

# Realidades e perspectivas em Ciência dos Alimentos

Volume II

Wesclen Vilar Nogueira  
Organizador



Wesclen Vilar Nogueira  
(Organizador)

**REALIDADES E PERSPECTIVAS EM  
CIÊNCIA DOS ALIMENTOS  
VOLUME II**



Pantanal Editora

2020

Copyright© Pantanal Editora  
Copyright do Texto© 2020 Os Autores  
Copyright da Edição© 2020 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. Capa e contra-capas: canva.com  
Revisão: O(s) autor(es), organizador(es) e a editora

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Adailson 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. 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. Gabriel Andres Tafur Gomez (Colômbia)
- Prof. Dr. Hebert Hernán Soto González – 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
- Prof. Dr. Leandro Argente-Martínez – ITSON (México)
- Profa. Msc. Lidiane Jaqueline de Souza Costa Marchesan – Consultório em Santa Maria
- Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior – UEG
- 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
- Esp. Camila Alves Pereira
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

#### Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
R288	<p>Realidades e perspectivas em Ciência dos Alimentos [recurso eletrônico] : Volume II / Organizador Wesclen Vilar Nogueira. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2020. 120p.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-88319-27-7 DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786588319277">https://doi.org/10.46420/9786588319277</a></p> <p>1. Alimentos – Análise. 2. Compostos bioativos. 3. Tecnologia de alimentos. I. Nogueira, Wesclen Vilar.</p> <p style="text-align: right;">CDD 664.07</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo dos livros e capítulos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do(s) autor (es). O download da obra é permitido e o compartilhamento desde que sejam citadas as referências dos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

#### **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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Neste segundo volume do E-book *Realidades e Perspectivas em Ciência dos Alimentos* as áreas de abrangência das pesquisas foram expandidas, contribuindo para o acesso ao conhecimento numa linguagem contextualizada e de fácil compreensão.

As pesquisas e reflexões abordadas nos capítulos foram realizadas por pesquisadores de diversas unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Instituições de Ensino Superior (IES) públicas (Universidade Federal do Amazonas, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Espírito Santo, Universidade Federal de Rondônia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Universidade Federal do Rio Grande, Universidade do Estado do Amazonas, Universidade Estadual do Ceará, Universidade Tecnológica Federal do Paraná) e privadas (Centro Universitário IDEAU).

O conteúdo abordado demonstra a multidisciplinaridade da área de Ciência dos Alimentos sobre diferentes aspectos e realidades. As pesquisas abordam desde o emprego de compostos bioativos na produção de alimentos, desenvolvimento de novos produtos, avaliação da composição química e microbiológica de *commodities*, até alternativas para reutilização de resíduos agroindustriais na produção de alimentos.

Que o E-book *Realidades e Perspectivas em Ciência dos Alimentos* seja de grande proveito e, ofereça subsídios teórico-metodológicos para profissionais da área de Ciência dos Alimentos e áreas afins.

**Wesclen Vilar Nogueira**

## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b> .....	4
<b>Capítulo I</b> .....	6
Caracterização e estabilidade do queijo coalho de leite de cabra adicionado de extrato de caju.....	6
<b>Capítulo II</b> .....	23
Extrato de caju: estabilidade da cor frente a distintas condições de processamento .....	23
<b>Capítulo III</b> .....	37
Determinação de parâmetros de qualidade de frutos da região amazônica durante o amadurecimento.....	37
<b>Capítulo IV</b> .....	47
Elaboração e análise sensorial do empanado artesanal de curimatã ( <i>Prochilodus nigricans</i> ) com diferentes farinhas de cobertura.....	47
<b>Capítulo V</b> .....	58
Avaliação de grupos microbianos em pimenta-do-reino obtidas <i>in natura</i> e por secagem em terreiros .....	58
<b>Capítulo VI</b> .....	67
Reintrodução de resíduos agroindustriais na produção de alimentos .....	67
<b>Chapter VII</b> .....	80
Peppers the genera Capsicum as bioactive compounds sources: a review .....	80
<b>Capítulo VIII</b> .....	104
Ocorrência de micotoxinas em grãos e sua relação com compostos fitoquímicos.....	104
<b>Índice Remissivo</b> .....	121

## Reintrodução de resíduos agroindustriais na produção de alimentos

Recebido em: 15/09/2020

Aceito em: 26/09/2020

 10.46420/9786588319277cap6

Ailton Cesar Lemes<sup>1</sup> 

Gabrielle Victoria Gautério<sup>1</sup> 

Gabrieli Oliveira Folador<sup>2</sup> 

Gisele Teixeira de Souza Sora<sup>2</sup> 

Ladyslène Christhyns de Paula<sup>2\*</sup> 

### INTRODUÇÃO

O agronegócio representa um importante setor da economia do Brasil, e se destaca entre as maiores produções de matérias-primas de origem vegetal e animal do mundo. Somente em 2019, o setor foi responsável por 21,4% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (CNA, 2019). A maioria das matérias-primas produzidas pelo setor é processada nas agroindustriais, as quais apresentam grande relevância e são responsáveis por gerar crescimento econômico e empregos para o país (Costa et al., 2013), contribuindo principalmente para o desenvolvimento da agricultura familiar, abastecimento interno e exportações.

As agroindústrias destacam-se pela transformação e agregação de valores às matérias-primas de modo a oferecer diversidade de produtos alimentícios, prolongamento de disponibilidade pelo aumento do prazo de validade e, ainda, pela oferta de alimentos seguros e nutricionalmente adequados (FAO, 2017). No entanto, durante o processamento, são geradas grandes quantidades de resíduos com elevado potencial poluente e com problemas de disposição final devido à alta demanda bioquímica de oxigênio (Lemes et al., 2016a; Oliveira- Filho et al., 2020).

É estimado que mundialmente seja produzido cerca de 1,3 bilhão de toneladas de resíduos por ano a partir do processamento agroindustrial ou perda na cadeia produtiva (FAO, 2013). Por outro lado, é necessário destacar, também, que esses resíduos possuem diversos macro e micro componentes, em especial elevadas concentrações de proteínas, fibras, lipídios, minerais, carboidratos, polifenóis, entre outros. Através de processos ou tecnologias adequadas, esses resíduos podem ser convertidos em produtos de maior valor (Ravindran et al., 2018) ou ingredientes potenciais para aplicação em

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Escola de Química, Departamento de Engenharia Bioquímica (DEB), Avenida Athos da Silveira Ramos, 149, Bloco E, Sala 203, 21941-909, Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

<sup>2</sup> Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Departamento de Engenharia de Alimentos - DENGEA, Avenida Tancredo Neves, 3450 - Setor Institucional - 76872-862, Ariquemes-RO – Brasil.

\* Autora correspondente: ladyslène.paula@unir.br

produtos alimentícios, bebidas (Lemes et al., 2012; Egea et al., 2018; Guimarães et al., 2018) ou produtos biotecnológicos de interesse industrial (Lemes et al., 2016b; Paula et al., 2020).

Assim, é importante a adoção de mecanismos adequados para aproveitamento integral desses resíduos para que possam ser reintroduzidos na cadeia agroalimentar, reduzindo impactos ambientais e, ainda, promovendo o enriquecimento nutricional, sensorial e melhoria das propriedades tecnológicas dos alimentos. Neste contexto, este capítulo fornece uma visão geral dos principais aspectos dos resíduos produzidos pelas agroindústrias e tecnologias para reintrodução na cadeia agroalimentar de acordo com as seções: i) classificação de resíduos; ii) tratamentos aplicados aos resíduos; iii) aplicação dos resíduos em produtos alimentícios; iv) conclusão e perspectivas.

## **CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS**

Os resíduos agroindustriais podem ser divididos em produtos de origem vegetal ou animal e incluem uma diversidade de materiais, como por exemplo: cascas, caules, sementes, folhas, farelos, bagaço, sangue, miúdos, vísceras, escamas, entre outros, sendo gerados principalmente em laticínios, abatedouros, indústrias de processamento de carnes, grãos, frutas e hortaliças (Shabeer et al., 2016). De modo geral, os resíduos de origem vegetal apresentam elevados teores de fibras alimentares, carboidratos e compostos fenólicos (Amorim, 2016; Egea et al., 2018), enquanto os resíduos de origem animal apresentam em sua composição, principalmente, elevados teores de proteínas e lipídeos (Luca; Reis, 2002; Haraguchi et al., 2006), os quais podem ser potencialmente aplicados no desenvolvimento de alimentos. Os impactos associados a esses resíduos decorrem da alta geração em termos quantitativos e da lenta degradabilidade em certos casos, e, em outros, da geração de subprodutos que podem ser tóxicos, cumulativos ou de difícil degradação (IPEA, 2012).

A indústria de processamento de produtos de origem animal, principalmente abate, gera grandes volumes de resíduos como sangue, ossos, aparas de carne, pele, tecidos adiposos, tripas, chifres, cascos, pés, penas, escamas, crânio e vísceras. Contudo, mais da metade desses resíduos não são adequados para consumo *in natura*, devido às suas características físicas e químicas incomuns, resultando em perda de receita e aumento de custo para descarte adequado. Por outro lado, esses materiais podem ser submetidos a tratamentos adequados como hidrólise, cozimento e a fermentação, que são capazes de modificar as propriedades dos resíduos e serem reincorporados adequadamente a novos produtos alimentícios, promovendo maior valor agregado e aumento de lucratividade para o setor (Mullen et al., 2017).

Os laticínios são, também, potenciais fontes de geração de resíduos sólidos e líquidos, destacando-se principalmente a produção de soro com elevados teores de lactose e proteínas que podem ser convertidos em ingredientes com propriedades adequadas para inclusão em matrizes alimentares

distintas (Chandrajith; Karunasena, 2018). Ainda, os resíduos de laticínios podem possuir bioatividades importantes para a saúde e propriedades de conservação dos produtos onde são adicionados (Keska et al., 2019).

Entre os vegetais, as frutas e hortaliças, além de raízes e tubérculos, têm as maiores taxas de desperdício quando comparado a outros alimentos, representando de 40 a 50% das perdas globais anualmente. Além disso, 39% desse desperdício de alimentos ocorre durante os processos de fabricação e, deste modo, contribuem significativamente para o grande volume de resíduos que necessitam de destino adequado (FAO, 2017).

Os resíduos de origem vegetal, como os obtidos no processamento de cereais, compreendem uma parte importante da cadeia produtiva de alimentos. Durante o processo de refino de cereais, são coproduzidos diferentes resíduos, que contém além dos nutrientes regulares como proteínas, lipídeos, fibras alimentares, vitaminas e minerais, os chamados fitoquímicos, como fitoesteróis, polifenóis e ácidos fenólicos, que podem fornecer um amplo espectro de atividades biológicas e outros benefícios para a saúde (Skendi et al., 2020).

Em virtude da riqueza de sua composição, além de evitar acúmulos, os resíduos podem ser aplicados no desenvolvimento de alimentos aprimorados do ponto de vista nutricional e tecnológico, seja através do uso integral ou de componentes extraídos dos resíduos. Apesar de apresentarem composição nutricional rica em determinados componentes, podem ser necessários a adoção de tratamentos complementares de modo a promover a transformação dos resíduos, permitindo sua aplicação de maneira adequada, seja pela necessidade de modificação estrutural, redução de tamanho, eliminação de componentes antinutricionais, ou qualquer outro fator necessário para viabilidade de aplicação (Jayathilakan et al., 2012; Lemes et al., 2016a).

## **TRATAMENTOS APLICADOS AOS RESÍDUOS PARA TRANSFORMAÇÃO EM INGREDIENTE ALIMENTAR**

Resíduos alimentares podem apresentar macro e micro componentes de elevado valor nutricional, bioatividade e caráter tecnológico, que justificam o reaproveitamento e incorporação em novos produtos alimentícios. Contudo, ações apropriadas devem ser tomadas para transformar os resíduos em ingredientes para posterior uso. Essas ações compreendem os tratamentos aplicados aos resíduos inteiros, de modo a preservá-los das possíveis reações que levam à sua degradação, e torná-los adequados para futura incorporação nas matrizes alimentícias. Ainda, as ações também envolvem procedimentos que permitam obter componentes individuais e/ou misturas de componentes, que serão adicionados no novo produto alimentício para fins sensoriais, nutricionais, funcionais e tecnológicos.

Jayathilakan et al. (2012) mencionam que as estratégias aplicadas aos resíduos para seu posterior uso em alimentos estão intimamente relacionadas às origens de suas matérias-primas.

Dentre os tratamentos aplicados aos resíduos inteiros, a secagem direta, seguida da redução de tamanho, é a operação mais comum devido à economia e simplicidade de operação. Adicionalmente, o resíduo seco, na maioria das vezes, é facilmente incorporado em matrizes alimentícias, principalmente tratando-se de resíduos de vegetais (Abreu et al., 2019; Egea et al., 2018; Martinez-Giron et al., 2017; Reis et al., 2020). Alguns resíduos oriundos de frutas e legumes, tais como as cascas, as sementes, os talos, os bagaços, entre outros, são secos sob temperatura controlada e circulação forçada do ar; após, têm seu tamanho reduzido até a obtenção de uma farinha uniforme (Crizel et al., 2016; Reis et al., 2020; Resende et al., 2019).

A temperatura varia conforme a matriz do resíduo e deve ser avaliada no processo de secagem, de modo que esta cause a mínima degradação possível dos componentes da farinha. Em geral, resíduos de frutas e legumes são submetidos à secagem em torno de 45 a 65 °C (Crizel et al., 2016; Ferreira et al., 2015; Resende et al., 2019), mas algumas matrizes, tais como casca de laranja e maracujá, resíduos de mandioca, palmito pupunha e soja também permitem a aplicação de temperaturas mais elevadas (Egea et al., 2018; Garcia et al., 2020; Reis et al., 2020). Adicionalmente, os resíduos também podem ser submetidos à secagem a vácuo para a preservação dos seus componentes (Savlak et al., 2016). Menos frequente, a liofilização é aplicada para obtenção do resíduo desidratado e em forma de pó (Marques et al., 2015).

A maceração é um dos procedimentos mais simples e de baixo custo para extração de compostos e óleos essenciais a partir de resíduos vegetais. O processo é composto por uma série de etapas, tais como moagem completa do vegetal, mistura do material moído com solvente adequado, descarte do solvente, prensagem do resíduo sólido e filtração. A extração pode ser acompanhada de agitação para aumentar a taxa de extração (Sagar et al., 2018). Em maior escala, óleos oriundos de resíduos alimentares são comumente extraídos através de prensagem a frio e hidrodestilação (Gavahian et al., 2019).

A extração sólido-líquido é um dos métodos mais utilizados na extração de pectina, fibras dietéticas, óleos, pigmentos e compostos fenólicos dos resíduos alimentares de origem vegetal (Gulzar et al., 2020). A escolha do solvente depende do componente a ser extraído, onde ácidos minerais ou orgânicos podem ser aplicados na extração de pectina (Marić et al., 2018), enquanto álcoois podem ser utilizados na obtenção de antocianinas (Vargas et al., 2017a) e carotenoides (Vargas et al., 2017b). Em geral utiliza-se a extração com etanol devido ao seu uso permitido na indústria de alimentos. Em alguns casos a água pode ser utilizada como solvente extrator, porém com certas limitações, permitindo que apenas espécies solúveis sejam extraídas. Outros solventes, como o metanol, apresentam boa capacidade

extratora e menor custo, porém impedem a aplicação posterior do extrato em nova matriz alimentícia, devido à sua natureza não alimentar (Fritsch et al., 2017). A extração sólido-líquido também pode ocorrer sob aquecimento (Sagar et al., 2018).

Devido à carga microbiana e possível presença de príons em resíduos do abate de animais, estes devem ser submetidos à segregação e hidrólise térmica ou alcalina para desativação dos patógenos, antes de serem utilizados para extração de proteínas de interesse (Toldrá et al., 2016). Proteínas presentes em tecidos residuais do abate (peças cárneas não comestíveis, gordura, penas e sangue) apresentam baixa solubilidade em água, sendo necessário o emprego do calor, de produtos químicos, de enzimas, ou a combinação destes, para a sua recuperação (Adhikari et al., 2018). Resíduos como peles, ossos e cartilagens são tratados com ácidos para extração do colágeno que, posteriormente, é submetido à desnaturação térmica ou hidrólise enzimática para obtenção de gelatina (Baiano, 2014; Jayathilakan et al., 2012). Proteínas de resíduos do abate de bovinos (Lynch et al., 2018), de suínos (Hrynets et al., 2010), de frangos (Colemebergue et al., 2019) e de pescados (Freitas et al., 2011; Surasani et al., 2017) são comumente recuperadas por solubilização ácida ou alcalinas seguido de precipitação isoelétrica. Resíduos da indústria de laticínios, tais como soro de queijo, são altamente ricos em proteínas, podendo estas serem recuperadas por técnicas de separação por membranas (Mirabella et al., 2014).

Resíduos proteicos, em especial o sangue e o plasma, são ricos em proteínas (Bah et al., 2015), as quais podem ser fracionadas à peptídeos para posterior incorporação em alimentos funcionais. O fracionamento pode ocorrer através de hidrólise em meio aquoso sob condições controladas utilizando enzimas proteolíticas (alcalase, pepsina, termolisina, tripsina) (Toldrá et al., 2016). A recuperação da proteína hidrolisada envolve a desativação das enzimas proteolíticas e posterior processamento do hidrolisado, esta última envolvendo etapas de separação sólido/líquido (centrifugação), fracionamento (separação por membranas) e secagem por *spray drying* ou à vácuo. A hidrólise enzimática apresenta a vantagem de ser altamente seletiva e conduzida sob condições relativamente brandas (pH e temperatura) (Adhikari et al., 2018), no entanto, o longo processo de operação e a quantidade de enzima, limitam sua aplicação (Adhikari et al., 2018; Marciniak et al., 2018).

Outras tecnologias têm sido estudadas e aplicadas na extração de diversos componentes de resíduos alimentares, tais como: extração assistida por ultrassom, micro-ondas, campos elétricos pulsados ou descargas elétricas de alta voltagem; extração utilizando fluidos sub e supercríticos ou líquidos pressurizados; extração assistida por enzimas; pervaporação e separação por membranas (micro e ultrafiltração) (Baiano, 2014; Galanakis et al., 2015; Sagar et al., 2018). No entanto, existe uma lacuna na aplicação de algumas tecnologias em larga escala devido ao elevado custo operacional e consumo de energia (Galanakis et al., 2015).

Superada a etapa de tratamento e fracionamento dos componentes de interesse, as matérias-primas tratadas e/ou os componentes isolados podem ser aplicados em matrizes alimentares visando incremento das propriedades sensoriais, nutricionais e tecnológicas, sendo de fundamental importância a avaliação das alterações causadas pela incorporação.

## **APLICAÇÃO DOS RESÍDUOS EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS**

Diversos estudos foram desenvolvidos no sentido de incentivar a exploração e aplicação dos resíduos em novos produtos, em especial alimentos e bebidas, o que contribui para o desenvolvimento de uma cadeia de valorização sustentável, seja do ponto de vista ambiental, econômico, nutricional ou social. Entre os resíduos mais utilizados no desenvolvimento e enriquecimento de alimentos, tanto por meio da incorporação direta quanto após tratamento para modificações de suas propriedades, destacam-se os resíduos provenientes de cereais, frutas, hortaliças, carnes, pescados e da indústria láctea.

Esses resíduos podem ser utilizados como ingredientes para a obtenção de alimentos com características nutricionais, sensoriais e tecnológicas requeridas pelos fabricantes e, principalmente, pelos consumidores finais. Neste sentido, diversos resíduos agroindustriais foram modificados para atender as necessidades de aplicação nas matrizes alimentares, visando, por exemplo, redução da complexidade estrutural, melhora de solubilidade, biodisponibilidade de micro nutrientes e, ainda, a redução de fatores antinutricionais, que poderiam afetar nutricionalmente sua inclusão (Luithui et al., 2019).

Após o tratamento dos resíduos, estes podem apresentar maior funcionalidade e digestibilidade, estando aptos para serem utilizados na elaboração de produtos alimentícios convencionais, mas com maior valor agregado, tais como pães (Martins et al., 2017; Reis et al., 2020; Rosell et al., 2001), massas (Levent et al., 2020), biscoitos (Abreu et al., 2019; Egea et al., 2018; Garcia et al., 2020), bolos (Martínez-Giron et al., 2017), barras de cereais (Showkat et al., 2018), cereais matinais (Ferreira et al., 2015; Grasso, 2020), mingaus instantâneos (Sharma et al., 2016), e pastas vegetais (Guimarães et al., 2018). Além disso, alguns resíduos apresentam potencialidade como agente espessante, substitutos de gordura e estabilizadores, conferindo abordagens promissoras (Frauenlob et al., 2017).

Os resíduos podem ser usados a um custo relativamente baixo em formulações de alimentos, substituindo parcialmente ingredientes calóricos, tais como gorduras, farinhas, amidos ou açúcares (García-Amezquita et al., 2018), como aditivos funcionais, aromatizantes, corantes e texturizantes, principalmente por esses conterem quantidades relevantes de compostos bioativos, como ácidos fenólicos, flavonoides, ou por apresentar propriedades antimicrobianas e antioxidantes, como lignanas e estilbenos (Ayala-Zavala et al., 2011).

Dos resíduos do processamento, frutas e vegetais representam 61% dos principais resíduos utilizados com maior frequência no enriquecimento de produtos de origem animal, bebidas, laticínios, produtos de panificação, entre outros. A alta utilização está relacionada aos altos teores de compostos com atividade antioxidante (Trigo et al., 2020). A aplicação de resíduos de frutas e vegetais não se limita apenas aos grupos de alimentos mencionados, há relatos de aplicações em inúmeros setores da indústria de alimentos, como doces (Kumar et al., 2018), purês de frutas (Bobinaitė et al., 2016) e mostarda (Davis et al., 2018).

Devido à crescente demanda por produtos com elevado teor proteico e biológico na indústria de alimentos, os resíduos de origem animal se mostram como os principais responsáveis por suprir tal demanda (Anzani et al., 2020). O tratamento aplicado aos resíduos animais, ricos em colágeno, possibilita a posterior obtenção de compostos como a gelatina, sendo utilizada em sopas, molhos, sobremesas, lácteos e ainda, como invólucro e embalagens para alimentos (Ferraro et al., 2016). Outro resíduo de considerável importância é o plasma sanguíneo, que apresenta propriedades emulsificantes, gelificantes, espumantes e de solubilidade, sendo incorporado como um aglutinante em produtos cárneos, substitutos de ovos em produtos panificáveis e substitutos de gordura e polifosfatos (Ofori; Hsieh, 2011). Por fim, estudos mais recentes, tem destacado a produção de peptídeos bioativos com bioatividades variadas, incluindo propriedades antioxidantes, antimicrobianas e anti-hipertensivas, obtidos a partir da hidrólise de resíduos de origem animal, principalmente, cárneos e pescados (Borrajo et al., 2019; Lafarga et al., 2017).

## CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Dentro da perspectiva de biorrefinaria, a reintrodução efetiva dos resíduos na cadeia agroalimentar ainda carece de tecnologias que permitam a integração dos processos de produção do alimento e recuperação do(s) resíduo(s) gerado(s) na mesma unidade industrial, fato este que deve ser explorado. Tem-se também como perspectivas futuras, o aprimoramento e o desenvolvimento de tecnologias para o tratamento eficiente de resíduos alimentares, que preservem os componentes da matriz e possibilitem a incorporação do resíduo em novos produtos. Não menos importante, projeta-se o constante desenvolvimento de produtos alimentícios incorporados de resíduos e/ou de seus componentes previamente extraídos

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu J, Quintino I, Pascoal G, Postinger B, Cadena R, Teodoro A (2019). Antioxidant capacity, phenolic compound content and sensory properties of cookies produced from organic grape peel (*Vitis labrusca*) flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4): 1215-1224.

- Adhikari B, Chae M, Bressler D (2018). Utilization of slaughterhouse waste in value-added applications: recent advances in the development of wood adhesives. *Polymers*, 10(2): 176.
- Amorim QS (2016). Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia. 89p.
- Anzani C, Boukid F, Drummond L, Mullen AM., Álvarez C (2020). Optimising the use of proteins from rich meat co-products and non-meat alternatives: nutritional, technological and allergenicity challenges. *Food Research International*, 137: 109575.
- Ayala-Zavala JF, Vega-Vega V, Rosas-Domínguez C, Palafox-Carlos H, Villa-Rodríguez JA, Siddiqui MW, Dávila-Aviña JE, González-Aguilar GA (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44(7): 1866-1874.
- Bah CSF, Bekhit AE-DA, Carne A, McConnell MA (2015). Production of bioactive peptide hydrolysates from deer, sheep and pig plasma using plant and fungal protease preparations. *Food Chemistry*, 176: 54-63.
- Baiano A (2014). Recovery of biomolecules from food wastes – a review. *Molecules*, 19(9): 14821-14842.
- Bobinaitė R, Viskelis P, Bobinas Č, Miežlienė A, Alenčikienė G, Venskutonis PR (2016). Raspberry marc extracts increase antioxidative potential, ellagic acid, ellagitannin and anthocyanin concentrations in fruit purees. *LWT - Food Science and Technology*, 66: 460-467.
- Borrajo P, Pateiro M, Barba FJ, Mora L, Franco D, Toldrá F, Lorenzo JM (2019). Antioxidant and antimicrobial activity of peptides extracted from meat by-products: a review. *Food Analytical Methods*, 12(11): 2401-2415.
- Chandrajith G, Karunasena D (2018). Applications of whey as a valuable ingredient in food industry. *Journal of Dairy & Veterinary Sciences*, 6(5): 555698
- CNA (2019). PIB do agronegócio cresce 3,81% em 2019. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/>>. Acesso em: 02/09/2020.
- Colembergue JP, Souza MM, Prentice-Hernández C (2019). Influence of process conditions used to obtain protein isolates from chicken feather meal. *International Food Research Journal*, 26(4): 1351–1357.
- Costa CCD, Guilhoto JJM, Imori D (2013). Importância dos setores agroindustriais na geração de renda e emprego para a economia brasileira. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 51: 787-814.
- Crizel TM, Hermes VS, Rios AO, Flôres SH (2016). Evaluation of bioactive compounds, chemical and technological properties of fruits byproducts powder. *Journal of Food Science and Technology*, 53(11): 4067-4075.

- Davis L, Jung J, Colonna A, Hasenbeck A, Gouw V, Zhao Y (2018). Quality and consumer acceptance of berry fruit pomace-fortified specialty mustard. *Journal of Food Science*, 83(7): 1921-1932.
- Egea MB, Bolanho BC, Lemes AC, Bragatto MM, Silva MR, Carvalho JCM, Danesi EDG (2018). Low cost cassava, peach palm and soy by-products for the nutritional enrichment of cookies: physical, chemical and sensorial characteristics. *International Food Research Journal*, 25(3): 1204-1212.
- FAO (2013). Food waste harms climate, water, land and biodiversity – new FAO report. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/food-waste-harms-climate-water-land-and-biodiversity-new-fao-report>>. Acesso em: 02/08/20.
- FAO (2017). *The future of food and agriculture - trends and challenges*. (Ed.) Food and Agriculture Organization of United Nations, Roma. 180 p.
- Ferraro V, Anton M, Santé-Lhoutellier V (2016). The “sisters”  $\alpha$ -helices of collagen, elastin and keratin recovered from animal by-products: functionality, bioactivity and trends of application. *Trends in Food Science & Technology*, 51: 65-75.
- Ferreira MS, Santos MC, Moro TM, Basto GJ, Andrade RM, Gonçalves ÉC (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal Food Science Technology*, 52(2): 822-830.
- Frauenlob J, Moriano ME, Innerkofler U, D'Amico S, Lucisano M, Schoenlechner R (2017). Effect of physicochemical and empirical rheological wheat flour properties on quality parameters of bread made from pre-fermented frozen dough. *Journal of Cereal Science*, 77: 58-65.
- Freitas IR, Gautério GV, Rios DG, Prentice C (2011). Functionality of protein isolates from Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) residue obtained using pH shift processing. *Journal of Food Science and Engineering*, 1: 374-378.
- Fritsch C, Stähler A, Happel A, Cubero Márquez M, Aguiló-Aguayo I, Abadias M, Gallur M, Cigognini I, Montanari A, López M, Suárez-Estrella F, Brunton N, Luengo E, Sisti L, Ferri M, Belotti G (2017). Processing, valorization and application of bio-waste derived compounds from potato, tomato, olive and cereals: a review. *Sustainability*, 9: 1492.
- Galanakis CM, Barba FJ, Prasad KN (2015). Cost and safety issues of emerging technologies against conventional techniques. In: Galanakis CM (Ed). *Food Waste Recovery*. Academic Press: San Diego, 321-336.
- García-Amezquita LE, Tejada-Ortigoza V, Serna-Saldivar SO, Welti-Chanes J (2018). Dietary fiber concentrates from fruit and vegetable by-products: processing, modification, and application as functional ingredients. *Food and Bioprocess Technology*, 11(8): 1439-1463.

- Garcia MV, Milani MS, Ries EF (2020). Production optimization of passion fruit peel flour and its incorporation into dietary food. *Food Science Technology International*, 26(2): 132-139.
- Gavahian M, Chu Y-H, Mousavi Khaneghah A (2019). Recent advances in orange oil extraction: an opportunity for the valorisation of orange peel waste a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(4): 925-932.
- Grasso S (2020). Extruded snacks from industrial by-products: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 99: 284-294.
- Guimarães RM, Silva TE, Lemes AC, Boldrin MCF, Silva MAP, Silva FG, Egea MB (2018). Okara: a soybean by-product as an alternative to enrich vegetable paste. *LWT - Food Science and Technology*, 92: 593-599.
- Gulzar S, Raju N, Chandragiri Nagarajarao R, Benjakul S (2020). Oil and pigments from shrimp processing by-products: extraction, composition, bioactivities and its application - a review. *Trends in Food Science & Technology*, 100: 307-319.
- Haraguchi FK, Abreu WCD, Paula HD (2006). Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Revista de Nutrição*, 19: 479-488.
- Hrynets Y, Omana DA, Xu Y, Betti M (2010). Effect of acid- and alkaline-aided extractions on functional and rheological properties of proteins recovered from mechanically separated turkey meat (MSTM). *Journal Food Science*, 75(7): E477-E486.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2012). *Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agropecuario e agroindústrias associadas (relatório de pesquisa)* (Ed.) IPEA, Brasília. 134 p.
- Jayathilakan K, Sultana K, Radhakrishna K, Bawa AS (2012). Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of food science and technology*, 49(3): 278-293.
- Keska P, Wójciak KM, Stadnik J (2019). Bioactive peptides from beef products fermented by acid whey in vitro and in silico study. *Scientia Agricola*, 76: 311-320.
- Kumar V, Kushwaha R, Goyal A, Tanwar B, Kaur J (2018). Process optimization for the preparation of antioxidant rich ginger candy using beetroot pomace extract. *Food Chemistry*, 245: 168-177.
- Lafarga T, Álvarez C, Hayes M (2017). Bioactive peptides derived from bovine and porcine co-products: a review. *Journal of Food Biochemistry*, 41(6): e12418.
- Lemes AC, Sala L, Ores JC, Braga ARC, Egea MB, Fernandes KF (2016a). A review of the latest advances in encrypted bioactive peptides from protein-rich waste. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6): 1-24.

- Lemes AC, Alvares GT, Egea MB, Brandelli A, Kalil SJ (2016b). Simultaneous production of proteases and antioxidant compounds from agro-industrial by-products. *Bioresource Technology*, 222: 210-216.
- Lemes AC, Takeuchi KP, Carvalho JCM, Danesi EDG (2012). Fresh pasta production enriched with *Spirulina platensis* biomass. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55: 741-750.
- Levent H, Koyuncu M, Bilgiçli N, Adıgüzel E, Dedeoğlu M (2020). Improvement of chemical properties of noodle and pasta using dephytinized cereal brans. *LWT - Food Science and Technology*, 128: 109470.
- Luca GC, Reis BF (2002). Espectrofotometria de proteínas totais em plasma de sangue bovino por análise em fluxo. *Scientia Agricola*, 59: 251-256.
- Luithui Y, Baghya Nisha R, Meera MS (2019). Cereal by-products as an important functional ingredient: effect of processing. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1): 1-11.
- Lynch SA, Álvarez C, O'Neill EE, Keenan DF, Mullen AM (2018). Optimization of protein recovery from bovine lung by pH shift process using response surface methodology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(5): 1951-1960.
- Marciniak A, Suwal S, Naderi N, Pouliot Y, Doyen A (2018). Enhancing enzymatic hydrolysis of food proteins and production of bioactive peptides using high hydrostatic pressure technology. *Trends in Food Science & Technology*, 80: 187-198.
- Marić M, Grassino AN, Zhu Z, Barba FJ, Brnčić M, Rimac Brnčić S (2018). An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and by-products: ultrasound-, microwaves-, and enzyme-assisted extraction. *Trends in Food Science & Technology*, 76: 28-37.
- Marques TR, Corrêa AD, Alves APC, Simão AA, Pinheiro AC, Ramos VO (2015). Cereal bars enriched with antioxidant substances and rich in fiber, prepared with flours of acerola residues. *Journal Food Science Technology*, 52(8): 5084-5092.
- Martinez-Giron J, Figueroa-Molano AM, Ordonez-Santos LE (2017). Effect of the addition of peach palm (*Bactris gasipaes*) peel flour on the color and sensory properties of cakes. *Food Science and Technology*, 37: 418-424.
- Martins ZE, Pinho O, Ferreira IMPLVO (2017). Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. *Trends in Food Science & Technology*, 67: 106-128.
- Mirabella N, Castellani V, Sala S (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner Production*, 65: 28-41.
- Mullen AM, Álvarez C, Zeugolis DI, Henschion M, O'Neill E, Drummond L (2017). Alternative uses for co-products: harnessing the potential of valuable compounds from meat processing chains. *Meat Science*, 132: 90-98.

- Ofori J, Hsieh P (2011). Blood-derived products for human consumption. *Revelation and Science*, 1(01): 14-21.
- Oliveira-Filho JG, Rodrigues JM, Valadares ACF, Almeida AB, Valencia-Mejia E, Fernandes KF, Lemes AC, Alves CCF, Sousa HAF, Silva ER, Egea MB, Dyszy FH (2020). Bioactive properties of protein hydrolysate of cottonseed byproduct: antioxidant, antimicrobial, and angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitory activities. *Waste and Biomass Valorization*, 1-10.
- Paula LC, Lemes AC, Neri HFS, Batista KA, Fernandes KF (2020). Antioxidant and antiperoxidative effect of polypeptides from common beans (*Phaseolus vulgaris*, cv BRS Pontal). *Brazilian Journal of Development*, 6(7): 50569-50580.
- Ravindran R, Hassan SS, Williams GA, Jaiswal AK (2018). A review on bioconversion of agro-industrial wastes to industrially important enzymes. *Bioengineering*, 5(4): 93.
- Reis, LCR, Facco EMP, Salvador M, Flôres SH, Rios AO (2020). Characterization of orange passion fruit peel flour and its use as an ingredient in bakery products. *Journal of Culinary Science & Technology*, 18(3): 214-230.
- Resende LM, Franca AS, Oliveira LS (2019). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food Chemistry*, 270: 53-60.
- Rosell CM, Rojas JA, Barber CBd (2001). Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*, 15(1): 75-81.
- Sagar NA, Pareek S, Sharma S, Yahia EM, Lobo MG (2018). Fruit and vegetable waste: bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(3): 512-531.
- Savlak N, Türker B, Yeşilkanat N (2016). Effects of particle size distribution on some physical, chemical and functional properties of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 213: 180-186.
- Shabeer M, Sultan MT, Abrar M, Suffyan Saddique M, Imran M, Saad Hashmi M, Sibte-Abbas M (2016). Utilization of defatted mango kernel in wheat-based cereals products: nutritional and functional properties. *International Journal of Fruit Science*, 16(4): 444-460.
- Sharma SK, Bansal S, Mangal M, Dixit AK, Gupta RK, Mangal AK (2016). Utilization of food processing by-products as dietary, functional, and novel fiber: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(10): 1647-1661.
- Showkat S, Dar AH, Khan S (2018). Effect of mung bean and rice on physico-chemical, sensory and microstructural properties of cereal bars. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 10(4): 70-78.

- Skendi A, Zinoviadou K, Papageorgiou M, Rocha J (2020). Advances on the valorisation and functionalization of by-products and wastes from cereal-based processing industry. *Foods*, 9(9): 1243.
- Surasani VKR, Tyagi A, Kudre T (2017). Recovery of proteins from rohu processing waste using pH shift method: characterization of isolates. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(3): 356-365.
- Toldrá F, Mora L, Reig M (2016). New insights into meat by-product utilization. *Meat Science*, 120: 54-59.
- Trigo JP, Alexandre EMC, Saraiva JA, Pintado ME (2020). High value-added compounds from fruit and vegetable by-products - characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(8): 1388-1416.
- Vargas EF, Jablonski A, Flôres SH, Rios AO. (2017a). Obtention of natural dyes from industrial blackberry pulp residues (*Rubus* sp). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1): e12777.
- Vargas EF, Jablonski A, Flôres SH, Rios AO (2017b). Waste from peach (*Prunus persica*) processing used for optimisation of carotenoids ethanolic extraction. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(3): 757-762.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

*Anacardium occidentale*, 20, 24, 34  
 antioxidants, 78, 85, 91, 94  
 armazenamento, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,  
 18, 19, 20, 21, 24, 25, 27, 29, 33, 40, 41, 42,  
 43, 44, 59, 62, 63, 64, 103, 104, 105, 106,  
 109, 112  
*Astrocaryum murumuru*, 37, 44

### B

bioactive compounds, 74, 78, 80, 81, 85, 86,  
 88, 90, 91, 96  
 biorrefinaria, 73

### C

cabra, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20,  
 22  
 capsaicin, 80, 81, 83, 85, 86, 92, 94, 95, 97, 99,  
 100, 102  
 carotenoides, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 20,  
 21, 23, 24, 29, 34, 35, 70  
 condições de processamento, 24  
 contaminação, 59, 63, 64, 105, 106, 109, 111,  
 112  
 cor, 8, 10, 11, 16, 17, 19, 23, 24, 25, 26, 27, 28,  
 29, 32, 33, 34, 38, 39, 53, 55, 103  
 Cor, 13, 17  
 curimatã, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57

### D

DCCR, 25, 26

### E

empanado, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 55, 56  
 estabilidade, 6, 7, 15, 20, 21, 23, 24, 29  
*Eugenia stipitata*, 37  
 extrato de caju, 6, 7, 8, 12, 13, 15, 17, 18, 20,  
 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33

### F

farinha, 49, 50, 53, 55, 56, 70  
 fibras residuais, 7, 8, 23, 24  
 fitoquímicos, 69, 102, 103, 104, 108, 110, 111,  
 112  
 free radicals, 85, 86

### G

grãos, 50, 59, 68, 102, 103, 104, 105, 106, 107,  
 109, 111, 112

### I

incorporação, 7, 8, 14, 15, 17, 25, 69, 71, 72, 73  
 Instrumental analyzes, 90

### M

metabólitos, 103, 110  
 micotoxinas, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108,  
 109, 110, 111, 112

### N

novos produtos, 68, 69, 72, 73

### P

parâmetros de qualidade, 37, 39, 40, 41, 43  
 pH, 10, 12, 13, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32,  
 33, 34, 35, 40, 41, 42, 51, 71, 75, 77, 79, 88,  
 105  
 phenolic, 73, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 96, 99,  
 101, 113, 114, 115, 116, 117, 118  
*Piper nigrum* L., 58  
 pipericultores, 58  
 processamento, 6, 8, 12, 23, 24, 26, 27, 28, 29,  
 32, 34, 37, 46, 50, 58, 60, 62, 63, 67, 68, 69,  
 71, 73, 105

### Q

qualidade microbiológica, 11, 16, 17, 59  
 queijo coalho, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 19,  
 20, 21

**R**

reaproveitamento, 69  
*Rhollinea Orthopetala*, 37

**S**

Secagem, 45  
sensorial, 11, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 47, 53,  
54, 55, 56, 57, 68, 75

**T**

temperatura, 8, 9, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32,  
33, 34, 39, 41, 46, 60, 70, 71, 105  
triturado, 50, 51, 52, 53, 54

**V**

valor agregado, 68, 72  
vida útil, 42, 43, 64



** Wesclen Vilar Nogueira**

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

ISBN 978-658831927-7



**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](mailto:contato@editorapantanal.com.br)