadas frente a diferentes concentrações do óleo essencial (CMB/2 até 2CMB). Estas foram incubadas e plaqueadas em TSA (Ágar Triptona de Soja) empregando a técnica de microgotas. As células de EHEC foram classificadas como capazes de se adaptarem por crescerem em placas após cultivo em presença do óleo em concentração igual ou maior que a CMB do óleo (0,5% (v/v)). As células de EHEC apresentaram a capacidade adaptativa por crescerem em concentrações de até duas vezes o valor de CMB (1,0%), após expostas a CMB/8. Os resultados demonstram a necessidade de utilização adequada da concentração do óleo essencial de orégano (0,5%), a fim de evitar a adaptação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patógeno alimentar, plantas condimentares, segurança alimentar.

## EVALUATION OF THE ADAPTIVE CAPACITY OF ESCHERICHIA COLI ENTEROHEMORRÁGICA TO THE ESSENTIAL OIL OF OREGAN

**ABSTRACT:** The work aimed to verify the adaptive capacity of EHEC O157: H7 to oregano essential oil. Initially, the Minimum Bactericidal Concentration (CMB) of the oil was determined and later, the EHEC cells were exposed to sublethal concentrations of the oil (CMB/4 and CMB/8). Ahead, tested against different concentrations of essential oil (CMB/2 to 2CMB). These were incubated and plated on TSA (Soy Tripton Agar) using the microdroplet technique. EHEC cells were classified as capable of adapting by growing in plates after cultivation in the presence of oil in a concentration equal to or greater than the oil's CMB (0.5% (v/v)). The EHEC cells showed the adaptive capacity for growing in concentrations up to twice the value of CMB (1.0%), after being exposed to CMB/8. The results demonstrate the need for an adequate use of oregano essential oil concentration (0, 5%) in order to avoid adaptation.

**KEYWORDS:** Food pathogen, condiment plants, food security.

## 1 | INTRODUÇÃO

*Escherichia coli* é uma bactéria Gram-negativa da família Enterobacteriaceae, anaeróbia facultativa pertencente a microbiota comensal intestinal normal da maior parte dos animais e seres humanos. Apresenta-se na forma de bacilo Gram-negativo e possuem de 1,1 a 1,5 x 2,0 a 6  $\mu\text{m}$ , possuem motilidade com flagelos peritríquios e capacidade de fermentar a glicose com formação de ácido e gás (HOLT, 1994).

Embora seja considerada não patogênica, são conhecidos seis sorotipos que apresentam patogenicidade em diferentes graus. Dentre eles, a *Escherichia coli* Enteroemorrágica (EHEC), destaca-se por causar um sério dano renal que resulta em Síndrome Hemolítica Urêmica (SHU), caracterizada por anemia hemolítica, trombocitopenia e falência renal aguda que pode ser fatal (KAPER, et al., 2004).

A segurança alimentar relacionada à saúde pública tem sido considerada problema crítico e esta área tem recebido atenção crescente nos últimos anos. Infecção alimentar causada por *E.coli*, em especial por EHEC é um problema emergente em indústrias alimentícias, devido ao desenvolvimento progressivo da adaptação microbiana aos

sanitizantes e conservantes utilizados. E essa capacidade das células se adaptarem às condições ambientais inóspitas envolvem respostas fisiológicas ao estresse relacionadas às estratégias de sobrevivência e crescimento (ALIZADE et al., 2014).

O orégano (*Origanum vulgare*) é uma planta aromática amplamente utilizada como condimento na culinária e dessa é extraído o óleo essencial. O uso de óleos essenciais tem sido sugerido como uma maneira de reduzir esses mecanismos de adaptação bacteriana devido à complexidade desses óleos, o que garante que eles atuem em vários alvos nas células microbianas, porque os óleos essenciais podem alterar a permeabilidade das células microbianas, danificar membranas citoplasmáticas, alteram as proteínas da membrana, interferem no sistema de geração de energia (trifosfato de adenosina (ATP) e interrompem a homeostase celular, resultando em morte (NAZZARRO et al. 2013).

Ao considerar a elevada atividade antibacteriana dos óleos essenciais, faz-se necessário verificar a capacidade de adaptação bacteriana a esses antimicrobianos naturais quando exposta a doses subletais dos mesmos a fim de garantir a segurança alimentar nas indústrias produtoras de alimentos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de adaptação de *Escherichia coli* Enterohemorrágica (O157:H7-INCQS:00171) frente ao componente óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*), utilizado como antibacteriano.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local do experimento

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, localizado no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

### 2.2 Óleo essencial

O óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) foi extraído *in situ* no Laboratório de Fitoquímica do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), conforme metodologia descrita por Souza et al. (2016). Sua composição é mostrada na Tabela 1.

Óleo essencial	Componentes majoritários	Concentração (%)
Orégano	Carvacrol	73.11
	E-Cariofileno	4.32
	$\gamma$ -Terpineno	3.93
	Timol	2.97

Tabela 1. Composição do óleo essencial de orégano.

Fonte: Souza et al. (2016)

### 2.3 Microrganismo padrão, padronização e preparo do inóculo

Foi utilizada a cepa de *Escherichia coli* Enterohemorrágica (EHEC) O157:H7-INCQS:00171, cedida pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) - RJ. A cultura estoque foi armazenada em meio de congelamento (glicerol - 15 mL; peptona bacteriológica - 0,5 g; extrato de levedura - 0,3 g; NaCl - 0,5 g; água destilada 100 mL, pH 7,0). O inóculo foi reativado inoculando-se alíquota de 100  $\mu$ L da cultura estoque em tubo contendo 10 mL de caldo Brain Heart Infusion (BHI) e incubado a 37 °C/ 24h. A padronização do inóculo foi realizada mediante curva de crescimento. Após a reativação, alíquota de 50  $\mu$ L do inóculo foi transferida para 300 mL de caldo BHI e incubada a 37 °C, sendo realizadas leituras periódicas (intervalos de uma hora) em espectrofotômetro (D.O.600nm) e plaqueamento em Ágar Triptona de Soja (TSA) com incubação a 37 °C/24h. A cultura foi padronizada ao redor de  $10^8$  UFC mL<sup>-1</sup>.

### 2.4 Determinação da concentração mínima bactericida (CMB) do óleo essencial de orégano sobre EHEC

A concentração mínima bactericida do óleo essencial foi determinada empregando-se a técnica de microdiluição em caldo, em placa de poliestireno de 96 cavidades, de acordo com o CLSI, 2015 com adaptações. O óleo essencial foi solubilizado em caldo BHI, adicionado de Tween 80 (0,5%) e utilizado. Foram avaliadas as seguintes concentrações (%): 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,062; 0,03 e 0,015 (v/v). Alíquotas de 150  $\mu$ L das soluções foram adicionadas nas cavidades e inoculados 10  $\mu$ L da cultura padronizada. A microplaca foi vedada e incubada a 37 °C/24h. Após esse período, foi realizado o plaqueamento de alíquotas da cultura em TSA e incubado a 37 °C/24h. A concentração mínima bactericida do óleo essencial foi aquela onde, após incubação, não ocorreu crescimento bacteriano em placa. O experimento ocorreu em triplicata e três repetições e foram utilizados dois controles para o composto testado; Controle negativo, contendo BHI acrescido de 0,5% de Tween 80 e óleo essencial e controle positivo, contendo BHI acrescido de 0,5% de Tween 80 e inóculo.

### 2.5 Adaptação de EHEC ao óleo essencial

As células de EHEC foram expostas a concentrações subletais do óleo essencial de orégano. As doses subletais foram determinadas com base na CMB e serão equivalentes a CMB/4 e CMB/8 (LUNDÉN et al., 2003; SANTOS et al., 2018). Em tubos tipo Falcon contendo 36 mL de caldo BHI acrescido de 0,5% de Tween 80 foi adicionado o óleo essencial nas concentrações subletais. Após homogeneização, alíquotas de 4 mL de inóculo padronizado foi adicionado ao meio e os tubos foram incubados a 37 °C/6h. Após esse período as culturas foram centrifugadas a 5000 xg/5 min e as células recuperadas foram lavadas 3x com solução salina e utilizadas.

## 2.6 Avaliação da Adaptação de EHEC ao óleo essencial

A avaliação da adaptação foi realizada conforme descrito por Lundén et al., (2003) e por Santos et al., (2018). As células expostas às concentrações subletais do antimicrobiano foram ressuspensas em caldo BHI e a cultura foi padronizada em  $10^8$  UFC/mL para posterior exposição às diferentes concentrações do óleo essencial (CMB/2; CMB; 1,2CMB; 1,4CMB; 1,6CMB; 1,8CMB e 2CMB) ao qual a cultura foi previamente exposta. O ensaio foi realizado em microplacas. As microplacas foram incubadas a 37 °C/24h. Após esse período, alíquotas de 10 µL foram retiradas dos poços e plaqueadas em TSA pelo método de microgotas e encubadas a 37 °C/24h.

As células de EHEC foram classificadas como capazes de se adaptarem quando essas cresceram em placas após cultivo em presença do componente em concentrações iguais ou maiores que a CMB. Paralelamente, o mesmo procedimento foi realizado com células de EHEC não expostas a doses subletais, possibilitando a comparação entre células expostas e não expostas quanto a susceptibilidade ao óleo essencial.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Determinação da concentração mínima bactericida (CMB) do óleo essencial de orégano sobre EHEC

O resultado da determinação da concentração mínima bactericida do óleo essencial de orégano sobre EHEC O157:H7-INCQS:00171 está indicado através da Tabela 2.

Microrganismo	% Óleo essencial de orégano (v/v)							
	2	1	0,5	0,25	0,125	0,062	0,03	0,015
EHEC	-	-	-	+	+	+	+	+

Legenda: (+) Presença de crescimento; (-) Ausência de crescimento.

Tabela 2: Concentrações de inibição do óleo essencial de orégano para EHEC.

O resultado da concentração mínima bactericida apresentado na Tabela 2 demonstra a eficiência do óleo essencial de orégano sobre EHEC O157:H7-INCQS:00171, visto que este apresentou uma baixa CMB (0,5%). Estudos relatam que o óleo essencial de orégano é conhecido pela sua atividade antibacteriana em células planctônicas (Burt, 2004; Oussalah et al., 2007; Bakkali et al., 2008) e esta atividade é responsável por lesionar a membrana plasmática bacteriana, impossibilitando a divisão celular e desidratando as células (ARAÚJO; LONGO, 2016).

Portanto, é uma excelente opção para ser utilizado como conservante alimentar.

### 3.2 Avaliação da Adaptação de EHEC ao óleo essencial

Os resultados da avaliação da adaptação de EHEC O157:H7-INCQS:00171 ao óleo essencial estão expressos na Tabela 3.

Concentração	Dose subletal 1/4	Dose subletal 1/8	Controle
0,5CMB	+	+	+
CMB	-	+	-
1,2CMB	-	+	-
1,4CMB	-	+	-
1,6CMB	-	+	-
1,8CMB	-	+	-
2CMB	-	+	-

Legenda: (CMB = 0,5%) Concentração Mínima Bactericida; (+) Presença de crescimento; (-) Ausência de crescimento.

Tabela 3: Avaliação da adaptação de EHEC ao óleo essencial.

A avaliação da adaptação foi realizada pela adição de 1/4 e 1/8 da concentração de óleo essencial de orégano obtida no teste de CMB das células de EHEC, sendo estas 0,25 e 0,125 (%). A estirpe EHEC foi considerada capaz de se adaptar ao óleo essencial por crescer em concentrações de até duas vezes o valor da CMB após exposta a concentração subletal (1/8) do óleo. Já as células não expostas às concentrações subletais (controle), não foram capazes de crescer em concentrações variando de CMB a 2CMB, crescendo apenas em 0,5 CMB.

A busca por antimicrobianos alimentares naturais e seguros têm se intensificado. A adaptação bacteriana a estes agentes pode causar um impacto significativo sobre a saúde humana, bem como drásticas consequências econômicas (CHAPMAN, 2003). Este fenômeno pode ocorrer em ambiente industrial com relativa facilidade devido a prática habitual de diluição de agentes e sanitizantes para fins de maior rendimento econômico, portanto, a capacidade adaptativa de EHEC ao antimicrobiano utilizado, torna-se um fato preocupante uma vez que cepas com maior tolerância a agentes estressantes poderão sobreviver nos alimentos ou superfície de processamento, acarretando no aumento de surtos de toxinfecções alimentares.

O óleo essencial de orégano mostrou-se eficaz contra EHEC, contudo, seu uso correto se faz necessário a fim de prevenir a adaptação da bactéria a este agente.

## 4 | CONCLUSÕES

EHEC apresentou capacidade adaptativa quando exposta à dose subletal (1/8) do óleo essencial de orégano, por crescer em concentrações de até duas vezes (1%) o valor da concentração mínima bactericida do óleo essencial (0,5%), concentração que anteriormente era considerada bactericida. Portanto, deve-se respeitar as doses corretas de uso do antimicrobiano.

## AGRADECIMENTOS

UFLA, CAPES, CNPQ e FAPEMIG.

## REFERÊNCIAS

ALIZADE, H.; GHANBARPOUR, R.; AFLATOONIAN, M. R. Molecular study on diarrheagenic *Escherichia coli* pathotypes isolated from under 5 years old children in southeast of Iran. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v.4, n.1, p.813-817, 2014.

ARAUJO, M. M. D.; Longo, P. L. Teste da ação antibacteriana in vitro de óleo essencial comercial de *Origanum vulgare* (orégano) diante das cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. **Arquivos do Instituto Biológico [online]**, v. 83, e0702014, 2016.

BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils: a review. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, n.1, p.446-475, 2008.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.94, n.3, p. 223-253, 2004.

CHAPMAN, J. S. Desinfectant resistance mechanisms, cross-resistance, and co-resistance. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Barking, v.51, p.271-276, 2003.

CLSI. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard-Tenth Edition. **CLSI document M07-A10**. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2015.

HOLT, J. G. **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 9. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 787 p. 1994.

KAPER, J. B.; NATARO, J. P.; MOBBLEY, H. L. T. Pathogenic *Escherichia coli*. **Nature Reviews**, London, v.2, n.1, p.123-140, 2004.

LUNDÉN, J. M.; AUTIO, T.; MARKKULA, A.; HELLSTROM, S.; KORKEALA, H. Adaptive and cross-adaptive responses of persistent and non-persistent *Listeria monocytogenes* strains to disinfectants. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.82, n.3, p.265-272, 2003.

NAZZARRO, F.; FRATIANNI, F.; DE MARTINO, L.; COPPOLA, R. Effect of essential oils on pathogenic bacteria. **Pharmaceuticals**, Avellino, v.6, n.12, p.1451-1474, 2013.



OUSSALAH, M., CAILLET, S., SAUCIER, L., LACROIX, M. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: E. coli O157:H7, Salmonella Typhimurium, Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes. **Food Control**, v.18, n.1, p. 414–420, 2007.

SANTOS, J. M., GONÇALVES, M. C., MARTINS, H. A., PINELLI, J. J., ISIDORO, S. R., & PICCOLI, R. H. Homologous and Heterologous Adaptation of Listeria spp. to Essential Oils of Condiment Plants. **Advances in Microbiology**, v.8, n.8, p. 639-649, 2018.

SOUZA, A. A.; DIAS, N.A.A.; PICCOLI, R.H.; BERTOLUCCI, S.K.V. Composição química e concentração mínima bactericida de dezesseis óleos essenciais sobre Escherichia coli Enterotoxigênica. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.18, n.1, p. 105-112, 2016.

## 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

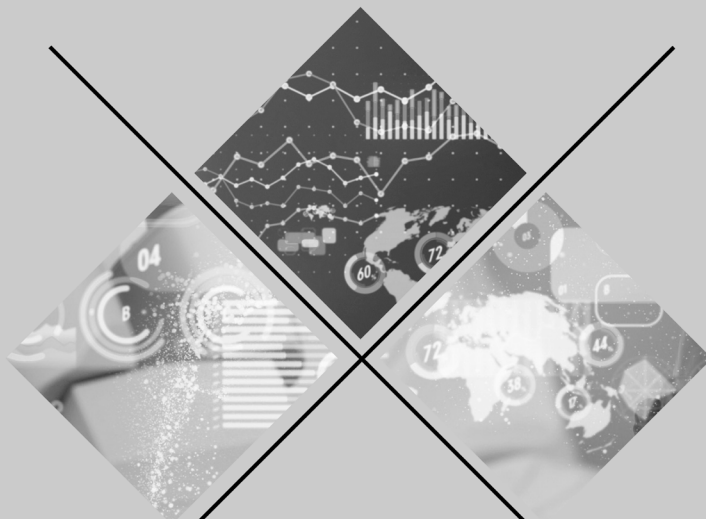
## U


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

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



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