

TÓPICOS EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

VOLUME II

**WESCLEN VILAR
NOGUEIRA**
ORG.



2021

Wesclen Vilar Nogueira
Organizador

TÓPICOS EM CIÊNCIA
DOS ALIMENTOS
VOLUME II



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora
Copyright do Texto© 2021 Os Autores
Copyright da Edição© 2021 Pantanal Editora
Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo
Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera
Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora

Edição de Arte: A editora. Imagens de capa e contra-capas: Canva.com

Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – OAB/PB
- Profa. Msc. Adriana Flávia Neu – Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
- Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – IF SUDESTE MG
- Profa. Msc. Aris Verdecia Peña – Facultad de Medicina (Cuba)
- Profa. Arisleidis Chapman Verdecia – ISCM (Cuba)
- Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – UFESSPA
- Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo - UEA
- Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu – UNEMAT
- Prof. Dr. Carlos Nick – UFV
- Prof. Dr. Claudio Silveira Maia – AJES
- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – UFGD
- Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva – UEMS
- Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos – IFPA
- Prof. Msc. David Chacon Alvarez – UNICENTRO
- Prof. Dr. Denis Silva Nogueira – IFMT
- Profa. Dra. Denise Silva Nogueira – UFMG
- Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão – URCA
- Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves – ISEPAM-FAETEC
- Prof. Me. Ernane Rosa Martins – IFG
- Prof. Dr. Fábio Steiner – UEMS
- Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza – UFF
- Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles – UNAM (Peru)
- Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira – IFRR
- Prof. Msc. Javier Revilla Armesto – UCG (México)
- Prof. Msc. João Camilo Sevilla – Mun. Rio de Janeiro
- Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales – UNMSM (Peru)
- Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski – UFMT
- Prof. Msc. Lucas R. Oliveira – Mun. de Chap. do Sul
- Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela – IFPR
- Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez – Tec-NM (México)
- Profa. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann – UFJF
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos – FAQ
- Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla – UNAM (Peru)
- Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira – SEDUC/PA
- Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira – IFPA
- Profa. Dra. Patrícia Maurer
- Profa. Msc. Queila Pahim da Silva – IFB
- Prof. Dr. Rafael Chapman Auty – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke – UFMS
- Prof. Dr. Raphael Reis da Silva – UFPI
- Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo – UEMA
- Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca – UFPI
- Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira – FURG
- Profa. Dra. Yilan Fung Boix – UO (Cuba)
- Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
T673	Tópicos em ciência dos alimentos [livro eletrônico] : volume II / Organizador Wesclen Vilar Nogueira. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2021. 81p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-88319-69-7 DOI https://doi.org/10.46420/9786588319697 1. Alimentos – Análise. 2. Tecnologia de alimentos. I. Nogueira, Wesclen Vilar. CDD 664.07
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo dos e-books e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es) e não representam necessariamente a opinião da Pantanal Editora. Os e-books e/ou capítulos foram previamente submetidos à avaliação pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação. O download e o compartilhamento das obras são permitidos desde que sejam citadas devidamente, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais, exceto se houver autorização por escrito dos autores de cada capítulo ou e-book com a anuência dos editores da Pantanal Editora.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000. Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

A economia mundial provoca com frequência grandes mudanças nos setores produtivos de alimentos. Desta forma, desafios diários são impostos para que o processamento de alimentos contemple as exigências dos consumidores e legislação vigente. Assim, conhecer alguns pontos que podem interferir ou contribuir para a produção de alimentos é de extrema importância.

Neste sentido, o segundo volume do e-book *Tópicos em Ciência dos Alimentos* aborda pontos importantes para produção de alimentos como: ocorrência de contaminantes em bebidas, determinação de metabólitos secundários de plantas e bioacessibilidade de compostos. Além disso, relata algumas alternativas que contribuem para o aumento da produção de alimentos (e.g. aditivos e melhoramento genético).

O conteúdo abordado demonstra a multidisciplinaridade da área de Ciência dos Alimentos sobre diferentes aspectos e realidades, de modo a suprir a escassez de material na literatura sobre os assuntos muitas vezes desconhecidos. Além disso, contribui para o acesso ao conhecimento em uma linguagem contextualizada e de fácil compreensão aos leitores. Assim, espero que os temas sejam de grande proveito e ofereçam subsídios teórico-metodológicos para profissionais da área de Ciência dos Alimentos e áreas afins.

O organizador


SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I	6
Micotoxinas em cervejas: ocorrência e risco de exposição para população brasileira	6
Capítulo II	20
Determinação de compostos fenólicos em frutas e tendências na avaliação dos seus teores bioacessíveis: Uma revisão	20
Capítulo III	41
A importância do melhoramento genético de tilápia na produção de alimentos	41
Capítulo IV	55
A dinâmica do resíduo de ractopamina na produção de suínos: farinha de carne e ossos, tecidos e urina	55
Capítulo V	71
Mitigação de contaminantes em alimentos	71
Índice Remissivo	81

Mitigação de contaminantes em alimentos

Recebido em: 19/05/2021

Aceito em: 26/05/2021

 10.46420/9786588319697cap5

Taiana Denardi de Souza¹ 

Wesclen Vilar Nogueira^{2*} 

INTRODUÇÃO

Os alimentos apresentam uma composição complexa de nutrientes que, são úteis para o metabolismo orgânico e indispensáveis para o crescimento, desenvolvimento e manutenção das funções básicas e vitais dos organismos vivos. No entanto, os alimentos também podem ser uma fonte de contaminantes com potencial tóxico. Desta forma, à presença excessiva de substâncias tóxicas podem representar riscos sanitários e de biossegurança relativos à saúde pública.

Normalmente, tais contaminantes, podem ser substâncias não adicionadas aos alimentos, mas sintetizadas devido condições inadequadas adotadas durante as diferentes etapas da cadeia produtiva (e.g. campo, pós-colheita, transporte, processamento e armazenamento) (Jardim et al., 2009). Nessas etapas, alguns contaminantes podem sofrer modificações estruturais, bem como alterações nas quantidades e nos tipos dos grupos funcionais originalmente presentes nas moléculas precursoras, tornando-os mais tóxicos. Desta forma, o conhecimento das características químicas dos grupos funcionais de cada contaminante é primordial, pois o conhecimento da conformação estrutural de tais contaminantes é extremamente importante para o entendimento do processo de contaminação, bem como para a tomada de decisão para mitigar e remediar os efeitos da contaminação (Davidson et al., 2017).

A redução ou formação de contaminantes pelo processamento dos alimentos envolve questões importantes como o tipo e a qualidade matéria-prima utilizadas para elaboração do alimento e as características do produto final. Estratificando tais contaminantes ocorrentes nessas etapas, aqui abordaremos os meios de mitigação de contaminantes, sendo os metais pesados (e.g. arsênio, chumbo, cádmio, estanho, mercúrio), micotoxinas, agrotóxicos, bem como os contaminantes de processamento (e.g. acrilamida, benzopirenos, dioxinas, hidroximetilfurfural, nitrato e nitrito).

¹ Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

² Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

* Autor correspondente: wesclenvilar@gmail.com

REDUÇÃO DE CONTAMINANTES DE ALIMENTOS E BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

Quando relacionamos a contaminação de alimentos, principalmente por agrotóxicos e micotoxinas, as boas práticas de fabricação são aliadas na redução destes tipos de contaminantes. Elas possibilitam a aplicação de ações de baixo custo que influenciam na segurança alimentar. Por exemplo, a correta lavagem de frutas e verduras, antes do seu consumo promove a remoção de agrotóxicos presentes na superfície dos mesmos, além de reduzir a carga microbiana. A etapa seleção da matéria-prima, com a retirada daquelas que possuem contaminação por microrganismos, também proporcionaria a redução da produção de micotoxinas em diferentes alimentos, como grãos, cereais e frutas.

No entanto, cabe salientar que se tratando de agrotóxicos, os mesmos devem ser aplicados conforme a legislação vigente para cada grupo de compostos. A presença de agrotóxicos que são encontrados na parte interna de alimentos pode ser controlada pela conformidade de aplicação e manejos agrônômicos. Isto resultaria em um consumo seguro, sem possíveis danos à saúde do consumidor para este tipo de contaminante.

REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS

Os metais pesados contaminantes de alimentos, normalmente são oriundos de solos contaminados que são conduzidos ao alimento durante as fases de crescimento da planta. Para isso, existem normas a serem seguidas com relação às áreas de plantio, como por exemplo, distantes de resíduos hospitalares ou industriais que possam gerar efluentes com estes tipos de contaminantes.

REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS

A melhor maneira de controlar a contaminação por micotoxinas em alimentos é pela adoção de estratégias de intervenção para remediação de fungos produtores deste tipo de contaminante, visto que após a síntese de micotoxinas, os processos que envolvem a descontaminação, sejam químicos, físicos ou biológicos, são de elevado custo e muitas vezes podem afetar as características nutricionais e organolépticas do produto. Como os fungos toxigênicos produtores de toxinas podem contaminar alimentos desde o campo até o produto final, as boas práticas agrícolas, secagem, armazenamento adequado, saneamento e controle químico e biológico são os mais indicados.

Grãos e cereais

Os grãos e cereais são principalmente afetados por fungos dos gêneros *Fusarium*, *Penicillium* e *Aspergillus*, o que poderá resultar na produção de uma grande gama de micotoxinas. Os manejos agrícolas adequados, como aplicação eficiente de fungicidas durante seu crescimento no campo ou modificação

genética das espécies propensas à essa contaminação, atualmente é visto como o mais indicado, embora alguns estudos estejam direcionados a busca por antifúngicos naturais de aplicação no campo.

O trigo é um dos grãos mais estudados no mundo, com relação a sua contaminação por micotoxinas, especialmente por tricotocenos. A seleção e o armazenamento adequado promovem o retardo do crescimento fúngico e conseqüentemente a síntese de micotoxinas. Alguns autores estudaram a utilização de agentes fumigantes, como por exemplo, amônia (Norred et al., 1993), óleos essenciais (Xing et al., 2014), isotiocianato de alila (Quiles et al., 2019), para serem aplicados em silos durante o armazenamento. No processo de moagem do grão de trigo é possível verificar o fracionamento dos tricotocenos, resultando em maior concentração da toxina no farelo e uma concentração inferior com a diminuição da granulometria da farinha (Charmley et al., 1994).

Outros métodos físicos como descasque, polimento, cozimento e extrusão também podem ser eficientes na redução de micotoxinas em grãos e cereais, mas a eficácia destes métodos dependerá da do grau de contaminação, da distribuição e dos métodos de processamento que serão posteriormente utilizados (Trigo-Stockli, 2002).

A irradiação UV e radiação gama tem sido estudadas para conservação de grãos e cereais com efeito microbicida, se utilizada com intensidade e tempo de exposição adequada para este fim, não causando alterações na composição química do alimento. As ondas ultrassônicas também podem ser utilizadas para redução dos níveis de micotoxinas (Lindner, 1996), bem como para a descontaminação microbiana (Andrade et al., 2014).

Produtos à base de cereais

As operações unitárias de processamento de alimentos que envolvem tratamento físico ou químico muitas vezes podem ser eficazes para destruição ou redistribuição das micotoxinas em matrizes alimentares (Visconti et al., 2004). Assim, os microrganismos podem contaminar os pães, bolos, massas alimentícias entre outros, na matéria-prima, durante a elaboração do produto ou até mesmo no seu manuseio pós-processamento (Galanakis et al., 2018).

As principais micotoxinas contaminantes destes produtos são as aflatoxinas e a ocratoxina A. Assim, a busca por alternativas que minimizem essa contaminação se torna importante para garantir a qualidade do produto final e diminuir o risco de produção de toxinas cujo efeito é de difícil previsão (Zao et al., 2010).

O propionato de cálcio é um conservante químico que têm sido amplamente utilizado como aditivo em pães e bolos para prolongar a vida útil, pois possui um amplo espectro preventivo para fungos (Belz et al., 2012). Embora o propionato de cálcio não possa causar toxicidade grave, foram notificados efeitos decorrentes do longo prazo de uso sobre a saúde (Phechkranjang et al., 2017). Com isso, diferentes

estudos são conduzidos na busca de compostos antifúngicos naturais que possam atuar em substituição aos sintéticos atualmente utilizados (Cipolatti et al., 2012; Denardi-Souza et al., 2018; Quiles et al., 2016).

Em outros estudos aplicando a temperatura na redução de micotoxinas, Visconti et al. (2004) determinou desoxinivalenol (DON) em diferentes frações da moagem do trigo contaminado com e no espaguete (feito com o mesmo trigo) antes e depois da cocção, onde foi constatada a redução de DON com o aumento do grau de moagem e cocção do espaguete, havendo repartição de DON entre o espaguete cozido seco e na água da cocção. Samar et al. (2001) verificaram redução de 56% da contaminação de DON pela decomposição térmica quando a massa de pão foi fermentada a 50 °C. Samar et al. (2007) estudaram o efeito de diferentes temperaturas (169, 205 e 243 °C) para a fritura de produtos elaborados com farinha de trigo, verificando redução de 66% de DON a 169 °C. Paccin et al. (2010) demonstraram redução média de DON entre a farinha e seus produtos panificados na ordem de 33% para o pão francês 33% e de 58,5% para o pão de Viena.

Estes relatos mostram que os processos para fabricação de alimentos à base de trigo que apresentam resultados satisfatórios para redução da contaminação inicial são importantes. Em vista disto a Comunidade Européia é a favor do uso de processos de descontaminação física, mas não permite a utilização de processos de descontaminação química, nem a mistura de lotes com o objetivo de diminuir o nível de contaminação abaixo do nível máximo legislado (Pacin et al., 2010; Visconti et al., 2004).

Produtos lácteos e cárneos

A contaminação por micotoxinas deste tipo de produto é oriunda, principalmente, pela contaminação das rações e alimentos que são fornecidas aos animais. Elas são metabolizadas nos organismos e seus metabólitos permanecem nas matérias-primas seja láctea ou carne. Dessa forma, a prevenção da produção de micotoxinas nesses produtos são os cuidados com a alimentação animal, com rações de qualidade e bem armazenadas.

Alguns produtos cárneos curados podem sofrer o ataque fúngico durante seu processamento ou tempo de cura, como o salame, que afetam qualidades sensoriais (Martín et al., 2006). A lavagem das peças para remoção dos bolores que crescem na superfície é o mais indicado, embora estudos atuais estejam direcionados a aplicação de compostos com propriedades antifúngicas na parte externa.

Algumas espécies de fungos toxigênicos, como *Penicillium nordicum*, *Penicillium verrucosum* ou *Aspergillus westerdijkiae* são capazes de se adaptar aos ambientes ricos em NaCl dos produtos cárneos curados a seco (Rodríguez et al., 2014; Schmidt-Heydt et al., 2011; Vipotnik et al., 2017). Estas espécies possuem a capacidade de produzir micotoxinas nos produtos, sendo a ocratoxina A (OTA) a micotoxina mais frequentemente detectada, representando risco de exposição humana e, portanto, uma preocupação de saúde pública (Markov et al., 2013; Pleadin et al., 2015; Rodríguez et al., 2012; Toscani et al., 2007).

Para controlar a incidência de micotoxinas em produtos cárneos, a prevenção do crescimento de fungos toxigênicos é uma questão fundamental (Núñez et al., 2015). Este pode ser eficientemente controlado em vários alimentos com conservantes químicos ou em embalagens de atmosfera modificada. No entanto, alguns estudos consideram esses tratamentos inapropriados para produtos cárneos curados, pois a atividade de fungos benéficos é essencial para suas características sensoriais (Acosta et al., 2009; Bernáldez et al., 2014; Núñez et al., 2015; Rodríguez et al., 2015a, 2015b; Schmidt-Heydt et al., 2011). Portanto, um meio diferente para controlar a contaminação fúngica indesejada em produtos cárneos curados é requerido.

Nos produtos lácteos ocorre a presença, principalmente de aflatoxinas, estas são oriundas da metabolização da Afla B1 no organismo do animal e é excretada no leite, matéria-prima destes produtos (Marimón et al., 2019). Métodos biológicos utilizando *Saccharomyces cerevisiae* são processos fermentativos indicados na literatura como redutores na contaminação por essa micotoxinas, bem como a fermentação por bactérias lácticas que são capazes de reduzir a concentração destas toxinas durante o processamento. Métodos físicos que envolvem a passagem da matéria prima por colunas de absorção, com diferentes materiais absorventes, também são indicados (Scaglioni et al., 2016).

Frutas e legumes

Para frutas e legume a ocorrência de micotoxinas como patulina, ocratoxina e aflatoxinas é proveniente da contaminação fúngica resultante de injúrias na sua superfície ou da degradação ocasionada pelo amadurecimento. As micotoxinas são normalmente encontradas em altas concentrações onde há presença de esporos fúngicos, se difundindo para outras partes sadias do fruto devido sua hidrosolubilidade (Barkai-Golan et al., 2008).

A maçã é a fruta mais frequentemente relatada como contaminada com patulina, embora ela já sido detectada em uvas, cerejas, morangos, pêssegos, ameixas, tomates, bananas, amêndoas, amendoins e avelãs (Moake et al., 2005). Dessa forma, a seleção e separação dos frutos e legumes que apresentem contaminação microbiana dos demais são cruciais para reduzir a contaminação dos produtos derivados destas matérias-primas, como sucos, doces, extratos, entre outros. A aplicação de atmosfera modificada ou filmes comestíveis tem sido estudado para reduzir a contaminação destes alimentos quando consumidos in natura ou minimamente processados.

CONTAMINANTES DE PROCESSAMENTO

Diversos estudos indicam que altas temperaturas podem degradar os ingredientes presentes nos alimentos, provocando a perda de nutrientes ou dando origem a contaminantes não desejáveis e prejudiciais à saúde, os chamados contaminantes neoformados (*Neo-formed contaminants*) (Tabela 1).

Tabela 1. Substâncias presentes nos alimentos com potencial risco à saúde humana.

Contaminante	Fonte de exposição	Referências
Acrilamida	Tubérculos e carne	Ajani et al. (2019)
	Batata	Guo et al. (2019)
	Café	Bagdonaite et al. (2008)
Benzopirenos	Óleo	Chun-Ying et al. (2017)
	Carne	Feng et al. (2005)
Dioxinas	Pescado	Gandhi et al. (2019)
Hidroxiacetilfurfural	Produto de panificação	Yu et al. (2017) e Cao et al. (2018)
Nitrato e nitrito	Pescado	Kalaycıoğlu et al. (2015)

Alguns desses contaminantes passaram a ser abordados, relatados e discutidos na literatura por apresentar alta ocorrência em alimentos. A natureza desses compostos pode ser orgânica ou metálica, sua formação ocorre a partir de diversas fontes no processo de produção, principalmente no processo de degradação térmica (cozimento, tostagem, difusão) de ingredientes, contribuindo para a interação entre ingredientes naturais ou sintéticos do próprio alimento (e.g aminoácidos, proteínas, açúcares, óleos e outros). Desta forma, a população pode estar exposta a esses contaminantes através da dieta. E, como são tóxicos, caso sejam absorvidos, podem exercer efeitos carcinogênicos (Zhivagui et al., 2019), citotóxicos (Osman et al., 2016), neurotóxicos (Arihan et al., 2011), além de afetarem o sistema reprodutivo (Al-Sowayan, 2014).

Assim, tem-se estudado métodos para mitigar o conteúdo desses contaminantes nos alimentos. Os métodos propostos podem ser de origem biológica, química ou física (Dias et al., 2017; Genovese et al., 2019; Passos et al., 2018). Dentre elas podemos citar a redução da disponibilidade de asparagina livre ou açúcares redutores, modificação de ingredientes, além de alteração no tempo de cozimento e temperaturas durante o processo de preparo dos alimentos. Além disso, tem-se usado ingredientes secundários, como ácido cítrico, aminoácidos e cálcio, pois esses podem interferir na formação desses compostos (Anese et al., 2013).

Vale ressaltar que o uso de métodos preventivos como marinada e ingestão de alimentos ricos em polifenóis, cujas propriedades interferem nos efeitos desses contaminantes, evitando, em última instância, os efeitos postimeiros (Teixeira et al., 2014).

CONCLUSÃO

A presença de contaminantes em uma variedade de alimentos populares tornou-se um dos grandes gargalos da indústria de alimentos. A dificuldade de reduzir os níveis de contaminantes em produtos alimentícios é agravado pelo fato de muitos dos compostos tóxicos serem originados durante o processo que conferirem cor, sabor e aroma a um produto final. Entretanto, a redução dos níveis desses contaminantes nos alimentos pode ser alcançada através da modificação e aplicação de processos biológicos, físicos e químicos dentro da cadeia produtiva de alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta R et al. (2009). Selection of antifungal protein-producing molds from dry-cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 135: 39–46.
- Ajani Z et al. (2019). Risk assessment of acrylamide for some commonly eaten fried foods. *Trends in Science & Technology Journal*, 4(1): 149-155.
- Al-Sowayan NS (2014). Effects of acrylamide and children snack food on sex hormones nucleic acid and chromosomes of mature male Wister rats. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(11): 1425-1434.
- Andrade NJ et al. (2014) Decontamination by ultrasound application in fresh fruits and vegetables. *Food Control*, 45: 36-50.
- Anese M et al. (2013). Industrially applicable strategies for mitigating acrylamide, furan, and 5-hydroxymethylfurfural in food. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(43): 10209-10214.
- Arihan O et al. (2011). Effects of oral acrylamide intake on blood viscosity parameters in rats. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 47(1): 45-52.
- Bagdonaite K et al. (2008). Determination of acrylamide during roasting of coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15): 6081-6086.
- Barkai-Golan R et al. (2008). Mouldy fruits and vegetables as a source of mycotoxins: part 1. *World Mycotoxin Journal*, 1(2): 147-159.
- Belz MCE et al. (2012). The effect of sourdough and calcium propionate on the microbial shelf-life of salt reduced bread. *Applied microbiology and biotechnology*, 96(2): 493-501.
- Bernáldez V et al. (2014). Development of a multiplex qPCR method for simultaneous quantification in dry-cured ham of na antifungal-peptide *Penicillium chrysogenum* strain used as protective culture and aflatoxin-producing moulds. *Food Control*, 36: 257–265.
- Cao L et al. (2018). Production of 5-hydroxymethylfurfural from starch-rich food waste catalyzed by sulfonated biochar. *Bioresource Technology*, 252(1): 76-82.
- Charmley LL et al. (1994). Decontamination of *Fusarium* mycotoxins. Eagen Press, St. Paul MN, 421-435.

- Chun-Ying W et al. (2017). Simultaneous determination of aflatoxin and benzopyrene in hogwash oil using ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 863(1): 141-149.
- Cipolatti EP et al. (2012). Application of protein-phenolic based coating on tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Food Science and Technology*, 32(3): 594-598.
- Davidson R et al. (2017). From food defence to food supply chain integrity. *British Food Journal*, 119(1): 52-66.
- Denardi-Souza T et al. (2018). Antifungal effect of phenolic extract of fermented rice bran with *Rhizopus oryzae* and its potential use in loaf bread shelf life extension. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98 (13): 5011-5018.
- Dias FFG et al. (2017). Acrylamide mitigation in French fries using native l-asparaginase from *Aspergillus oryzae* CCT 3940. *LWT - Food Science and Technology*, 76(1): 222-229.
- Feng LJ et al. (2005). Determination of benzo[a]pyrene in charcoal grilled meat samples by HPLC with fluorescence detection. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(1): 581-585.
- Galanakis CM et al. (2018). Control of microbial growth in bakery products fortified with polyphenols recovered from olive mill wastewater. *Environmental Technology & Innovation*, 10: 1-15.
- Gandhi N et al. (2019). Dioxins in Great Lakes fish: Past, present and implications for future monitoring. *Chemosphere*, 222(1): 479-488.
- Genovese J et al. (2019). Important factors to consider for acrylamide mitigation in potato crisps using pulsed electric fields. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 55(1): 18-26.
- Guo K et al. (2019). Non-destructive detection of acrylamide in potato fries with high-power supercontinuum lasers. *Technology and Systems*, 1(1): 1-8.
- Jardim ANO et al. (2009). Chemical dietary exposure and the risks to human health. *Química Nova*, 32(7): 1898-1909.
- Kalaycıoğlu Z et al. (2015). Simultaneous determination of nitrate and nitrite in fish products with improved sensitivity by sample stacking-capillary electrophoresis. *Food Analytical Method*, 9(1): 706-7011.
- Linder W (1996). Decontamination and detoxification of cereals contaminated with mycotoxins.
- Marimón S et al. (2019). Aflatoxin M₁ and B₁ in Colombian milk powder and estimated risk exposure. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 12: 97-104.
- Markov K et al. (2013). Natural occurrence of aflatoxin B₁, ochratoxin A and citrinin in Croatian fermented meat products. *Food Control*, 34: 312-317.
- Martín M et al. (2006). Contribution of a selected fungal population to the volatile compounds on dry-cured ham. *International Journal of Food Microbiology*, 110:8-13.

- Moake MM et al. (2005). Comprehensive review of patulin control methods in foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1: 8–21.
- Norred WP (1993). Fumonisin-mycotoxins produced by *Fusarium moniliforme*. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues*, 38(3): 309-328.
- Núñez F et al. (2015). Selection and evaluation of *Debaryomyces hansenii* isolates as potential bioprotective agents against toxigenic penicillia in dry-fermented sausages. *Food Microbiology*, 46: 114–120.
- Osman MA et al. (2016). Subchronic toxicity of acrylamide in fried rice and preventive effect of grape leaves. *Asian Journal of Biochemistry*, 11(1): 68-81.
- Pacin A et al. (2010). Effect of the Bread making process on wheat flour contaminated by the deoxynivalenol and exposure estimate. *Food Control*, 21: 492–495.
- Passos CP et al. (2018). Pectic polysaccharides as an acrylamide mitigation strategy – competition between reducing sugars and sugar acids. *Food Hydrocolloids*, 81(1): 113-119.
- Phechkrajang CM et al. (2017). Fast and simple method for semiquantitative determination of calcium propionate in bread samples. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(2): 254-259.
- Pleadin J et al. (2015). Survey of aflatoxin B1 and ochratoxin A occurrence in traditional meat products coming from Croatian households and markets. *Food Control*, 52: 71–77.
- Quiles J et al. (2019). Development of an Antifungal and Antimycotoxigenic Device Containing Allyl Isothiocyanate for Silo Fumigation. *Toxins*, 11(3): 137.
- Quiles JM et al. (2016). Occurrence of mycotoxins in refrigerated pizza dough and risk assessment of exposure for the Spanish population. *Food and Chemical Toxicology*, 94: 19-24.
- Rodríguez A et al. (2012). Evaluation of hazard of aflatoxin B1, ochratoxin A and patulin production in dry-cured ham and early detection of producing moulds by qPCR. *Food Control*, 27: 118–126.
- Rodríguez A et al. (2014) The influence of salt (NaCl) on ochratoxin A biosynthetic genes, growth and ochratoxin A production by three strains of *Penicillium nordicum* on a dry-cured ham-based medium. *International Journal of Food Microbiology*, 178: 113–119.
- Rodríguez A et al. (2015a). Effect of selected protective cultures on ochratoxin A accumulation in drycured Iberian ham during its ripening process. *Food Science and Technology (LEB)*, 60: 923–928.
- Rodríguez A et al. (2015b). Relationship between ecophysiological factors, growth and ochratoxin A contamination of drycured sausage based matrices. *International Journal of Food Microbiology*, 194: 71–77.
- Samar MM et al. (2001). Effect of fermentation on naturally occurring deoxynivalenol (DON) I Argentinean bread processing technology. *Food Additives and Contaminants*, 18(11): 1004-1010.

- Samar MM et al. (2007). Deoxynivalenol reduction during the frying process of turnover pie covers. *Food control*, 18: 1295-1299.
- Scaglioni PT et al. (2016). Rice husk as an adsorbent: A new analytical approach to determine aflatoxins in milk. *Talanta (Oxford)*, 152: 423-431.
- Schmidt-Heydt M et al. (2011). The application of transcriptomics to understand the ecological reasons of ochratoxin A biosynthesis by *Penicillium nordicum* on sodium chloridrich dry cured foods. *Trends in Food Science & Technology*, 22: 39–48.
- Teixeira D et al. (2014). Linhas de orientação sobre contaminantes de alimentos. 1 ed. Lisboa: Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável. 14p.
- Toscani T et al. (2007). Determination of ochratoxin A in dry-cured meat products by HPLC-FLD quantitative method. *Journal of Chromatography B*, 855: 242–248.
- Trigo-Stockli DM (2002). Effect of processing on deoxynivalenol and other trichothecenes. *Mycotoxins and food safety*. 181-188p.
- Vipotnik Z et al. (2017). *Aspergillus westerdijkiae* as a major ochratoxin A risk in dry-cured ham based-media. *International Journal of Food Microbiology*, 16: 244–251.
- Visconti A et al. (2004). Reduction of deoxynivalenol during durum wheat processing and spaghetti cooking. *Toxicology Letters*, 153: 181-189.
- Xing F et al. (2014). Growth inhibition and morphological alterations of *Fusarium verticillioides* by Cinnamomun oil and cinnamaldehyde. *Food Control*, 46: 343-350.
- Yu IKM et al. (2017). Catalytic valorization of starch-rich food waste into hydroxymethylfurfural (HMF): Controlling relative kinetics for high productivity. *Bioresource Technology*, 237(1): 222-230.
- Zao Z et al. (2010). Study of the antifungal activity of *Bacillus vallismortis* ZZ185 in vitro and identification of its antifungal components. *Bioresource Technology*, 101(1): 292-297.
- Zhivagui M et al. (2019). Experimental and pan-cancer genome analyses reveal widespread contribution of acrylamide exposure to carcinogenesis in humans. *Genome Research*, 29(4): 521–531.

ÍNDICE REMISSIVO

A

agrotóxicos, 72, 73
 alimentos, 4, 6, 7, 8, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 28,
 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 42, 43, 44, 48, 49,
 50, 56, 58, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81
 aproveitamento, 44, 48, 50

B

bebida alcoólica, 6
 bioacessibilidade, 4, 13, 22, 29, 31, 32, 33, 34,
 35, 36, 37
 bioatividade, 22, 24, 30
 biodisponibilidade, 13, 22, 29, 30, 31, 32
 Brasil, 3, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 30, 32, 35,
 36, 37, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 54,
 56, 57, 58, 62, 63, 68, 69

C

cadeia produtiva, 44, 45, 46, 52, 72, 78
 cloridrato de ractopamina, 56
 contaminantes de processamento, 72

D

Desoxinivalenol, 9

F

farinha de carne e ossos, 56, 57, 59, 66, 70

I

ingestão diária, 13, 57, 58

L

limite
 de detecção, 61
 de quantificação, 61, 66
 máximo de resíduos, 58

M

melhoramento genético, 4, 42, 43, 44, 46, 48, 50,
 51, 52, 54
 metais pesados, 72, 73
 micotoxinas, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 72, 73,
 74, 75, 76

O

Oreochromis niloticus, 42, 53, 55

P

piscicultura, 43, 46, 47, 54
 processamento de alimentos, 4



 **Wesclen Vilar Nogueira**

Graduado em Engenharia de Pesca pela UNIR. Mestre e doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos pela FURG.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

