

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

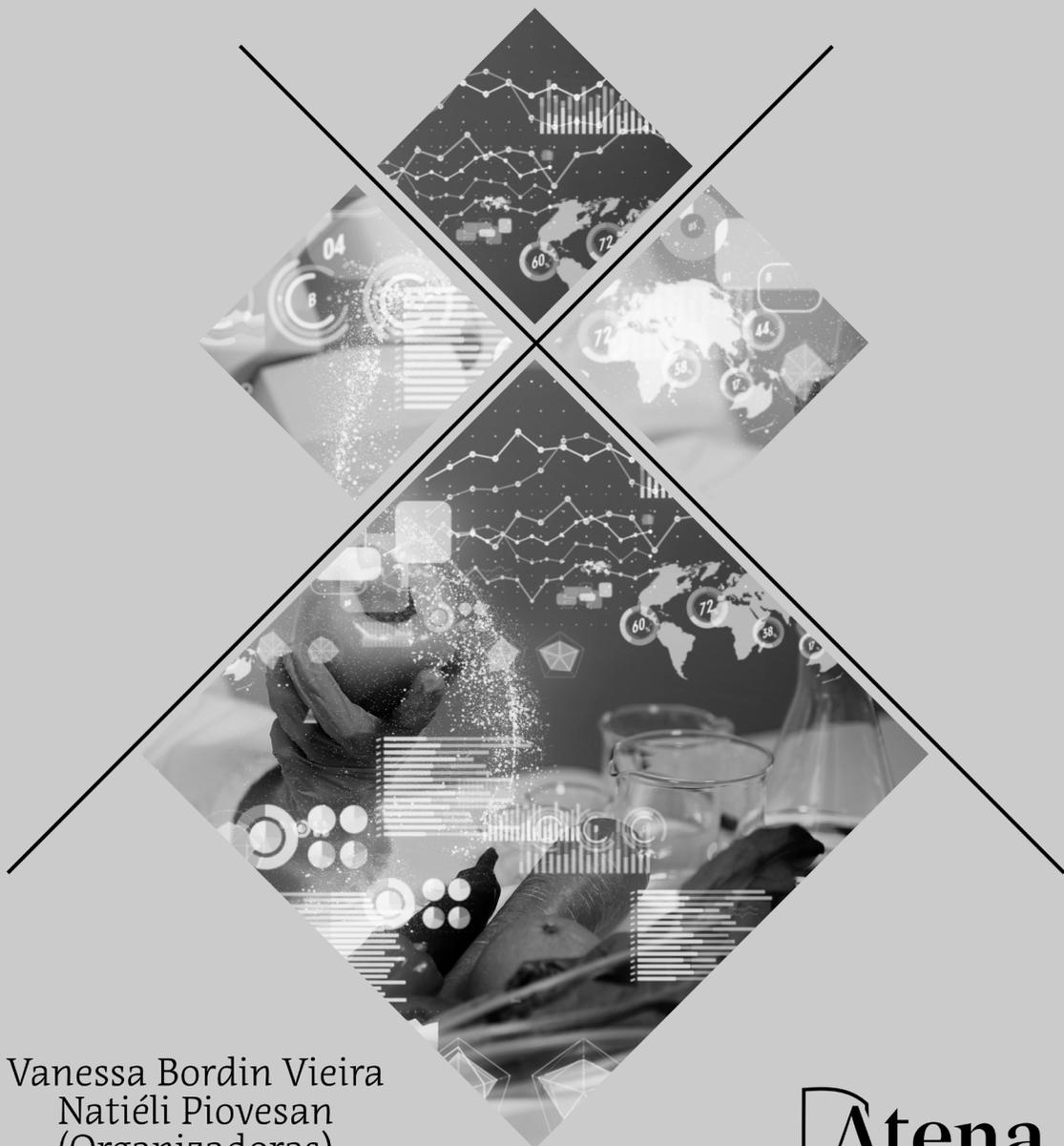


Vanessa Bordin Vieira
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Atena
Editora

Ano 2021

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



Vanessa Bordin Vieira
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaió – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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
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 Nickelle

DOI 10.22533/at.ed.88621052110

CAPÍTULO 11..... 117

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

Dhayna Oliveira Sobral

Lina María Grajales

DOI 10.22533/at.ed.88621052111

CAPÍTULO 12..... 127

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

Kátia Alessandra Mendes da Silva

Daniele Regis Pires

Amanda Lima Albuquerque Jamas

Elizete Amorim

Gesilene Mendonça de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052112

CAPÍTULO 13..... 133

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

Taís Port Hartz

Karina Rodrigues de Fraga

Carla Weber Scheeren

DOI 10.22533/at.ed.88621052113

CAPÍTULO 14..... 138

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

Kayo Santiago Farias Novais

Adriana Bispo Pimentel

Weclis Renan Koelher Braga

Marcia Luciana Cazetta

Elizama Aguiar-Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052114

CAPÍTULO 15..... 153

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

Ricardo Peraça Toralles

Marcela Vega Ferreira

Walter Augusto Ruiz

DOI 10.22533/at.ed.88621052115

CAPÍTULO 16..... 160

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

Lelis Araújo de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.88621052116

CAPÍTULO 17..... 173

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

Samille Henriques Pereira

Renata Carolina Zanetti Lofrano

Boutros Sarrouh

DOI 10.22533/at.ed.88621052117

CAPÍTULO 18..... 185

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

André de Carvalho Gomes

Brenda Suelli Alves Gomes

David Pantoja Ribeiro

Lucas Rodrigues Pereira

Maxlene Rocha da Costa

Meirevalda do Socorro Ferreira Redig

Rafael Coelho Ribeiro

Elessandra Laura Nogueira Lopes

Antônia Benedita da Silva Bronze

Omar Machado de Vasconcelos

Marcos Augusto de Souza Gonçalves

Harleson Sidney Almeida Monteiro

Viviandra Manuelle Monteiro de Castro Trindade

Sinara de Nazaré Santana Brito

DOI 10.22533/at.ed.88621052118

CAPÍTULO 19..... 194

NANOPARTÍCULAS ESTERIFICADAS DE FÉCULA DE MANDIOCA

Francy Magdalena Zambrano Sarmiento Cónsole

Pamela Prodocimo Fonseca
Manuel Salvador Vicente Plata-Oviedo
Deusmaque Carneiro Ferreira
DOI 10.22533/at.ed.88621052119

CAPÍTULO 20.....200

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

Ingrid Duarte dos Santos
Rosana Colussi
Roger Wagner
Ionara Regina Pizzutti
Rosselei Caiel da Silva
Bruna Klein
Stephanie Reis Ribeiro
Marlos Eduardo Zorzella Fontana

DOI 10.22533/at.ed.88621052120

CAPÍTULO 21.....214

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

Sarah da Costa Santos
Daniel Saraiva Lopes
Júlio da Silveira Ornellas
Christyane Bisi Tonini
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

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

CAPÍTULO 20

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

Data de aceite: 03/05/2021

Data de submissão: 08/02/2021

Ingrid Duarte dos Santos

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos, Centro de Ciência Rurais
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/4276437050292694>

Rosana Colussi

Universidade Federal de Pelotas, Centro
de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de
Alimentos
Pelotas - RS
<http://lattes.cnpq.br/33408257563837>

Roger Wagner

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos, Centro de Ciência Rurais
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/4780821244553957>

Ionara Regina Pizzutti

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Química, Centro de Ciência
Naturais e Exatas
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/3883506164936996>

Rosselei Caiel da Silva

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Química, Centro de Ciência
Naturais e Exatas
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/2187197138622302>

Bruna Klein

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos, Centro de Ciência Rurais
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/3487749692550788>

Stephanie Reis Ribeiro

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos, Centro de Ciência Rurais
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/3715538361249050>

Marlos Eduardo Zorzella Fontana

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Química, Centro de Ciência
Naturais e Exatas
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/2785024410338643>

RESUMO: A maçã é um alimento altamente suscetível à contaminação fúngica, e é no período pós-colheita que ocorrem as doenças mais graves que levam à deterioração dos frutos. Essas doenças são responsáveis por grandes perdas econômicas na produção desta fruta. Esta revisão objetivou apresentar uma visão geral sobre as principais doenças fúngicas da maçã e a importância da micotoxina patulina, além de entender sua evolução durante o armazenamento pós-colheita e avaliar o risco associado à contaminação por patulina nos subprodutos da maçã. Embora a prática de processar frutas mofadas seja evitada em vários países, frutas deterioradas ainda podem ser

incorporadas à linha de processo e com isso, a presença de fungos toxigênicos e micotoxinas, principalmente, a patulina em maçãs e seus subprodutos representam um potencial risco à saúde, principalmente para crianças, uma vez que esta fruta é amplamente consumida por esta classe de consumidores. *Penicillium expansum* é o principal patógeno da maçã com capacidade de sintetizar a micotoxina patulina, e a mesma têm sido detectada em maçãs e vários alimentos à base da fruta. O controle da contaminação por patulina ainda representa um desafio para a indústria da maçã, uma vez que apesar de algumas técnicas comuns de processamento ter a capacidade de reduzir a concentração desta micotoxina, estas não são suficientes para garantir a segurança alimentar. Com isso, é necessário investir em práticas de controle que impeçam a doença fúngica no armazenamento pós colheita, e além disso, estudos envolvendo o monitoramento da patulina em maçãs e seus subprodutos devem ser contínuos pois é um assunto de extrema importância para a saúde pública, visando, portanto, à obtenção de produtos de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos toxigênicos, micotoxinas, *Penicillium* sp., pós-colheita, qualidade de alimentos.

PATULIN AND PROBLEMS IN THE APPLE INDUSTRY: AN OVERVIEW

ABSTRACT: Apple is a food highly susceptible to fungal contamination, and it is in the post-harvest period that the most serious diseases with fruit deterioration incidence. These diseases are responsible for great economic losses in the production of this fruit. This review aimed to provide an overview of the main fungal diseases of the apple and importance of mycotoxin patulin. In addition to understanding its evolution during post-harvest storage and assessing the risk associated with patulin contamination in apple by-products. Although the practice of processing moldy fruits is avoided in several countries, deteriorated fruits can still be incorporated into the process line and with this, the presence of toxigenic fungi and mycotoxins, especially patulin in apples and their by-products represent a potential health risk, mainly for children, as this fruit is widely used in this class of consumers. *Penicillium expansum* is the main pathogen in apples with the ability to synthesize patulin mycotoxin and it has been detected in apples and several foods based in apples. The control of patulin contamination still represents a challenge for the apple industry, since although some common processing techniques have the ability to reduce the concentration of this mycotoxin, these are not sufficient to guarantee food safety. As a result, it is necessary to invest in control practices that prevent fungal disease in post-harvest storage, and furthermore, studies involving patulin survey in apples and their by-products should be continuous as it is an extremely important issue for public health, therefore, aiming at obtaining quality products.

KEYWORDS: Toxigenic fungi, mycotoxins, *Penicillium* sp., postharvest, food quality food.

1 | INTRODUÇÃO

A maçã é uma cultura que tem apresentado importância crescente no Brasil, tanto no mercado interno como no mercado internacional. Fatores como a produção de variedades modernas, regiões com condições climáticas favoráveis, bem como preocupações com produtividade e conservação, transformaram o país em um grande produtor mundial

(BRACKMANN et al., 2009; BOTH et al., 2014; ANESE et al., 2020). De acordo com dados da FAOSTAT (2019), o Brasil contou com aproximadamente 33 mil hectares destinadas a essa cultura em 2018, com uma produção estimada em 1,2 milhão de toneladas. Dentro desta perspectiva, a produção nacional está distribuída principalmente no Rio Grande do Sul (46,0%) e Santa Catarina (50,9%) que respondem por 96,9% da produção brasileira (MAPA, 2019), em que 91% dos pomares são formados com as cultivares “Gala” (46%) e “Fuji” (45%) (IGLESIAS et al., 2012).

Como acontece com a maioria das produções agrícolas, existe uma fração da safra de maçã que acaba não sendo comercializada *in natura* no mercado. Essa fração corresponde a frutos que não atendem aos padrões de qualidade para a comercialização direta e, portanto, são destinados à elaboração, principalmente de sucos, que são exportados na forma de concentrado da fruta (PATRIARCA, 2019). Frutos destinados à comercialização imediata e à exportação são aqueles que apresentam melhor qualidade em termos de aparência, como coloração uniforme, formato característico, ausência de podridões e danos mecânicos (CRUZ et al., 2018; BRUZONE, 2019). Embora a prática de processar frutas mofadas seja evitada em vários países, frutas danificadas ainda podem ser incorporadas à linha de processo, especialmente quando a deterioração dos fungos é incipiente ou não é detectável pelo controle de qualidade padrão realizado pela indústria de maçã. A porcentagem de frutas destinadas à industrialização varia entre os países, além de depender de vários fatores, como demanda interna por frutas frescas, comércio de exportação, preferências do consumidor por diferentes cultivares, entre outros (PATRIARCA, 2019).

A maçã é um alimento altamente suscetível à contaminação fúngica, e é no período pós-colheita que ocorrem as doenças mais graves, decorrentes de fungos, que levam à sua deterioração. Essas doenças são responsáveis por perdas econômicas significativas na produção de maçãs, estimadas em uma faixa de 30 a 40% nos países em desenvolvimento, chegando a 60% em casos mais extremos (KHOL et al., 2018; NAETS et al., 2018). Além disso, outro aspecto negativo de grande importância da contaminação fúngica é o risco da presença de micotoxinas nos frutos. Quando espécies micotoxigênicas dos gêneros *Penicillium*, *Alternaria* ou *Fusarium*, que são os principais agentes causadores da deterioração, infectam os frutos, o risco potencial de contaminação com micotoxinas é alto, podendo se intensificar se estas espécies forem capazes de crescer durante o armazenamento sob refrigeração (WELKE et al., 2009). A incidência de podridão durante o armazenamento é a principal causa de perdas de maçã no Brasil, o que pode afetar diretamente na qualidade do fruto (BOTH et al., 2014).

As indústrias de concentrado de maçã geralmente processam durante todo o ano, o que exige manter a fruta em câmaras refrigeradas por vários meses. No caso de maçãs, o armazenamento a frio associado a atmosfera controlada pode se estender de 9 a 12 meses, dependendo da variedade da maçã e do destino da fruta. Vários patógenos que colonizam o

interior da maçã são capazes de sintetizar micotoxinas durante o armazenamento. Embora algumas etapas de processamento da fruta tenham demonstrado reduzir a concentração de micotoxinas, quando estas estão altamente contaminadas, níveis detectáveis desses contaminantes podem ser encontrados nos produtos finais (OTEIZA et al., 2017).

A patulina é a principal micotoxina que afeta a maçã e seus subprodutos, e seu principal produtor é o *P. expansum*. Esta por sua vez, é um composto crônico e altamente tóxico, cuja genotoxicidade, teratogenicidade e imunotoxicidade foram comprovadas em estudos com animais (PUEL et al., 2010). A presença de fungos toxigênicos e patulina em maçãs e seus produtos constitui um potencial risco à saúde, principalmente para crianças, pois esta fruta é amplamente consumida por esta faixa etária de consumidores.

Tendo em vista que a fração de maçãs de menor qualidade é conduzida a processos industriais para agregação de valor econômico, é de suma importância que se tenha conhecimento sobre a qualidade da matéria-prima para fins de processamento. Sabe-se que fungos toxigênicos e micotoxinas são compreendidos dentro do grupo dos contaminantes mais importantes em alimentos, devido ao seu impacto negativo sobre a saúde pública, segurança alimentar e economia de muitos países. Portanto, esta revisão tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre as principais doenças fúngicas da maçã e a importância da micotoxina patulina, além de compreender sua evolução durante o armazenamento pós-colheita e avaliar o risco associado à contaminação por patulina dos produtos da maçã.

2 | DOENÇAS FÚNGICAS DA MAÇÃ

As frutas, de um modo geral, apresentam a característica de serem alimentos de fácil deterioração, devido, principalmente, à quantidade de água livre, o que afeta diretamente a conservação e o uso prolongado da fruta. No período pós-colheita e durante o transporte e armazenamento desses produtos agrícolas, a presença de fungos pode ser influenciada por muitos fatores, dentre eles, nível de umidade, temperatura, aeração e tempo de armazenamento (DI MASI et al., 2011).

A maioria das frutas apresentam alta acidez, com pH variando entre 2,5 e 5,0. Esta faixa de pH é considerada um dos mais importantes fatores na determinação dos tipos de micro-organismos capazes de causar deterioração nesta classe de alimentos. Os fungos capazes de tolerar essa faixa de pH, são os principais micro-organismos deteriorantes de frutas e de produtos derivados de frutas. As frutas tornam-se mais susceptíveis à invasão de fungos durante o processo de maturação, pois o pH dos tecidos vegetais aumenta, a casca torna-se mais macia, carboidratos solúveis são formados e as barreiras de defesa enfraquecem (STINSON et al., 1981).

Atualmente, há vários patógenos fúngicos identificados como agentes causadores de doenças da maçã. Segundo Shen et al. (2018) diversos patógenos são relatados em

todo o mundo e muitos fatores afetam a composição da microbiota da maçã, tais como as diferenças geográficas de cada país, o que inclui as condições climáticas, práticas agrícolas, cultivares e ambiente pós-colheita. A maioria dos fungos inicia a colonização quando há ferimentos ou danos físicos na epiderme do fruto, causados por insetos ou aves no campo ou por manipulação inadequada durante a pós-colheita.

Penicillium expansum, o agente causador da podridão azul ou mofo azul, é um dos fungos mais frequentemente relatados. Outros comuns são *Botrytis cinérea* (podridão cinzenta), *Monilinia fructigena* e outras *Monilinia* spp. (podridão parda), *Colletotrichum* spp. (podridão amarga), *Mucor* spp. e *Rhizopus* spp. Esses patógenos oportunistas podem infectar o fruto tanto na fase de pré-colheita quanto na pós-colheita (WENNEKER et al., 2016; KOHL et al., 2018). Embora alguns desses fungos também possam causar danos no interior da fruta, eles são mais frequentemente associados a lesões externas.

Uma categoria diferente de patógenos da maçã inclui espécies pertencentes a gêneros como *Alternaria*, *Cladosporium* e *Fusarium* (TOURNAS et al., 2009; RAJ et al., 2013). Esses fungos se desenvolvem no interior da fruta causando podridão no núcleo mofado. Os patógenos podem infectar os frutos na pré-colheita, quando esporos de fungos conseguem ter acesso a flores senescentes e permanecem em estado inativo sem causar sintomas até a colheita ou mesmo após a colheita. De acordo com Gao et al. (2013) a infecção pode ocorrer em qualquer estágio do desenvolvimento do fruto.

O fato de algumas espécies deteriorantes terem a capacidade de crescer relativamente rápido em temperaturas de refrigeração, explica que a incidência e a severidade da doença aumentam com o período de armazenamento em câmaras frias, tanto em atmosfera refrigerada quanto controlada (DI MAZI et al., 2011). A população de fungos estabelecida na superfície da maçã, com capacidade de colonizar o fruto, seja por mecanismos de infecção ou como patógenos oportunistas, através de ferimentos na epiderme, depende dos estágios de desenvolvimento do fruto, tipo de cultivo (orgânico versus convencional), aplicação de fungicidas ou métodos alternativos de preservação, desinfecção da superfície após a colheita, entre outros fatores (KHOL et al., 2018; NAETS et al., 2018; SHEN et al., 2018). Essas populações fúngicas sofrem mudanças significativas desde a colheita até o final do período pós-colheita. Segundo Patriarca, (2019) um fator chave na evolução dessa população é a duração do período de armazenamento e suas características ambientais. O armazenamento pós-colheita pode se estender de alguns meses a cerca de 12 meses, dependendo da variedade de maçãs e do destino pretendido. As temperaturas nas quais os frutos são mantidos, geralmente na faixa de -2 a 5 °C, selecionam fungos psicotróficos sobre aqueles que não conseguem se adaptar para sobreviver ou crescer em baixas temperaturas.

31 PATULINA

A patulina vem sendo empregada como indicador da qualidade nos frutos e produtos de maçã (MOSS, 2008). Quimicamente, a patulina é uma lactona de nome químico (4-hidroxi-4H-furo[3,2-c]pirano-2(6H)-ona (Figura 1). É uma micotoxina da classe hidroxifuropiranona, chamada clavicina, claviformina ou expansina, apresenta fórmula empírica $C_7H_6O_4$ e seu peso molecular é de 154,12 Da. Apresenta estabilidade em ácidos diluídos e é resistente à temperatura de 125 °C na faixa de pH entre 3,5 e 5,5, ocorrendo o inverso em soluções alcalinas e compostos sulfurosos, representados por metabissulfito e radicais sulfidrilas, quando diminui a sua atividade biológica (SCUSSEL, 1998).

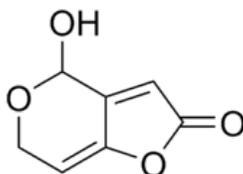


Figura 1. Estrutura química da molécula da patulina.

Esta micotoxina é produzida por mais de 60 espécies de fungos e cerca de 30 gêneros, dentre eles *Penicillium*, *Aspergillus* e *Byssoschlamys*, sendo o *P. expansum* o principal produtor (GOKMEN & ACAR, 1998; IOI et al., 2017). Esta espécie é um fungo psicotrófico e já foi encontrado em maçãs, cerejas, pêssegos, nectarinas, peras, damascos e uvas. É considerado responsável por 70 a 80% da deterioração de frutas armazenadas, em especial de maçãs (CALDAS et al., 2008). Como consequência, maçãs e seus produtos derivados são a principal fonte de patulina na dieta humana.

A atividade de água exerce forte influência sobre o desenvolvimento dos microorganismos que causam degradação do alimento. Em geral, o valor ótimo de atividade de água para os fungos crescerem é diferente do valor ótimo da atividade de água em que o nível máximo de formação de micotoxinas é observado. Segundo Magan e Olsen (2004) a faixa de temperatura para o crescimento e produção de patulina por *P. expansum* é 0 – 24 °C e a atividade de água máxima é de 0,99.

Estudos mostram que o armazenamento das frutas a baixas temperaturas não é suficiente para prevenir a formação de micotoxinas, pois o *P. expansum* é capaz de crescer e produzir patulina em temperaturas menores que 5 °C (PATRIARCA, 2019). Relaciona-se o aparecimento do *P. expansum* nas frutas com a diminuição da temperatura e presença das fontes de carbono como a frutose, glicose, sacarose e ácido málico (CALDAS et al., 2008). Com isso, autores concluem que o armazenamento de frutas à baixa temperatura não é suficiente nem para inibir o crescimento deste fungo, tampouco para evitar produção da toxina (WELKE et al., 2009).

Normalmente a patulina é encontrada em altas concentrações na parte da fruta onde há presença de esporos (93 a 95% de toda toxina) e devido a sua hidrossolubilidade se difunde para outras partes sadias do fruto (BAERT et al., 2006). Portanto, a patulina pode ser detectada em frutas visivelmente sadias. Doores (1983) afirma que embora a patulina possa estar presente em maçãs aparentemente sadias destinadas ao consumo direto, ela é normalmente encontrada em níveis mais elevados em frutos de baixa qualidade destinados à transformação em suco, sidra, purês e geleias. Por esta razão, recomenda-se a retirada da podridão e do tecido sadio próximo, para prevenção da contaminação pela patulina (EMBRAPA, 2014).

Desde 1941, a patulina tem sido objeto de estudo, primeiramente por sua ação como antibiótico e depois por suas propriedades tóxicas e carcinogênicas. Segundo estudos conduzidos por loi et al. (2017) e Zbyňovská et al. (2016) a patulina é um composto crônico e altamente tóxico, cuja genotoxicidade, teratogenicidade e imunotoxicidade foram comprovadas em animais. Sintomas agudos, como distúrbios gastrointestinais, náuseas e vômitos, foram observados em humanos. Embora nenhuma informação esteja disponível sobre os efeitos da exposição a longo prazo em humanos, sua presença em alimentos é limitada em muitos países como medida preventiva (CUNHA et al., 2014). Sua atividade carcinogênica é atribuída à insaturação α , β , junto com uma dupla ligação conjugada externa, unida na posição 4 do anel lactona (MOAKE et al., 2005). A Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (*International Agency for Research on Cancer* – IARC) classifica a patulina como carcinógeno do grupo 3 - confirmado carcinógeno animal com relevância desconhecida para seres humanos (IARC, 2020). A dose de letalidade – DL50 para camundongos varia de 5 a 30 mg kg⁻¹ de peso corpóreo (BOONZAALIJER et al., 2005).

4 | LEGISLAÇÃO E AS IMPLICAÇÕES DA CONTAMINAÇÃO POR PATULINA EM INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE MAÇÃS

A contaminação de derivados de frutas com micotoxinas geralmente resulta do uso de frutas de baixa qualidade durante o processamento (SYDENHAM et al, 1997) e com isso, o risco de fungos micotoxigênicos é de extrema relevância para as indústrias de processamento de maçãs. A infecção por *P. expansum* em maçãs destinadas para a industrialização é mantida sob vigilância há muitos anos por meio de medidas de controle de qualidade, geralmente por inspeção visual dos frutos incorporados ao processo (ZHONG et al., 2018). Além disso, devido aos riscos para saúde, organizações nacionais e internacionais estabeleceram limites máximos de micotoxinas em alimentos, a fim de garantir a segurança dos mesmos (GONZÁLEZ et al., 2010). A legislação sobre micotoxinas varia de acordo com o país, sendo que o nível aceitável é diferente para cada tipo de alimento (Tabela 1).

No Brasil, a Resolução n° 7, de 18 de fevereiro de 2011, cita os limites máximos toleráveis de micotoxinas estabelecidos pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância

Sanitária). Segundo esta RDC, o limite máximo tolerável para patulina em suco de maçã e polpa de maçã é de 50 $\mu\text{g L}^{-1}$ (ANVISA, 2011). Países da Europa e Estados Unidos também estabelecem níveis máximos para conteúdo de patulina em derivados de maçã. A Comissão Europeia estabeleceu limites mais baixos para produtos sólidos de maçã, incluindo compota e purê (25 $\mu\text{g kg}^{-1}$), e regulamentos ainda mais rigorosos são aplicados para alimentos para bebês e crianças (10 $\mu\text{g kg}^{-1}$) (EUROPEAN COMMUNITY, 2006).

Os níveis máximos tolerados das micotoxinas que vem sendo impostos pelas legislações nacionais e internacionais estimula países exportadores, como o Brasil, a pesquisarem a qualidade micotoxicológica dos seus produtos, a fim de se tornarem competitivos no mercado internacional e de fornecerem alimentos seguros. Além disso, aumentam a necessidade do desenvolvimento de novos métodos de quantificação e otimização daqueles já existentes, uma vez que resultados não confiáveis de um determinado laboratório podem acarretar problemas graves de segurança do alimento, e, como consequência, impedimento de exportações (JESTOI, 2008).

Na Tabela 1, encontram-se os valores dos limites máximos tolerados para patulina nos diferentes produtos derivados de maçã segundo o Regulamento (CE) n.º 1881/2006 da Comissão Europeia, regulamento este que, fixa os teores máximos de certas micotoxinas presentes em determinados gêneros alimentícios, juntamente com os limites fixados pela ANVISA e FDA.

Órgão	Produtos	LMT ($\mu\text{g kg}^{-1}$ ou $\mu\text{g L}^{-1}$)
União Europeia	Sucos de frutas e néctar de frutas, em particular suco de maçã e ingredientes para outras bebidas	50
	Concentrados de sucos de frutas após reconstituídos conforme instrução do fabricante	50
	Bebidas alcoólicas, sidra e outros drinques fermentados derivados de maçã ou contendo suco de maçã	50
	Produtos sólidos de maçã, incluindo compotas, purê de maçã para consumo direto	25
	Suco de maçã e produtos sólidos de maçã incluindo compotas e purê de maçã, para crianças	10
	Outros - alimentos para bebês (<i>baby food</i>)	10
ANVISA	Suco de maçã	50
	Polpa de maçã	50
FDA	Suco de maçã e derivados	50

Tabela 1. Limites máximos tolerados (LMTs) para patulina em produtos de maçãs estabelecidos pela União Europeia, ANVISA e FDA.

De acordo com loi et al. (2017) o cumprimento desses requisitos depende de uma gestão integrada em toda a cadeia de processamento de alimentos, seleção e manuseio adequados de frutas na colheita em combinação com condições adequadas de armazenamento, são, portanto, fatores-chave na redução da patulina nos produtos finais. A pressão sobre as indústrias, particularmente as que exportam ou comercializam em mercados de alto padrão de qualidade, levou a desenvolver estratégias para prevenir e controlar a presença dessa toxina nos produtos da maçã.

Os níveis de patulina podem ser consideravelmente reduzidos através dos estágios de processamento na produção de concentrado de maçã (WELKE et al., 2009). A maior redução foi observada após a pasteurização, em que a perda de patulina foi de 39,6%. A pasta de maçã resultante da moagem apresentou altos níveis de contaminação, indicando que a patulina foi retida nos sólidos. Da mesma forma, o conteúdo de patulina foi reduzido durante a produção de purê de maçã, principalmente durante a polpação, em que os níveis diminuíram de 80% da contaminação original para 29% (JANOTOVÁ et al., 2011). No entanto, ainda assim vários estudos relataram concentrações de patulina em sucos e outros subprodutos da maçã acima dos limites estabelecidos pelas agências reguladoras (BAERT et al., 2006; MARÍN et al., 2011; HARRIS et al., 2016; IOI et al., 2017; OTEIZA et al., 2017). Uma pesquisa realizada por Dias et al. (2019) mostrou que as concentrações de patulina em maçãs e sucos de maçã comercializados na cidade de Santa Maria, Brasil, estavam, em geral, acima do LMT estabelecido. Esse fato deve ser um alerta para a população, especialmente nos casos em que essas frutas ou sucos são empregados nas dietas de crianças, um dos grupos mais afetados. Além disso, são necessárias mais informações sobre a incidência nos países em desenvolvimento com acesso limitado à tecnologia, onde o processamento mofado de frutas é uma prática regular (PATRIARCA, 2019).

5 | PATULINA E O ARMAZENAMENTO PÓS-COLHEITA

O aumento da exigência na qualidade, somado à concentrada produção de maçã em um curto período do ano, faz necessário o uso do armazenamento para fornecer ao mercado consumidor um produto de qualidade por um maior período de tempo. A atmosfera controlada (AC) é uma das técnicas mais utilizadas no armazenamento de maçãs (BRACKMANN et al., 2009; WEBER et al., 2015; ANESE et al., 2020). No entanto, mesmo em AC ocorrem perdas durante um armazenamento prolongado, em função da presença de etileno no ambiente de armazenamento. Essas perdas referem-se especialmente a ocorrência de distúrbios fisiológicos e podridões (WATKINS, 2010).

Li e Xiao (2008) afirmaram que o armazenamento em atmosfera controlada é uma das principais estratégias para reduzir a contaminação por patulina e aumentar a vida útil de maçãs. Segundo estudos de Morales et al. (2007) não foi encontrada diferença na produção de patulina em relação a fatores como: condições de AC, tempo de armazenamento, fungicida e maturação. Os autores concluíram que o fator mais importante é o tempo de

exposição dos frutos em temperatura ambiente. Outro estudo evidenciou uma relação proporcional entre o tempo de armazenamento das maçãs antes do processamento e a concentração de patulina nos sucos, particularmente em armazenamento em atmosfera controlada (BAERT et al., 2012).

Técnicas complementares a AC estão sendo bastante estudadas nos últimos anos, tais como atmosfera controlada dinâmica (ACD) envolvendo quociente respiratório (QR) e fluorescência de clorofila (FC) (DELONG et al., 2007; BOTH et al., 2014; ANESE et al., 2020). Entretanto, são recentes os estudos que relacionam essas novas estratégias de armazenamento com a presença de patulina em maçãs, além da relação com a presença ou não do inibidor de etileno 1-metilciclopropeno (1-MCP) (SANTOS et al., 2018). Os resultados publicados por esses autores evidenciaram que nenhuma das técnicas de armazenamento estudada (AC, ACD-QR e ACD-FC) foi capaz de evitar a presença desta micotoxina, tanto em maçãs 'Galaxy' quanto em 'Fuji kiku'. As condições de armazenamento (AC, ACD-FC e ACD-QR 1,3) de maçãs 'Galaxy' sem a aplicação do 1-MCP se mostraram mais eficazes em reduzir as concentrações da micotoxina, pois os frutos apresentaram patulina em concentrações inferiores ao LMT de $50 \mu\text{g kg}^{-1}$. Entretanto, os dados encontrados nas condições de armazenamento com a aplicação do 1-MCP, mostraram que a aplicação do 1-MCP aumentou consideravelmente a produção de patulina, em que todos os valores de contaminação encontrados foram acima do LMT.

Santos et al. (2018) ainda reportaram que os valores encontrados na contaminação de patulina foram abaixo do LMT para maçãs 'Fuji kiku'. Neste estudo, não foi detectada a presença de patulina nas maçãs sadias, tanto 'Galaxy' quanto 'Fuji Kiku'. Isto mostra que maçãs com podridão contaminadas com patulina, armazenadas nas mesmas câmaras, não contaminaram as maçãs sadias de um mesmo tratamento. Ou seja, todas as diferentes formas de armazenamento a atmosfera controlada foram eficientes em prevenir a contaminação de patulina em maçãs sadias.

6 | CONCLUSÃO

A cultura da maçã é suscetível a várias doenças fúngicas, onde algumas delas iniciam no pomar, porém muitas aumentam na pós-colheita, principalmente durante o armazenamento a frio sendo nesse período que a presença de espécies toxigênicas representam um alto risco devido a produção de micotoxinas nas frutas e nos subprodutos processados. Com isso, o controle da contaminação por patulina ainda representa um desafio para a indústria da maçã, uma vez que algumas técnicas comuns de processamento tem a capacidade de reduzir a concentração desta micotoxina, estas não são suficientes para garantir a segurança alimentar, uma vez que esses compostos tóxicos são frequentemente detectados em alimentos à base de maçã. Nesse sentido, as crianças correm mais risco de exposição a patulina, pois o consumo de produtos de maçã é maior

nesta classe em comparação aos adultos. Portanto, é necessário investir em práticas de controle que impeçam a doença fúngica no armazenamento pós colheita, e além disso, estudos envolvendo o monitoramento da patulina em maçãs e seus subprodutos devem ser contínuos pois é um assunto de extrema importância para a saúde pública, visando à obtenção de produtos de qualidade.

REFERÊNCIAS

ANESE, R. O., THEWES, F. R., BRACKMANN, A., SCHULTZ, E. E., WAGNER, R., KLEIN, B., WENDT, L. M. Growth regulators on quality traits and volatile organic compounds profile of “Royal Gala” apple at harvest and after dynamic controlled atmosphere storage. **Postharvest Biology and Technology**, v.164, p.111-158, 2020.

ANVISA. RDC nº 7, 18/02/11. Dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. 2011.

BAERT, K.; DE MEULANAER, B.; KAMALA, A.; KASASE, C.; DEVLIEGHERE, F. Occurrence of patulin in organic, conventional and handcrafted apple juices marketed in Belgium. **Journal of Food Protection**, v.69, p.1371–1378, 2006.

BAERT K.; DEVLIEGHERE F.; AMIRI A.; DE MEULENAER B. Evaluation of strategies for reducing patulin contamination of apple juice using a farm to fork risk assessment model. **International Journal Food Microbiology**, v.154, p.119-129, 2012.

BOONZAAIJER, G.; BODELDIJK, I.; VAN OSENBRUGGEN, W. A. Analysis of patulin in dutch food, an evaluation of a SPE based method. **Food Control**, v. 16, n. 7, p. 587-591, 2005.

BOTH, A.; BRACKMANN, A.; WEBER, R.O.; ANESE, F.R.; THEWES. Initial low oxygen stress followed by storage in controlled atmosphere of ‘Royal Gala’ apples. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 708-717, 2014.

BRACKMANN, A.; WEBER, E.P.; PAVANELLO, V.; AMBOS, I.; SESTARI. Armazenamento em atmosfera Controlada de Maçãs mutantes de Gala. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 34, p. 136-143, 2009.

BRUZONE I: **Manzana y pera. Cadenas Aliment**. 2019. Available online in: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/47/cadenas/r47_05_ManzanaPera.pdf.

CRUZ M.G., BASTOS R., PINTO M., FERREIRA J.M., SANTOS J.F., WESSEL D.F., COELHO E., COIMBRA M.A. Waste mitigation: from an effluent of apple juice concentrate industry to a valuable ingredient for food and feed applications. **J Clean Prod**. v. 193, p. 652-660, 2018.

CALDAS, G.M.M.; OLIVEIRA, R.C.; TESSMANN, D.J.; JUNIOR, M.M. Ocorrência de patulina em uva fina (*Vitis vinifera* L. cv. “Rubi”) com sinais de podridão ácida. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p14-18, 2008.

CUNHA, S.C.; FARIA, M.A.; PEREIRA, V.L.; OLIVEIRA, T.M.; LIMA, A.C.; PINTO, E. Patulin assessment and fungi identification in organic and conventional fruits and derived products. **Food Control**, v. 44, p. 185-190, 2014.

DELONG, J.M.; PRANGE, R.K.; HARRISON, P.A. Chlorophyll fluorescence-based low O₂ ca storage of organic 'cortland' and 'delicious' apples. **Acta Horticulturae**. v.737, p. 31-37, 2007.

DI MASI S., VALLE A., STATION E., AREA P. Susceptibilidad de distintos clones de Red Delicious a la presencia de corazon mohoso en cosecha y durante la conservacion en frio. **Phytoma**, v. 231, p. 38-40, 2011.

DIAS, J.V.; DA SILVA, R.C.; PIZZUTTI, I.R.; DOS SANTOS, I.D.; DASSI, M.; CARDOSO C.D. Patulin in apple and apple juice: method development, validation by liquid chromatography-tandem mass spectrometry and survey in Brazilian south supermarkets. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.82, p. 103-242, 2019.

DOORES S. The microbiology of apples and apple products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 19, p.133–149, 1983.

EMBRAPA. Análise de Contaminante em Suco de Maçã: Quantificação de Patulina por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE/UV-DAD). **Comunicado Técnico**. n. 202, Rio de Janeiro, 2014.

EUROPEAN COMMUNITY. **European community coments for the codex committee on food additives and contaminants**. Arusha, Tanzania, Mar. 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS: FAOSTAT, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

GAO, L.L., ZHANG, Q., SUN, X.Y., JIANG, L., ZHANG, R., SUN, G.Y., ZHA, Y.L., BIGGS, A.R.: Etiology of moldy core, core browning, and core rot of Fuji apple in China. **Plant Disease**, v. 97, p. 510-516, 2013.

GOKMEN, V.; ACAR, J. Incidence of patulin in apple juice concentrates produced in Turkey. **Journal of Chromatography A**. v. 815, n.1, p. 99-102, 1998.

GONZÁLEZ, R.R.; VIDAL, J.L.M.; FRENICH, A.G. Liquid chromatography for the determination of mycotoxins in food. 1a. ed. New York: **Nova Science Publishers**, Inc., p. 74, 2010.

HARRIS, K.L., BOBE, G., BOURQUIN, L.D. Patulin surveillance in apple cider and juice marketed in Michigan. **Journal of Food Protection**, v. 72, p. 1255-1261, 2016.

IOI, J.D., ZHOU, T., TSAO, R., MARCONE, M.F. Mitigation of patulin in fresh and processed foods and beverages. **Toxins (Basel)**, v. 9, p. 1-18, 2017.

IARC. **Agents Classified by the International Agency of Research on Cancer Monographs (2020)** https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2020/09/List_of_Classifications.pdf

IGLESIAS, I., ECHEVERRÍA, G., & LÓPES, M. L. Fruit color development, anthocyanin content, standard quality, volatile compound emissions and consumer acceptability of several 'Fuji' apple strains. **Scientia Horticulturae**, v. 137, p. 138–147, 2012.

JESTOI, M. Emerging Fusarium-mycotoxins fusaproliferin, beavericin, enniatins ad moniliform: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v.48 n.1, p.21-29, 2008.

JANOTOVA L, CIZKOVA H, PIVONKA J, VOLDRICH M: Effect of processing of apple puree on patulin content. **Food Control**, v. 22, p. 977-981, 2011.

KOHL J, WENNEKER M, GROENENBOOM-DE HAAS BH, ANBERGEN R, GOOSSEN-VAN DE GEIJN HM, LOMBAERS-VAN DER PLAS CH, PINTO FAMF, KASTELEIN P: Dynamics of post-harvest pathogens *Neofabraea* spp. and *Cadophora* spp. in plant residues in Dutch apple and pear orchards. **Plant Pathology**, v. 67, p. 1264-1277, 2018.

LI, H.X.; XIAO, C.L. Baseline sensitivities to fludioxonil and pyrimethanil in *Penicillium expansum* populations from apple in Washington State. **Postharvest Biology and Technology**. v.47, p.239–245, 2008.

MAGAN, N.; OLSEN, M. **Mycotoxins in food**: Detection and control. 1a ed. Cambridge - England: Woodhead Publishing Limited, p.488, 2004.

MARÍN, S.; MORALES, H.; HASAN, H. A. H.; RAMOS, A. J.; SANCHIS, V. Patulin distribution in Fuji and Golden apples contaminated with *Penicillium expansum*. **Food Additives and Contaminants**. v. 23, n. 12, p. 1316-1322, 2006.

MARINS, MATEOEM, SANCHISV, VALLE-ALGARRAFM, RAMOSAJ, JIMENEZM: Patulin contamination in fruit derivatives, including baby food, from the Spanish market. **Food Chemistry**, v. 124, p. 563-568, 2011.

MOAKE, M.M.; PADILLA-ZAKOUR, O.I.; WOROBO, R.W. Comprehensive review of patulin control methods in foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 4, p. 8-21. 2005.

MORALES, H.; SANCHIS, V.; ROVIRA, A.; RAMOS, A. J.; MARIN, S. Patulin accumulation in apples during post-harvest: Effect of controlled atmosphere and fungicide treatments. **Food Control**. v.11, p.1443–1448, 2007.

MOSS, M.O. Fungi, quality and safety issues in fresh fruits and vegetables. **Applied Microbiology**. v. 104, n. 5, p. 1239-1243, 2008.

NAETS M, VAN DAEL M, VANSTREELS E, DAELEMANS D, VERBOVEN P, NICOLAI B, KEULEMANS W, GEERAERD A: To disinfect or not to disinfect in postharvest research on the fungal decay of apple? **International Journal of Food Microbiology**, v. 266, p.190-199, 2018.

OTEIZA JM, KHANEGHAH AM, CAMPAGNOLLO FB, GRANATO D, MAHMOUDI MR, SANT'ANA AS, GIANUZZI L. Influence of production on the presence of patulin and ochratoxin A in fruit juices and wines of Argentina. **LWT Food Science and Technology**, v. 80, p. 200-207, 2017.

O. PUEL, P. GALTIER, I.P. OSWALD. Biosynthesis and toxicological effects of patulin. **Toxins** (Basel), v. 4, p. 613-31, 2010.

PATRIARCA, A. Fungi and mycotoxin problems in the apple industry. **Current Opinion in Food Science**, v. 29, p. 42-47, 2019.

RAJ H, SHARMA JN, GUPTA D. Epidemiology of mouldy core and core rot of apple in Himachal Pradesh, India. **Indian Phytopathology**, v. 70, p. 63-68, 2013.

SCUSSEL, V. M. Patulina. **Micotoxinas em alimentos**. Florianópolis: Insular, p. 47-48, 1998.

SANTOS, I. D.; PIZZUTTI, I. R.; DIAS, J. V.; FONTANA, M. E. Z.; BRACKMANN A.; ANESE, R. O.; FABIO R. THEWES, F. R.; MARQUES, L. N.; CARDOSO, C. D. Patulin accumulation in apples under dynamic controlled atmosphere storage. **Food Chemistry**, v. 255, p. 275 – 281, 2018.

STINSON, E. E.; OSMAN, S. F.; HEISLER, E. G.; SICILIANO, J.; BILLS, D. B. Mycotoxin production in whole tomatoes, apples, oranges and lemons. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 29, n. 4, p. 790-792, 1981.

SHEN Y, NIE J, LI Z, LI H, WU Y, DONG Y, ZHANG J: Differentiated surface fungal communities at point of harvest on apple fruits from rural and peri-urban orchards. **Scientific Reports**, v. 8, p. 1-12, 2018.

SYDENHAM, E.W.; VISMER, H.F.; MARASAS, W.F.O.; BROWN, N.L.; SCHLECHTER, M.; RHEEDER, J.P. Influence of deck storage and initial processing on patulin levels in apple juice. **Food Additives and Contaminants**, v.14, 429–434, 1997.

TOURNAS VH, UPPAL MEMON S. Internal contamination and spoilage of harvested apples by patulin-producing and other toxigenic fungi. **International Journal of Food Microbiology**, v. 133, p. 206-209, 2009.

WATKINS, C.B. Storage disorders of controlled atmosphere-stored Empire apples. **New York Fruit Quarterly**, v. 18, n. 3, p.19-22, 2010.

WEBER, A.; BRACKMANN, A.; BOTH, V.; PAVANELLO, E.P.; ANESE, R.O.; THEWES, F.R. Respiratory quotient: innovative method for monitoring 'Royal Gala' apple storage in a dynamic controlled atmosphere. **Scientia Agricola**. v.72, n. 28-33, 2015.

A. WEBER, A. BRACKMANN, V. BOTH, E.P. PAVANELLO, R.O. ANESE, F.R. THEWES. Respiratory quotient: innovative method for monitoring 'Royal Gala' apple storage in a dynamic controlled atmosphere. **Scientia Agricola**, v. 72, p. 28-33, 2015.

WELKE J.E., HOELTZ M., DOTTORI H.A., NOLL I.B.; Effect of processing stages of apple juice concentrate on patulin levels. **Food Control**, v. 20, p. 48-52, 2009.

WENNEKER M, KOHL J, VAN LEEUWEN P, PHAM K, VAN SCHAIK A: Control of postharvest storage rots of apples and pears in the Netherlands. **Acta Horticulturae** v. 1144, p.189-194, 2016.

ZBYNOVSKA K, PETRUS KA P, KALAFOVA A, CAPCAROVA M: Patulin – a contaminant of food and feed: a review. **Acta Fytotechnica Zootechnica**, v. 19, p. 64-67, 2016.

ZHONG L, CARERE J, LU Z, LU F, ZHOU T. Patulin in apples and apple-based food products: the burdens and the mitigation strategies. **Toxins (Basel)**, v. 10, p. 1-30, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

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

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

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

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

Atividade Antimicrobiana 133, 134, 136, 137

B

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

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

C

Carga de Suporte 153

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

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

Castanhas 75, 81

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

Ciclomaltodextrina Glicanotransferase 138, 139, 142

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

Conscientização 42, 216

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

COVID-19 74, 75, 81, 82

F

Filmes Biopoliméricos 133, 134, 135, 136, 137

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

G

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

I

Inquéritos 10

Instrução Normativa 4 110

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

L

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

Leite UAT 19, 22, 32

Líquido lônico 133, 134

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

M

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

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

Motivação 42, 43, 51

N

Nanopartículas de Ag 133, 135

Nozes 75, 81, 82

P

Pasta Vegetal 75

Patógeno Alimentar 35

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

Percepção Social 10

Planejamento Experimental 138, 140

Plantas Condimentares 35

Q

Questionários 9, 10, 12, 13

R

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

S

Saccharomyces cerevisiae 153, 154, 159

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

Segurança 1, 8, 18, 82

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

T

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

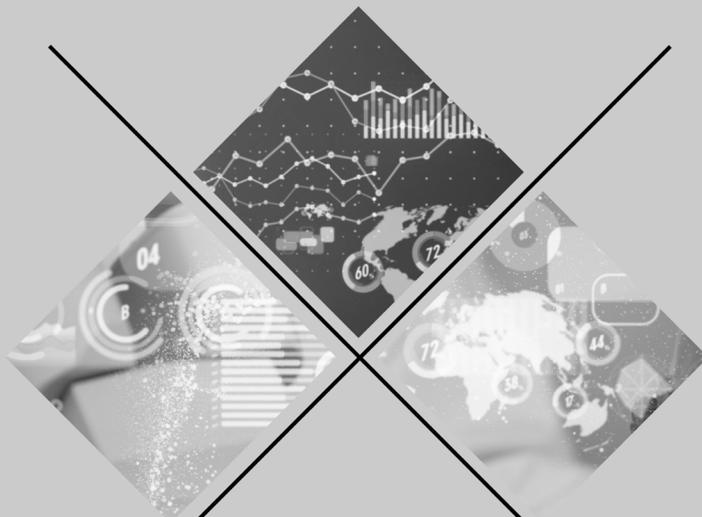
U

Uva Híbrida 84, 88, 89

V

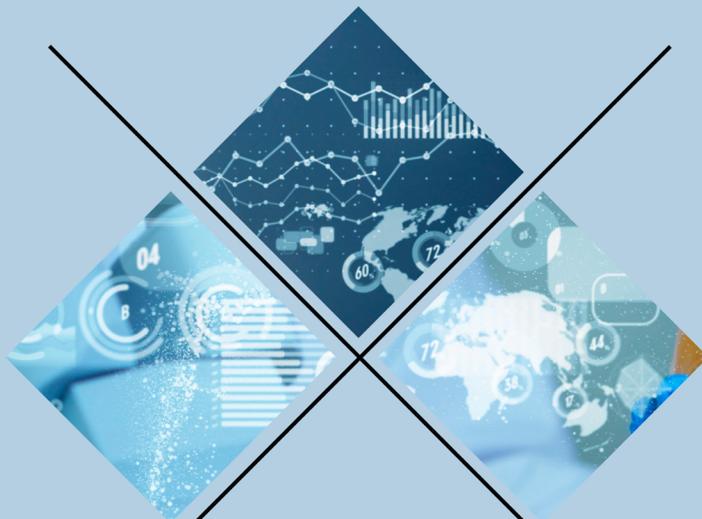
Vitis vinífera 92

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



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

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



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