

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2



**Priscila Tessmer Scaglioni
(Organizadora)**

Atena
Editora
Ano 2021

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2



**Priscila Tessmer Scaglioni
(Organizadora)**

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 Cremona

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
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. 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^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. Adaylson 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
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. 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. 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
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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia 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
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Priscila Tessmer Scaglioni

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino e pesquisa no campo da engenharia e da tecnologia de alimentos 2 / Organizadora Priscila Tessmer Scaglioni. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-5706-826-7
 DOI 10.22533/at.ed.267210501

1. Tecnologia em alimentos. 2. Engenharia de alimentos. I. Scaglioni, Priscila Tessmer (Organizadora). II. 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

A coleção “Ensino e Pesquisa no Campo da Engenharia e da Tecnologia de Alimentos” tem como principal objetivo a divulgação de estudos que envolvem diversas subáreas do conhecimento. A importante inter-relação entre ensino e pesquisa está demonstrada nos 54 capítulos que compõem os dois volumes desta coleção, além disso, a abordagem dinâmica dos estudos apresentados auxilia no entendimento do leitor e espera-se que muitos acadêmicos/profissionais em diferentes níveis de formação possam utilizar o material desta coleção para os mais diversos fins.

O volume 1 aborda principalmente estudos relacionados a alimentos de origem animal, bem como tecnologias que possam suprir lacunas existentes no processamento atual destes, este volume também traz conteúdo sobre a biotecnologia de alimentos, e além disso, a higiene e a segurança de alimentos são abordadas, sendo um tema tão atual e importante para a prevenção de doenças vinculadas aos alimentos.

O volume 2 aborda principalmente estudos relacionados a alimentos de origem vegetal, além disso, a análise sensorial é explorada através de diferentes aplicações ao longo deste volume. A Engenharia de Alimentos também não foi esquecida, porque neste volume o leitor encontra temas relacionado à secagem ou desidratação de alimentos, contaminantes e métodos inovadores de descontaminação, bem como tecnologias para obtenção de novos produtos.

Desta forma, a Atena Editora lança mais um conteúdo didático e de valor científico para a comunidade, valorizando estudos desenvolvidos no Brasil, e intensificando a disseminação de conhecimento. Desejamos a todos uma excelente leitura!

Priscila Tessmer Scaglioni

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ACEITAÇÃO DE FORMULAÇÕES DE BOLOS SEM GLÚTEN E LACTOSE PRODUZIDOS COM FOLHAS DE *STEVIA REBAUDIANA*

Lucas de Souza Nespeca
Adriana Aparecida Droval
Leila Larisa Medeiros Marques
Maysa Ariane Formigoni Fasolin
Flávia Aparecida Reitz Cardoso
Renata Hernandez Barros Fuchs

DOI 10.22533/at.ed.2672105011

CAPÍTULO 2..... 9

ATRIBUTOS PERCEBÍVEIS EM AZEITES DE OLIVA DA SERRA DA MANTIQUEIRA

Amanda Neris dos Santos
Camila Argenta Fante

DOI 10.22533/at.ed.2672105012

CAPÍTULO 3..... 15

AVALIAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM PELO MECANISMO DA DIFUSÃO MÁSSICA PARA INHAME (*Dioscorea opposita thunb*)

Keylyn dos Santos Pais
Marcelo Lima Bertuci
Monique Mendes dos Santos
Pâmela Davalos de Souza
Raquel Manozzo Galante
Leandro Osmar Werle

DOI 10.22533/at.ed.2672105013

CAPÍTULO 4..... 26

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS EM COCRISTALIZADOS DE SUÇO DE UMBU

Milton Nobel Cano-Chauca
Daniela Silva Rodrigues
Adriana Gonçalves Freitas
Kelem Silva Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.2672105014

CAPÍTULO 5..... 33

AVALIAÇÃO DE CONTAMINANTES EM HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE NITERÓI, RJ

Shihane Mohamad Costa Mendes
Lucas Xavier Sant'Anna
Luciano Antunes Barros

DOI 10.22533/at.ed.2672105015

CAPÍTULO 6.....37

AVALIAÇÃO DO VINHO DE JABUTICABA SUBMETIDO A TRATAMENTO DE RADIAÇÃO GAMA

Valter Arthur

Marcia Nalesso Costa Harder

Juliana Angelo Pires

DOI 10.22533/at.ed.2672105016

CAPÍTULO 7.....48

AVALIAÇÃO FÍSICO - QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA UTILIZADA EM IRRIGAÇÕES DE HORTAS PRODUTORAS DE VERDURAS NA COMUNIDADE DE IGUAIBA, PAÇO DO LUMIAR-MA

Ítalo Prazeres da Silva

Fabírcia Fortes dos Santos

Igor Prazeres da Silva

Gabriella Pereira Valverde

Sebastião Vieira Coimbra Neto

Viviane Correa Silva Coimbra

DOI 10.22533/at.ed.2672105017

CAPÍTULO 8.....57

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE ÁGUAS DE COCO PROCESSADAS COMERCIALIZADAS EM IMPERATRIZ – MA

Sabrina Cynthia de Araújo Ramalho

Yanne Bruna da Silva Pereira

Natacya Fontes Dantas

Ana Lúcia Fernandes Pereira

DOI 10.22533/at.ed.2672105018

CAPÍTULO 9.....67

AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DE BOLOS ISENTOS DE GLÚTEN E LEITE ELABORADOS COM FARINHAS DE ARROZ E BERINJELA

Lucieli Baioco Rolim

Leomar Hackbart da Silva

Paula Fernanda Pinto da Costa

DOI 10.22533/at.ed.2672105019

CAPÍTULO 10.....78

BISCOITOS SEM GLÚTEN PRODUZIDOS COM FARINHA DE MANDIOCA E SABORIZADOS COM FARINHA DE BETERRABA

Thamires Queiroga dos Santos

Teresa Tainá Florentino Lacerda

Ayla Dayane Ferreira de Sá

Geraldavane Lacerda Lopes

Carla da Silva Alves

Hozana Maria Figueiredo Silva

DOI 10.22533/at.ed.26721050110

CAPÍTULO 11	83
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E FRAÇÃO INORGÂNICA DA MUCILAGEM DE TARO Luan Alberto Andrade Cleiton Antônio Nunes Joelma Pereira DOI 10.22533/at.ed.26721050111	
CAPÍTULO 12	89
CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE ALGINATO DE SÓDIO APLICADOS NA CONSERVAÇÃO DE MAÇÃS Poliana Zava Ribeiro da Silva Vinícius André de Jesus Pires Paulo José Bálsamo Maira de Lourdes Rezende Komatsu DOI 10.22533/at.ed.26721050112	
CAPÍTULO 13	104
DESCRIÇÃO SENSORIAL DE FORMULAÇÕES BOLO DE LARANJA SEM GLÚTEN UTILIZANDO FARINHAS DE ARROZ, SORGO E TEFF PELA TÉCNICA DE <i>PERFIL FLASH</i> Renata Hernandez Barros Fuchs Geovana Teixeira de Castro Lucas de Souza Nespeca Evandro Bona Adriana Aparecida Droval Leila Larisa Medeiros Marques DOI 10.22533/at.ed.26721050113	
CAPÍTULO 14	116
DESCRIÇÃO SENSORIAL DE PÃES ISENTOS DE GLÚTEN PELOS MÉTODOS CATA (<i>CHECK-ALL- THAT- APPLY</i>) E JAR (<i>JUST-ABOUT-RIGHT</i>) Lucas Shinti Iwamura Luiza Pelinson Tridapalli Flávia Aparecida Reitz Cardoso Adriana Aparecida Droval Leila Larisa Medeiros Marques Renata Hernandez Barros Fuchs DOI 10.22533/at.ed.26721050114	
CAPÍTULO 15	127
DESENVOLVIMENTO DE BARRAS ALIMENTÍCIAS UTILIZANDO MISTURAS DE FRUTAS DESIDRATADAS Milton Nobel Cano-Chauca Daniela Silva Rodrigues Adriana Gonçalves Freitas Hugo Calixto Fonseca Kelem Silva Fonseca DOI 10.22533/at.ed.26721050115	

CAPÍTULO 16..... 137

DESENVOLVIMENTO DE UMA BARRA DE CEREAL A PARTIR DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU

Ronnyely Suerda Cunha Silva
Whellyda Katrynne Silva Oliveira
Lindalva de Moura Rocha
Rafael Elias Fernandes de Oliveira
Ana Carolina Santana da Silva
Hilton André Cunha Lacerda
Diego Mesquita Cascimiro
Gabriela Almeida de Paula

DOI 10.22533/at.ed.26721050116

CAPÍTULO 17..... 149

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISES FÍSICAS DE BOLO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE BANANA VERDE

Genilson de Paiva
Isadora Peterli Altoé
Vitor Mascarello Fim
Milena Bratz Bickel
Mônica Ribeiro Pirozi
Fabrícia Ribeiro Mattos

DOI 10.22533/at.ed.26721050117

CAPÍTULO 18..... 155

DETERMINAÇÃO DA CINÉTICA DE SECAGEM DO ABACAXI USANDO EVOLUÇÃO DIFERENCIAL E OTIMIZAÇÃO ROBUSTA

Thaís Alves Barbosa
Bianca Duarte Oliveira
Fran Sérgio Lobato
Edu Barbosa Arruda
Breno Amaro da Silva

DOI 10.22533/at.ed.26721050118

CAPÍTULO 19..... 168

ELABORAÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE MARACUJÁ E UTILIZAÇÃO EM PÃES TIPO BISNAGUINHA

Ana Caroline Barroso da Silva
Diego Pádua de Almeida
Lucilene Benevenuti
Alcides Ricardo Gomes de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.26721050119

CAPÍTULO 20..... 174

ELABORAÇÃO DE HAMBÚRGUER DE CASTANHA-DO-BRASIL (BERTHOLLETIA EXCELSA)

Daniela Queiroz Leite
Ana Luiza Sousa de Lima

Benedito Lobato

DOI 10.22533/at.ed.26721050120

CAPÍTULO 21..... 183

ELABORAÇÃO DE SMOOTHIES DE AÇÁI COM MARACUJÁ, CUPUAÇU, CACAU OU GOIABA

Ana Lúcia Fernandes Pereira

Kaleny da Silva Firmo

Bianca Macêdo de Araújo

Virgínia Kelly Gonçalves Abreu

Tatiana de Oliveira Lemos

DOI 10.22533/at.ed.26721050121

CAPÍTULO 22..... 194

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BISCOITOS TIPO COOKIE ADICIONADOS DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI

Emily Taíz Bauer

Juliana Signori Ziani

Laura Thaís Kroth

Maristella Letícia Selli

Stefany Grützmänn Arcari

DOI 10.22533/at.ed.26721050122

CAPÍTULO 23..... 204

ISOTERMAS DE SORÇÃO DE SEMENTES DE PITAIA BRANCA E ROSA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Carolina Morello de Castro

Caroline Mondini

Luana Carolina Bosmuler Züge

DOI 10.22533/at.ed.26721050123

CAPÍTULO 24..... 211

MATURAÇÃO DE CERVEJAS COM CHIPS DE MADEIRAS

Osmar Roberto Dalla Santa

Rainhard William Kreuzscher

David Chacón Alvarez

Roberta Letícia Kruger

Michele Cristiane Mesomo Bombardelli

Cristina Maria Zanette

DOI 10.22533/at.ed.26721050124

CAPÍTULO 25..... 220

OTIMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPO, TEMPERATURA E CONCENTRAÇÃO DE SACAROSE NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO CUPUAÇU UTILIZANDO A METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Andréa Gomes da Silva

Geanderson Paiva Chaves

Juarez da Silva Souza Júnior

Victor César Nogueira Nunes de Lima
Alexandre Araújo Pimentel
Patrícia Beltrão Lessa Constant
Sérgio Souza Castro

DOI 10.22533/at.ed.26721050125

CAPÍTULO 26.....227

POTENCIAL DA PASTA DE COCO ENRIQUECIDA COM CHIA

Flávia Luiza Araújo Tavares da Silva
Taís Letícia de Oliveira Santos
Jideane Menezes Santos
Tuânia Soares Carneiro
Raissa Ingrid Santana Araujo Costa
Alysson Caetano Soares
Filipe de Oliveira Melo
Angela da Silva Borges
Tháís Sader de Melo
Andrea Gomes da Silva
João Antônio Belmino dos Santos
Patrícia Beltrão Constant Lessa

DOI 10.22533/at.ed.26721050126

CAPÍTULO 27.....236

PROCESSAMENTO DE TOMATE SECO

José Raniere Mazile Vidal Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.26721050127

CAPÍTULO 28.....250

PROCESSO CERVEJEIRO E SUAS RELAÇÕES COM A CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS

Jaqueline Garda Buffon
Rafael Diaz Remedi
Francine Kerstner de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.26721050128

CAPÍTULO 29.....263

PRODUÇÃO DE CERVEJAS ÁCIDAS COM MICRORGANISMOS NÃO CONVENCIONAIS

Handray Fernandes de Souza
Giulia Gagliardi Stramandinoli
Katrín Stefani Koch
Victoria Mariano Dobra
Mariana Fronja Carosia
Rafael Resende Maldonado
Eliana Setsuko Kamimura

DOI 10.22533/at.ed.26721050129

SOBRE A ORGANIZADORA.....274

ÍNDICE REMISSIVO.....275

PROCESSO CERVEJEIRO E SUAS RELAÇÕES COM A CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 04/01/2021

Jaqueline Garda Buffon

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/6618114310934575>
<https://orcid.org/0000-0002-7699-6217>

Rafael Diaz Remedi

Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/1912840070016012>

Francine Kerstner de Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/0448130162019919>

RESUMO: As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por diferentes espécies fúngicas que podem estar presentes em matérias-primas e alimentos, tal como a cerveja, devido ao uso de insumos contaminados. Dentre as principais micotoxinas associadas a cerveja e seus insumos, tem-se os tricotecenos, com destaque ao DON, 15-ADON, 3-ADON e NIV. Durante o processo cervejeiro, várias operações como moagem, mostura, filtração, fervura e fermentação podem alterar os níveis de micotoxinas, no entanto, o processamento pode não ser suficiente para reduzir a concentração destes contaminantes à níveis considerados seguros. Diante do exposto, informações relacionadas à micotoxinas e o processo

cervejeiro podem auxiliar o setor produtivo a reduzirem perdas econômicas principalmente associadas descarte de insumos ou bebida.

PALAVRAS-CHAVE: Cerveja. Fermentação alcoólica. Tricotecenos. Descontaminação.

BREWING PROCESS AND ITS RELATIONSHIPS WITH MYCOTOXIN CONTAMINATION

ABSTRACT: Mycotoxins are secondary metabolites produced by different fungal species that can be present in raw materials and foods, such as beer, due to the use of contaminated inputs. Among the main mycotoxins associated with beer and its inputs, there are trichothecenes, with emphasis on DON, 15-ADON, 3-ADON, and NIV. During the brewing process, various operations such as milling, mashing, filtration, boiling, and fermentation can alter the mycotoxins levels, however, the processing may not be sufficient to reduce the concentration of these contaminants to levels considered safe. Given the above, information related to mycotoxins and the brewing process can help the productive sector to reduce economic losses, mainly associated with the disposal of inputs or beverages.

KEYWORDS: Beer. Alcoholic fermentation. Trichothecenes. Decontamination.

1 | INTRODUÇÃO

As micotoxinas são produzidas pelo metabolismo secundário de fungos principalmente por algumas espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*.

Dentre as micotoxinas destacam-se as aflatoxinas (AFLA), fumosinas (FBS), ocratoxina A (OTA), patulina (PAT) e a classe dos tricotecenos (BENNETT; KLICH, 2003). As micotoxinas da classe dos tricotecenos, com destaque para o deoxivalenol (DON), 3-acetil-deoxivalenol (3-ADON), 15-acetil-deoxivalenol (15-ADON), nivalenol (NIV) e toxina T-2 (T-2) por sua toxicidade, podem inibir o crescimento de plantas (BRUINS et al., 1993; MCLEAN, 1996) e quando ingeridos causar vômitos (ROTTER, 1996), inibição de síntese proteica (WEAVER et al., 1978), apoptose celular (YANG et al., 2000), entre outras complicações (ROCHA; ANSARI; DOOHAN, 2005).

Uma vez que essas micotoxinas são produzidas, elas são de difícil remoção, visto que são estáveis sob condições usuais empregadas na conservação ou processamento de alimentos. Além disso, a presença de micotoxinas causam perdas na qualidade de grãos e efeitos tóxicos à saúde humana e animal (MEERDINK, 2002). Há estudos que visam prevenir ou reduzir a contaminação fúngica e/ou de micotoxinas (KUPSKI; QUEIROZ; BADIALE-FURLONG 2018; HATHOUT, ALY 2014).

A presença de micotoxinas pode interferir em diversos processos alimentícios, principalmente aqueles em que organismos como bactérias e leveduras são utilizados. Dentre estes, a produção de cerveja se destaca pela grande variedade de matrizes alimentares empregadas na sua produção, como também seu elevado consumo (50,5 litros/ano pessoa) (CERVBRASIL, 2020).

Entende-se por cerveja a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (Lei Federal nº 8.918/94, regulamentada pelo Decreto 2.314/97). O malte de cevada é o cereal mais utilizado mundialmente para produção dessa bebida, entretanto outros cereais maltados como trigo, arroz, milho e aveia podem substituir parte do malte de cevada utilizado para produção de cerveja (VENTURINI FILHO, 2010).

Assim, vários autores estudaram o efeito das micotoxinas em processos fermentativos conforme descrito Kłowski; Mikulski (2010) e Boeira et al. (2021). Autores como Garda et al. (2005), Inoue et al. (2013) e Hathout e Aly (2014) avaliaram a degradação e destino de diversas micotoxinas durante as etapas de mosturação, filtração, fervura e fermentação obtendo resultados positivos na redução da concentração destes contaminantes. Diante do exposto, informações relacionadas à micotoxinas e o processo cervejeiro podem auxiliar o setor produtivo a reduzir perdas econômicas associadas a esses contaminantes.

2 | PROCESSO CERVEJEIRO

A cerveja é uma das bebidas mais consumidas no mundo (WHO, 2018). De acordo com a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de cerveja, com produção estimada de 14,1 bilhões de litros por ano, ficando atrás apenas da China e dos Estados Unidos (CERVBRASIL, 2020). Em 2020, o consumo

nacional médio anual *per capita* de 50,5 L, gerando uma receita de R\$ 233.688,00 milhões, resultante de um gasto médio, por pessoa, de R\$ 1.100,00 (STATISTA, 2020), representando assim 1,6% do Produto Interno Bruto (PIB), gerando 2,7 milhões de empregos e R\$ 21 bilhões em impostos/ano (CERVBRASIL, 2020).

A cerveja é obtida a partir de um processo iniciando pela moagem da cevada maltada e o substrato obtido é colocado em infusão. Nessa etapa, diversas enzimas atuam nos grãos liberando açúcares e proteínas para o meio líquido. Em seguida, o meio é filtrado, fervido com lúpulo e resfriado para etapa de fermentação. Após a fermentação é realizada a etapa de maturação onde a levedura é separada do líquido, a cerveja passa por alguns processos de acabamento e está apta para o consumo (PRIEST; STEWART, 2006).

A fabricação de cerveja requer água de boa qualidade, cevada maltada, cereais não maltados e fermentescíveis, também denominados adjuntos, e o lúpulo (*Humulus lupulus*) responsável pelo amargor característico da cerveja (PAPAZIAN, 2003). A levedura é fundamental para a produção da cerveja e influência de forma marcante no produto final (BERNER; JACOBSEN; ARNEBORG, 2013).

A maltagem é a primeira etapa necessária para produção da cerveja, nela ocorre a transformação dos grãos de cevada em malte e tem como objetivo ativar e produzir as enzimas que estarão ativas na etapa de mosturação. O processo de maltagem pode ser subdividido em três etapas: maceração onde há aumento da umidade dos grãos; germinação onde ocorre o desenvolvimento embrionário, bem como transformações bioquímicas, ativação e produção de enzimas e a secagem, etapa que confere estabilidade e determinará o tipo de malte produzido (AQUARONE et al., 2001).

Pela grande variedade de paladar dos consumidores, além do custo benefício para a indústria cervejeira, o malte de cevada, de base ou especiais, geralmente é substituído em parte por outro cereal, sendo eles maltados ou não. No Brasil, a prática de substituir parte da cevada por milho ou arroz já é comumente utilizada por cervejarias, sendo essa troca responsável por diminuir os custos da matéria-prima e pela característica de leveza da cerveja brasileira (D'AVILA et al., 2012; VARNAM; SUTHERLAND, 1997).

Há um conjunto de operações responsáveis pela elaboração do mosto cervejeiro. No processo, o amido e as proteínas contidos no malte são solubilizados e degradados gerando o mosto. As principais operações realizadas no processo são moagem, mostura, filtração, fervura, separação do trub e resfriamento do mosto (PRIEST; STEWART, 2006).

A moagem do malte tem como objetivo quebrar os grãos e expor o amido, proteínas e aminoácidos contidos no seu interior, e para esse fim geralmente são utilizados moinhos de rolo ou martelo (LEWIS; YOUNG, 1995). Contudo, tamanhos de partículas muito pequenos podem ter um impacto negativo ao diminuir os rendimentos de filtração aumentando a turbidez do mosto (KUNZE, 2006).

A operação seguinte é a mosturação onde os grãos maltados e moídos são embebidos em água e submetidos a diferentes temperaturas por períodos de tempos determinados.

Nesta etapa diferentes enzimas como amilases e proteases são ativadas, sendo elas responsáveis por hidrolisar o amido e as proteínas em açúcares fermentescíveis, dextrinas, peptídeos e aminoácidos. Como resultado, obtém-se uma solução adocicada, denominada mosto, que ainda contém o bagaço do malte (TSE et al., 2003).

Nesta etapa são definidas muitas das qualidades sensoriais, químicas e físicas da cerveja. Como relatado por Priest e Stewart (2006) e Barth (2013), maiores períodos na faixa de temperatura da α -amilase proporcionam concentrações mais elevadas de açúcares não fermentescíveis (dextrinas), e conseqüentemente um produto mais encorpado. Já maiores intervalos na faixa de temperatura das β -amilase proporcionam ao mosto concentrações maiores de maltose, carboidrato fermentescível, sendo assim, o percentual alcoólico da cerveja será maior e esta apresentará maior leveza.

As enzimas amilolíticas são consideradas as mais importantes durante essa etapa de mosturação, entretanto há atuação de outras como proteases, celulasas e β -glucanasas. As amilases atuam sobre o amido e demais polissacarídeos hidrolisando as ligações glicosídicas α -1,4 e α -1,6. Elas podem ser divididas em vários tipos, dentre elas endo-amilases, exo-amilases e amilases maltogênicas de ambas as especificidades (JANEČEK, 2009).

As α -amilases (EC 3.2.1.1) são consideradas endoglicosidades que hidrolisam as ligações α -1,4 presentes na amilose e amilopectina de forma aleatória, resultando em uma mistura de diversas moléculas lineares e ramificadas. Em contraste, as β -amilases (EC 3.2.1.2) são exo-enzimas que hidrolisam exclusivamente ligações glicosídicas α -1,4 do amido, a partir da extremidade não redutora, liberando unidades de maltose, dissacarídeo redutor (KOBBLITZ, 2013). Estas enzimas atuam de maneira coordenada, enquanto a α -amilases proporciona novas extremidade redutoras, a β -amilases atacam a nova extremidade não redutora.

Existem vários estudos na literatura que relataram a importância dessas enzimas, dentre eles Evans et al. (2003 e 2010) que elaboraram uma forma mais simples de previsão de fermentabilidade de malte pela medida da atividade das enzimas envolvidas no processo de mosturação. Além disso, os autores evidenciam o efeito da termo-estabilidade da α e β amilase, como também o limite da dextrinase durante a etapa de mosturação.

As proteases (EC 3.4) pertencem ao grupo das hidrolases, elas catalisam ligações peptídicas das proteínas e também podem apresentar atividade sobre éster e amidas (KOBBLITZ, 2013). Durante a mosturação, as proteases agem degradando as proteínas em aminoácidos e peptídeos pequenos para fornecer nutrientes suficientes para que as leveduras sejam cultivadas, mas uma degradação completa não é desejável, pois as proteínas contribuem para a capacidade de formação de espuma entre outras qualidades sensoriais desejadas (JONES, 2005). Lei et al. (2013) ressaltaram a importância que a protease apresenta no processo cervejeiro. Os autores mostraram que dependendo dos aminoácidos e peptídeos liberados durante a etapa de mosturação há alterações no tempo

e perfil de álcoois da fermentação.

A filtração tem como objetivo remover sólidos insolúveis do mosto líquido e dar as características mais translúcida à cerveja. Atualmente dois tipos de filtração são mais utilizados, filtros de placa e tinas de clarificação. Essa última possui uma espécie de peneira conhecida por fundo falso, sendo ela a responsável por sustentar o verdadeiro elemento filtrante (cascas do malte). No processo de filtração, geralmente ocorre reciclo do meio líquido, a fim de extrair uma maior parcela de açúcares como também obter um mosto mais límpido (FONSECA; TEIXEIRA, 2007; VENTURINI FILHO, 2010).

A próxima etapa do processamento cervejeiro, a fervura, tem por objetivo conferir estabilidade biológica, bioquímica e coloidal ao mosto. Micro-organismos e enzimas presentes são inativados devido à alta temperatura. Os taninos e proteínas são coagulados (trub) e separados. Nessa etapa é adicionado o lúpulo, o responsável pelo amargor e aroma da cerveja. Além disso, ocorre o desenvolvimento da cor, aroma e sabor devido a caramelização do açúcar e reações com os aminoácidos presentes no mosto. Posteriormente a etapa de fervura, o mosto deve ser resfriado até a temperatura de inoculação da levedura, em geral são utilizados trocadores de calor para esse fim e esta é a última etapa de brassagem (AQUARONE et al., 2001; BRIGGS et al., 2004).

Como próxima etapa tem-se a inoculação da cultura da levedura, a qual é responsável pela fermentação do mosto. Esta etapa consiste basicamente nas transformações dos açúcares em dióxido de carbono (CO_2), etanol e outros produtos do metabolismo da levedura. Na primeira etapa da fermentação como há elevados níveis de açúcares fermentescíveis e oxigênio, ocorre a respiração celular tendo como objetivo a multiplicação das células, quando os níveis de oxigênio diminuem inicia-se a fase anaeróbia, onde há a produção de etanol e CO_2 (PRIEST; STEWART, 2006).

A maturação é a última etapa do processo antes do acabamento final da cerveja (filtração, carbonatação e envase). Também denominada segunda fermentação, essa etapa tem por objetivo iniciar a clarificação da bebida por decantação, diminuir os teores de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico que dão a cerveja gosto desagradável, além de promover a estabilização química da bebida (AQUARONE et al., 2001).

A partir do conhecimento de cada etapa de operação e tendo em vista à importância econômica desse segmento no mercado, é de interesse reduzir as perdas econômicas estando entre estas à contaminação por micotoxinas ocorrente tanto nos cereais malteados (CASTAÑARES et al., 2020; LANCOVA, et al. 2008; PIACENTINI et al. 2019) utilizados no processo cervejeiro, como também na bebida (ADEKOYA et al., 2018; CAMPONE et al., 2020; RAUSCH; BROCKMEYER; SCHWERDTLE, 2021).

2.1 Micotoxinas

Diversas espécies de fungos quando expostos a condições de estresse, produzem, como mecanismo de defesa, metabólitos secundários de baixa massa molar, os quais

podem causar diversas reações em animais e vegetais, e esses metabólitos são conhecidos como micotoxinas. Dentre os fungos produtores de micotoxina pode-se destacar os *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* (BENNETT; KLICH, 2003; MARIN et al., 2013). O risco devido a ingestão de alimentos contaminados por micotoxinas vem sendo relatado desde a década de 1940, onde no Japão ocorreu uma epidemia chamada doença do arroz amarelo, a doença foi atribuída à citreoviridina, micotoxina cardiotóxica produzida por fungos do gênero *Penicillium* (FAO, 1993).

As contaminações de alimentos por fungos toxigênicos pode ocorrer em diversas etapas do processamento de alimentos, na pré-colheita devido a condições climáticas como secas, por intempéries causado danos mecânicos, presença de pragas e insetos, deficiência de nutrientes no solo que também resultam em perda de vigor da planta, predispondo-a a colonização de fungos toxigênicos. Na pós-colheita e no armazenamento, a contaminação fúngica e a produção de micotoxinas são resultados da interação entre umidade, temperatura, substrato, concentração de oxigênio e dióxido de carbono, presença de insetos e fungos entre outros fatores, além disso, durante o armazenamento e o transporte, grãos contaminados entram em contato com os outros, favorecendo assim a disseminação de fungos e conseqüentemente a produção de micotoxinas (RICHARD, 2007; SANTI; DIAZ, 2005)

Dentre as micotoxinas mais comumente detectadas em grãos de cereais estão as aflatoxinas (AFLA), ocratoxina A (OTA), fumonisinas (FBS), zearalenona (ZEA) e os tricotecenos (FOROUD; EUDES, 2009; MEERDINK, 2002). As propriedades químicas e biológicas dessas classes de micotoxinas são diferentes e os seus efeitos tóxicos são extremamente variáveis, dentre eles pode-se citar efeito hepatotóxico, nefrotóxico, carcinogênicos, teratogênicos e imunotoxicidade (BENNETT; KLICH, 2003; SPEIJERS; SPEIJERS, 2004).

As micotoxinas podem ser agrupadas de acordo com o fungo produtor ou sua estrutura molecular, dentre as micotoxinas destaca-se a classe dos tricotecenos, que são produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, *Myrothecium*, *Cephalosporium* e *Trichothecium*. Os tricotecenos apresentam baixa massa molar (200 a 500 Da), possuem em comum um grupamento epóxido nas posições 12 e 13 da estrutura molecular e uma ligação dupla entre os carbonos 9 e 10 (PESTKA, 2007).

Os tricotecenos podem ser divididos em quatro grupos (tipos A, B, C e D), sendo que, os grupos A e B apresentam maior destaque na literatura pois são identificados com maior frequência. Sua diferença está no grupo funcional presente no carbono C-8, os tricotecenos do Tipo A se caracterizam pela presença de um grupo funcional que não seja uma carbonila, nesse grupo está a toxina T-2; os do Tipo B apresenta carbonila na posição C-8, sendo o DON e o NIV integrantes desse grupo (PESTKA, 2007; KOCH, 2004). Os tipos C e D incluem tricotecenos de menor relevância (MARIN et al., 2013).

Dentre as matérias-primas que podem estar contaminadas com tricotecenos estão a

cevada (LANCOVA et al., 2008; PIACENTINI et al., 2019), milho (TARAZONA et al., 2020) e trigo (XU; HAN; LI, 2019). Dentre os insumos citados, a cevada se destaca, por ser a principal matéria-prima utilizada para produção de cerveja. Além do conteúdo inicial de micotoxina presente nos grãos, os níveis de micotoxinas podem ser incrementados durante o processo de malteação, visto que o grão é exposto a condições de umidade e temperatura propícia para o crescimento de fungos e consequente produção de micotoxinas (LAITILA, 2015). Segundo Ibáñez-Vea et al. (2012), em estudo realizado na Espanha, os tricotecenos do Tipo A e Tipo B geralmente apresentam co-ocorrência em malte. Os autores relataram que 77% das amostras estavam contaminadas com duas ou mais micotoxinas.

A ocorrência de tricotecenos em maltes produzidos no Brasil foi realizado por Piacentini et al. (2015). Os autores observaram a presença diversas espécies fúngicas produtoras de micotoxinas em amostras nacionais de malte, com destaque para o *Fusarium graminearum* que estava presente em 26% das amostras. Além disso, das 16 amostras, a presença das micotoxinas DON, FB₁ e FB₂ foram detectadas em 9, 5 e 1 amostras de maltes, respectivamente.

Devido principalmente a baixa massa molar e elevada estabilidade desses compostos (BENNETT; KLICH, 2003), as micotoxinas podem ser transferidas das matérias-primas contaminadas para produtos processados (MASTANJEVIĆ et al., 2018), tal como a cerveja. A ocorrência de micotoxinas em cervejas é relatada por Bertuzzi et al. (2011). Os autores verificaram a ocorrência de diversas micotoxinas em cervejas comercializadas em diferentes países da Europa. No total, 106 amostras foram analisadas, sendo 72 e 70 amostras contaminadas por OTA e DON, respectivamente. Além disso, os autores relataram que de 33 cervejas obtidas com adjunto de milho, 32 apresentaram contaminação com FB₁ e 19 com FB₂. Piacentini et al. (2015) e Piacentini et al. (2019) pesquisaram a ocorrência de micotoxinas em amostras artesanais e industriais de cervejas brasileiras, os autores relataram ocorrência DON e FB₁ em 32 e 15,1% das amostras artesanais, respectivamente, já nas amostras industriais os autores detectaram a micotoxina FB₁ em aproximadamente 50% das cervejas analisadas (56 de 114 amostras).

2.1.1 Efeitos de micotoxinas em etapas do processamento cervejeiro

Segundo Kłosowski e Mikulski (2010), características diferenciadas foram observadas quando malte contaminado com AFLA, OTA, ZEA, FB₁ e DON foi utilizado na fermentação alcohólica. Dentre elas, identificou-se a maior produção de acetaldeído e de metil-álcoois, além do decréscimo na concentração de ésteres, evidenciando que a contaminação gera um distúrbio metabólico nas células da levedura que pode afetar as características do produto final.

Boeira et al. (2021) demonstraram que o perfil de alcoóis no final da fermentação em mosto cervejeiro foi alterado quando na presença de DON e NIV, entretanto os níveis

das micotoxinas foram reduzidos ao final da fermentação. Além disso, os autores relataram modificações no perfil proteico da levedura *S. cerevisiae*, como também maior aporte de substrato pela célula durante a fermentação em meio sintético YPD quando havia contaminação com NIV.

Inoue et al. (2013) avaliaram a redução da contaminação de 14 micotoxinas diferentes presentes em malte de cevada durante as diferentes etapas do processo cervejeiro (maceração, filtração, fervura e fermentação). Os autores obtiveram reduções aproximadas de 80% nos níveis de AFLA, OTA, PAT e ZEA, sendo o destino principal dessas micotoxinas a adsorção no bagaço, utilizado na etapa de filtração. No entanto, os autores evidenciaram que os resultados de redução da contaminação dos tricotecenos não foram tão satisfatórios.

Vaclavikova et al. (2013) verificaram o destino das micotoxinas emergentes e dos tricotecenos durante a produção do mosto cervejeiro. Os autores relataram que as micotoxinas emergentes não apresentam solubilidade compatível com o meio líquido, por isso praticamente todas estas micotoxinas permaneceram associadas aos grãos da camada filtrante. Já os tricotecenos e seus conjugados, são normalmente transferidos dos grãos de cevada contaminados para cerveja final em uma extensão relativamente alta.

Garda-Bufferon, Baraj e Badiale-Furlong (2010) verificaram que a contaminação da DON e toxina T-2 alteravam as atividades das enzimas α e β amilases presentes nos maltes de cevada. Além disso, os autores relatam aumento da atividade enzimática quando havia altos níveis dessas micotoxinas.

Vários estudos vêm aplicando micro-organismos como agentes para a detoxificação de micotoxinas, uma vez que esses, a partir de sua rota metabólica, são capazes de degradar e/ou modificar a estrutura dessas toxinas. Entretanto, pouco se conhece sobre a aplicação de enzimas específicas na degradação de tricotecenos durante processo cervejeiro. Além disso, ainda não está claro se a degradação ocorre por ação de uma enzima específica ou de um conjunto, carecendo também de informações sobre os compostos resultantes da degradação e ausência de toxicidade.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relatos de contaminações acima dos níveis máximos tolerados para algumas micotoxinas para diversas matrizes alimentares são observados no Brasil e no mundo. Desta forma, os estudos de degradação dessas micotoxinas vem ganhando destaque na literatura nos últimos anos. Sabe-se também que algumas das etapas do processo de produção de cerveja reduzem as concentrações de micotoxinas presentes nos grãos, dentre elas a etapa de mosturação e fermentação, entretanto, os mecanismos dessas reduções ainda não são totalmente conhecidos. Desta forma, há a necessidade de um aprofundamento para avaliar a relação que as micotoxinas tem no processo inibição ou

ativação enzimática, como também o destino e mecanismos de degradação das mesmas.

REFERÊNCIAS

ADEKOYA, I.; OBADINA, A.; ADAKU, C. C.; BOEVRE, M. D.; OKOTH, S.; SAEGER, S. D.; NJOBEH, P. Mycobiota and co-occurrence of mycotoxins in South African maize-based opaque beer. **International Journal of Food Microbiology**, v. 270, p. 22-30, 2018.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na Produção de Alimentos**. 1.ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.

BARTH, R. **The chemistry of beer**. American Chemical Society, p. 37-47, 2013.

BENNETT, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 16, n. 3, p. 497-516, 2003.

BERNER, T. S.; JACOBSEN, S.; ARNEBORG, N. The impact of different ale brewer's yeast strains on the proteome of immature beer. **BMC Microbiology**, v. 13, p. 215- 221, 2013.

BERTUZZI, T.; RASTELLI, S.; MULAZZI, A.; DONADINI, G.; PIETRI, A. Mycotoxin occurrence in beer produced in several European countries. **Food Control**, v. 22, n.12, p. 2059-2064, 2011.

BOEIRA, C. Z.; SILVELLO, M. A. C.; REMEDI, R. D.; FELTRIN, A. C. P.; SANTOS, A. C. P.; GARDA-BUFFON, J. Mitigation of nivalenol using alcoholic fermentation and magnetic field application. **Food Chemistry**, v. 340, p. 127935, 2021.

BRASIL. Decreto-lei nº 6.871, de 4 de Junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jun. 2009.

BRASIL. **Resolução – RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Saúde, Brasília, DF, 09 mar. 2011. Seção 1, p. 66.

BRASIL. **Resolução – RDC nº 138, de 8 de fevereiro de 2017**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Ministério da Saúde, Brasília, DF, 09 fev. 2017. Seção 1, p. 45.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; Stevens, R. **Brewing science and practice**. Cambridge: CRC Press, 2004.

BRUINS M. B. M.; KARSAI I.; SCHEPERS J.; SNIJDERS C. H. A. Phytotoxicity of deoxynivalenol to wheat tissue with regard to in vitro selection for *Fusarium* head blight resistance. **Plant Science**, v. 94, p. 195–206, 1993.

CAMPONE, L.; RIZZO, S.; PICCINELLI, A. L.; CELANO, R.; PAGANO, I.; RUSSO, M.; LABRA, M.; RASTRELLI, L. Determination of mycotoxins in beer by multi heart-cutting two-dimensional liquid chromatography tandem mass spectrometry method. **Food Chemistry**, p. 126496, 2020.

CASTAÑARES, E.; PAVICICH, M. A.; DINOLFO, M. I.; MOREYRA, F.; STENGLEIN, S. A.; PATRIARCA, A. Natural occurrence of *Alternaria* mycotoxins in malting barley grains in the main producing region of Argentina. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, p. 1004-1011, 2020.

CERVBRASIL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. Dados do setor cervejeiro nacional. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br>. Acesso em: 04 jan. 2020.

CHEMSPIDER, Search and share chemistry. Disponível em: <http://www.chemspider.com/>. Acesso em: 04 jan. 2020.

CUNDLIFFE, E.; DAVIES, J. E. Inhibition of initiation, elongation, and termination of eukaryotic protein synthesis by trichothecene fungal toxins. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 11, n. 3, p. 491-499, 1977.

D'AVILA, R. F.; LUVIELMO, M.; MENDONÇA, C. R. B.; JANTZEN, M. M. Adjuncts used for beer production: Features and applications. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 60-68, 2012.

ERIKSEN, G. S.; PETTERSSON, H. Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 114, n. 1, p. 205-239, 2004.

EVANS, D. E.; VAN WEGEN, B.; MA, Y.; EGLINTON, J. The impact of the thermostability of alpha-amylase, beta-amylase, and limit dextrinase on potential wort fermentability. *Journal-American Society Of Brewing Chemists*, v. 61, n. 4, p. 210-218, 2003.

EVANS, D. E., DAMBERGS, R.; RATKOWSKY, D.; LI, C.; HARASYMOW, S.; ROUMELIOTIS, S.; EGLINTON, J. K. Refining the prediction of potential malt fermentability by including an assessment of limit dextrinase thermostability and additional measures of malt modification, using two different methods for multivariate model development. *Journal of the Institute of Brewing*, v. 116, n. 1, p. 86-96, 2010

FAO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. *Food & Agriculture Org*, 1993.

FONSECA, M. M.; TEIXEIRA, J. A. **Reactores Biológicos: Fundamentos e Aplicações**. 1. ed. Lisboa: Editora Lidel, 2007.

FOROUD, N. A.; EUDES, F. Trichothecenes in cereal grains. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 10, n. 1, p. 147-173, 2009.

GARDA, J.; MACEDO, R. M.; FARIA, R.; BERND, L.; DORS, G. C.; BADIALE-FURLONG, E. Alcoholic fermentation effects on mal spiked with trichothecenes. **Food Control**, v. 16, p. 423-428, 2005.

GARDA-BUFFON, J.; BARAJ, E.; BADIALE-FURLONG, E. Effect of deoxynivalenol and T-2 toxin in malt amylase activity. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 3, p. 505-511, 2010.

HATHOUT, A. S.; ALY, S. E. Biological detoxification of mycotoxins: a review. **Annals of microbiology**, v. 64, n. 3, p- 905-919, 2014.

IBÁÑEZ-VEA, M.; LIZARRAGA, E.; GONZÁLEZ-PEÑAS, E.; DE CERAIN, A. L. Co-occurrence of type-A and type-B trichothecenes in barley from a northern region of Spain. **Food Control**, v. 25, n. 1, p. 81-88, 2012.

INOUE, T., NAGATOMI, Y., UYAMA, A., MOCHIZUKI, N. Fate of mycotoxins during beer brewing and fermentation. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 77, n. 7, p. 1410-1415, 2013.

JANEČEK, S. Amyolytic enzymes-focus on the alpha-amylases from archaea and plants. **Nova Biotechnol**, v. 9, n. 1, p. 5-25, 2009.

JONES, B. L. **Endoproteases of barley and malt**. Journal of Cereal Science, v. 42, p. 139–156, 2005.

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicação prática**. Rio De Janeiro, 2013.

KOCH, P. State of the art of trichothecenes analysis. **Toxicology Letters**, v. 153, p. 109-112, 2004.

KUNZE, W. **Tecnologia para cervecedores y malteros**. 1 ed. Berlin: Westkreuz- Duckerei Ahrens KG, 2006

KUPSKI, L.; QUEIROZ, M. I.; BADIALE-FURLONG, E. Application of carboxypeptidase A to a baking process to mitigate contamination of wheat flour by ochratoxin A. **Process Biochemistry**, v. 64, p. 248-254, 2018.

LAITILA, A. Toxicogenic fungi and mycotoxins in the barley-to-beer chain. **Brewing Microbiology**, p. 107-139, 2015.

LANCOVA, K.; HAJŠLOVA, J.; POUŠTKA, J.; KRPLOVA, A.; ZACHARIASOVA, M.; DOSTALEK, P.; SACHAMBULA, L. Transfer of Fusarium mycotoxins and 'masked' deoxynivalenol (deoxynivalenol-3-glucoside) from field barley through malt to beer. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 25, n. 6, p. 732-744, 2008.

LEI, H.; ZHENG, L.; WANG, C.; ZHAO, H.; ZHAO, M. Effects of worts treated with proteases on the assimilation of free amino acids and fermentation performance of lager yeast. **International Journal of Food Microbiology**, v. 161, n. 2, p. 76-83, 2013.

LEWIS, M. J.; YOUNG, T. W. **Brewing**. 1 ed. Norwich: Page Bros. 1995.

MARIN, S.; RAMOS, A. J.; CANO-SANCHO, G.; SANCHIS, V. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. **Food and Chemical Toxicology**, v. 60, p. 218-237, 2013.

MASTANJEVIĆ, K.; ŠARKANJ, B.; KRŠKA, R.; SULYOK, M.; WARTH, B.; MASTANJEVIĆ, K.; SANTEK, B.; KRSTANOVIĆ, V. From malt to wheat beer: A comprehensive multi-toxin screening, transfer assessment and its influence on basic fermentation parameters. **Food Chemistry**, v. 254, p. 115-121, 2018.

MCLEAN, M. The phytotoxicity of Fusarium metabolites: An update since. **Mycopathologia**, v. 133, n. 3, p. 163-179, 1996.

MEERDINK, G.L. Mycotoxins. **Clinical Techniques in Equine Practice**, v. 1, p. 88-93, 2002.

PAPAZIAN, C. **The Complete Joy of Homebrewing**. 3.ed. Editora Harper Collins, 2003.

PESTKA, J. J. Deoxynivalenol: Toxicity, mechanisms and animal health risks. **Animal Feed Science and Technology**, p. 283-298, 2007.

PIACENTINI, K. C.; SAVI, G. D.; OLIVO, G.; SCUSSEL, V. M. Quality and occurrence of deoxynivalenol and fumonisins in craft beer. **Food Control**, v. 50, p. 925-929, 2015.

PIACENTINI, K. C.; BELÁKOVÁ, S.; BENESOVÁ, K.; PERNICA, M.; SAVI, G. D.; ROCHA, L. O.; HATMAN, I.; ČÁSLAVSKÝ, J.; CORRÊA, B. *Fusarium* mycotoxins stability during the malting and brewing processes. **Toxins**, v. 11, p. 257, 2019.

PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. **Handbook of Brewing**. Food Science and Technology. 2 ed. USA: Editora Taylor and Francis Group, 2006.

RAUSCH, A. K.; BROCKMEYER, R.; SCHWERDTLE, T. Development and validation of a Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry multi-method for the determination of 41 free and modified mycotoxins in beer. **Food Chemistry**, p. 127801, 2021.

RICHARD, J. L. Some major mycotoxin and their micotoxicoses - a overview. **International Journal of Food microbiology**, v. 1991, p. 3-10, 2007.

ROCHA, O.; ANSARI, K.; DOOHAN, F. M. Effects of trichothecene mycotoxins on eukaryotic cells: a review. **Food Additives and Contaminants**, v. 22, n. 4, p. 369-378, 2005.

ROTTER, B. A. Invited review: Toxicology of deoxynivalenol (vomitoxin). **Journal of Toxicology and Environmental Health Part A**, v. 48, n. 1, p. 1-34, 1996.

SANTI, E.; DIAZ, D. E. **Mould growth and mycotoxin production - The Mycotoxin Blue Book**. Nottingham, UK: Nottingham University Press, p. 225-234, 2005.

SPEIJERS, G. J. A.; SPEIJERS, M. H. M. Combined toxic effects of mycotoxins. **Toxicology Letters**, v.153, n. 1, p. 91-98, 2004.

STATISTA. **Global beer production 1998-2018**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/270275/worldwide-beer-production/>. Acesso em: 04 jan. 2021.

TARAZONA, A.; GÓMEZ, J. V.; MATEO, F.; JIMÉNEZ, M.; ROMERA, D.; MATEO, E. M. Study on mycotoxin contamination of maize kernels in Spain. **Food Control**, v. 118, p. 107370, 2020.

TSE, K. L.; BOSWELL, C. D.; NIENOW, A. W.; FRYER, P. J. Assessment of the effects of agitation on mashing for beer production in a small scale vessel. **Institution of Chemical Engineers**, v. 81, n. 1, p. 3-12, 2003.

VACLAVIKOVA, M.; MALACHOVA, A.; VEPRIKOVA, Z.; DZUMAN, Z.; ZACHARIASOVA, M.; HAJŠLOVA, J. 'Emerging' mycotoxins in cereals processing chains: Changes of enniatins during beer and bread making. **Food Chemistry**, v. 136, n. 2, p. 750-757, 2013.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Bebidas: tecnología, química y microbiología**. Acribia, 1997.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

WEAVER, G. A.; KURTZ, H. J.; BATES, F. Y.; CHI, M. S.; MIROCHA, C. J.; BEHRENS, J. C.; ROBISON, T. S. Acute and chronic toxicity of T-2 mycotoxin in swine. **Veterinary Record**, v. 103, n. 24, p. 531-535, 1978.

WHO - World Health Organization. **Global status report on alcohol and health 2018**, World Health Organization: Geneva, 2018.

XU, W.; HAN, X.; LI, F. Co-occurrence of multi-mycotoxins in wheat grains harvested in Anhui province, China. **Food Control**, v. 96, p. 180-185, 2019.

YANG, G. H.; JARVIS, B. B.; CHUNG, Y. J.; PESTKA, J. J. Apoptosis induction by the satratoxins and other trichothecene mycotoxins: relationship to ERK, p38 MAPK, and SAPK/JNK activation. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 164, n. 2, p. 149-160, 2000.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água 6, 16, 18, 19, 20, 22, 28, 29, 30, 31, 34, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 75, 84, 87, 90, 91, 93, 94, 95, 98, 100, 122, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 141, 151, 152, 155, 159, 162, 177, 179, 196, 198, 199, 201, 204, 205, 206, 207, 208, 210, 221, 222, 223, 224, 225, 228, 229, 230, 232, 233, 237, 238, 239, 241, 246, 247, 251, 252, 265, 266, 267

Alginato 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103

Alimentos funcionais 228, 229, 234

Amido 6, 16, 79, 84, 86, 101, 106, 121, 137, 138, 139, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 252, 253, 267

Análise físico-química 130, 218

Análise microbiológica 48, 107, 181, 182

Análise sensorial 2, 5, 7, 9, 11, 66, 82, 108, 117, 118, 119, 147, 181, 186, 203

Análise térmica 86

Ananas comosus (L.) Merrill 194, 195, 196, 203

Azeite de oliva 9, 10, 11, 13, 14, 175

B

Berliner Weisse 263, 264, 266, 270, 273

Beterraba 78, 79, 80, 81, 82

Biopolímero 89, 91

C

Cereais 82, 105, 106, 113, 117, 121, 123, 128, 130, 131, 134, 135, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 169, 170, 171, 229, 251, 252, 254, 255, 266, 274

Cerveja 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 250, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 259, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273

Check-all-that-apply 116, 117, 118, 123, 125

Chia 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235

Coco 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 137, 138, 139, 140, 141, 145, 146, 148, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235

Cocos nucifera L. 57, 58, 234

Colocasia esculenta 83, 84, 88

Conservação de alimentos 39, 57

Cor instrumental 70, 183, 185, 186, 187, 188

Cristalização 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 220

D

DCCR 220, 222, 223

Descontaminação 250

Desenvolvimento de novos produtos 2, 232

Desidratação 15, 22, 23, 58, 128, 129, 135, 159, 162, 216, 220, 221, 222, 224, 225, 226, 237, 241, 242, 245, 247, 248

Difusividade 15, 16, 18, 22, 23

Dimensões comuns 105, 108

Doença celíaca 68, 75, 78, 79, 82, 105, 106, 116, 117

E

Escala hedônica 1, 5, 6, 7, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 80, 183, 186, 188, 189, 190

Evolução diferencial 155, 157, 158, 165

F

Farinha 4, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 104, 106, 107, 110, 111, 113, 117, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 132, 134, 137, 138, 139, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234

Fermentação alcoólica 38, 250, 251, 265, 273

Filmes comestíveis 89

H

Higroscopicidade 26, 28, 29, 31, 127, 128, 129, 132, 133

I

Irrigação 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Isotermas de sorção 26, 28, 30, 31, 135, 204, 206, 207, 208, 210

J

Just-about-right 58, 116, 117, 118, 123, 124, 125

K

Kefir 263, 264, 265, 268, 269, 270, 271, 272, 273

Kombucha 263, 264, 265, 269, 270, 271, 272

M

Maçãs 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 102, 156

Método afetivo 2

Mineral ferro 83

Muffins 67, 68, 76, 77

Musa spp. 149, 150

Myrciaria cauliflora 37, 38

O

Orbignya speciosa 137, 138

P

Panificação 25, 67, 68, 72, 86, 106, 118, 149, 150, 168, 169, 170, 171, 173, 196

Parasito 33

Perfil flash 104, 105, 106, 120

Polpa de frutas 128, 183

R

Radiação ionizante 37

Resíduos agroindustriais 195

S

Secagem 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 79, 84, 95, 129, 131, 134, 139, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 171, 198, 221, 225, 236, 238, 242, 247, 248, 252

Solanum melongena 67, 68, 76

T

Theobroma grandiflorum 135, 220, 221

Tomate 12, 132, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 244, 246, 247, 248

Tricotecenos 250, 251, 255, 256, 257

V

Vinho de frutas 37

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2021

ENSINO E PESQUISA NO CAMPO DA ENGENHARIA E DA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2021