

VALORIZAÇÃO DE COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS NA FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS: potencial tecnológico e sustentabilidade - uma revisão

**Daniela Gomes de Moura^{1*}, Vinícius Serafim Coelho², Catiele Silva de Oliveira³, Ana
Luiza Mendes Nunes da Silva⁴**

^{1*} Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. ORCID 0009 0007-3832-6451, E-mail: danielagomes2014@outlook.com

² Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. ORCID 0000-0002-0716-9787, E-mail: viniciusserafimcoelho16@gmail.com

³ Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. ORCID 0000-0002-4331-3993, E-mail: catielesilva@ufmg.br

⁴ Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. ORCID 0009-0006-2796-7686, E-mail: anluizamendess@gmail.com

RESUMO

O setor agroindustrial gera grandes volumes de resíduos provenientes do processamento de frutas e hortaliças, como cascas, sementes e talos, os quais frequentemente são descartados. No entanto, esses coprodutos possuem elevado valor nutricional, pois são ricos em fibras alimentares, compostos bioativos, minerais e antioxidantes. Diante desse contexto, a valorização desses resíduos tem sido amplamente estudada como alternativa sustentável para reduzir impactos ambientais e agregar valor à indústria alimentícia. O presente estudo tem como objetivo revisar a aplicabilidade dos coprodutos agroalimentares na formulação de produtos alimentícios, enfatizando seu potencial tecnológico, desafios sensoriais e barreiras para a implementação na indústria. A metodologia adotada consiste em uma revisão bibliográfica de estudos recentes sobre o aproveitamento de resíduos agroindustriais na produção de alimentos. Foram analisadas pesquisas que exploram diferentes métodos de processamento, incluindo desidratação, extração de compostos bioativos e produção de farinhas. Os resultados demonstram que a utilização de farinhas obtidas a partir desses coprodutos contribui para o enriquecimento nutricional de alimentos como pães, bolos, biscoitos e salgadinhos, além de reduzir o desperdício. Contudo, desafios como alterações na textura, cor e sabor dos produtos devem ser superados para garantir a aceitação do consumidor. A adição de farinhas ricas em fibras pode modificar a estrutura da massa, tornando os produtos mais rígidos e alterando sua coloração, impactando a preferência do consumidor. Além disso, a viabilidade econômica da aplicação em larga escala depende de adaptações nos processos industriais. Conclui-se que a valorização de resíduos agroindustriais é uma estratégia promissora para a indústria de alimentos, promovendo a economia circular e a sustentabilidade. No entanto, são necessárias novas pesquisas para otimizar os processos de extração e processamento, garantindo a viabilidade e aceitação desses ingredientes na indústria alimentícia.

Palavras-chave: Compostos bioativos; Economia circular; Formulação alimentar; Impacto ambiental; Reaproveitamento.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional está diretamente associado ao aumento da demanda por alimentos, o que resulta em uma maior geração de biomassa residual alimentar (SARANGI *et al.*, 2023). Estima-se que aproximadamente um terço de todos os alimentos produzidos seja desperdiçado ao longo da cadeia produtiva, desde a colheita até a distribuição (MAGALHÃES *et al.*, 2022). Esse desperdício equivale a cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos descartados anualmente em escala global (KARMEE, 2023).

A indústria alimentícia, um dos principais setores responsáveis por esse descarte, gera consideráveis volumes de subprodutos ao longo do processamento de alimentos (AMARAL *et al.*, 2023). Dentre os setores mais impactantes, a indústria de bebidas responde por aproximadamente 26% do desperdício total, seguida pela indústria de laticínios (21%), de frutas e hortaliças (14,8%) e de cereais (12,8%) (PEDRO, 2021). Essa elevada produção de resíduos não apenas representa um desperdício de recursos, mas também contribui significativamente para a degradação ambiental, incluindo poluição do solo e da água, além da emissão de gases de efeito estufa devido à decomposição da biomassa orgânica (SARANGI *et al.*, 2023).

Os resíduos agroindustriais possuem grande potencial de aproveitamento, pois muitos subprodutos alimentares são ricos em nutrientes e compostos bioativos, podendo ser utilizados no desenvolvimento de novos produtos para consumo humano. Entretanto, esses coprodutos frequentemente são subutilizados, sendo destinados à alimentação animal ou simplesmente descartados (NITZKO, 2023). No caso dos subprodutos vegetais, como bagaço, cascas, sementes e folhas, que podem representar até 60% da matéria-prima processada, a falta de aproveitamento adequado não apenas agrava os impactos ambientais, mas também resulta na perda de fontes ricas em fibras alimentares, carboidratos, proteínas e compostos bioativos, como polifenóis, ácidos fenólicos e flavonoides (ANDRADE *et al.*, 2020; RICARDINO *et al.*, 2020; SEIBEL; RODRIGUES, 2021).

Dessa forma, a valorização desses resíduos no contexto nutricional permite o fornecimento de nutrientes essenciais, como fibras, vitaminas e minerais, que geralmente não estão presentes em preparações convencionais (SILVA *et al.*, 2023). Sob a ótica da sustentabilidade, o reaproveitamento de coprodutos pode contribuir para a redução da poluição ambiental causada pelo desperdício de alimentos, promovendo benefícios ao meio ambiente e à saúde da população (LIMA, 2023; REGUENGO *et al.*, 2022). Além disso, economicamente, a incorporação desses subprodutos na cadeia produtiva pode reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais, favorecendo a economia circular (MARTINS, 2020; RODRIGUES, 2025).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre a utilização de resíduos agroalimentares no desenvolvimento de produtos destinados à indústria de alimentos. A pesquisa visa avaliar a viabilidade tecnológica da incorporação desses coprodutos, os ganhos nutricionais associados, os desafios para sua implementação e a aceitação dos consumidores.

METODOLOGIA

O presente estudo utilizou uma metodologia baseada em revisão bibliográfica abrangente para investigar o aproveitamento de resíduos agroalimentares na indústria de alimentos. A pesquisa foi conduzida por meio da seleção e análise de artigos científicos, dissertações, teses e documentos institucionais disponíveis em bases de dados reconhecidas, tais como *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *Google Scholar* e *SciELO*. Para a seleção dos materiais, foram adotados critérios de inclusão e exclusão. Foram considerados estudos publicados nos últimos 10 anos, cujo foco estivesse na aplicação de subprodutos agroalimentares para a formulação de novos produtos alimentícios. Trabalhos que abordassem exclusivamente o descarte desses resíduos sem ênfase na sua valorização e aplicação tecnológica foram excluídos da análise. Os dados extraídos dos estudos selecionados foram organizados em categorias temáticas para facilitar a interpretação e discussão dos resultados. As principais categorias abordadas incluíram: fontes e características dos resíduos agroalimentares, como cascas, sementes e bagaço; viabilidade tecnológica e processamentos aplicados, tais como secagem, extração de compostos bioativos e incorporação em formulações alimentares; impacto nutricional e funcionalidade dos coprodutos; desafios e barreiras para sua implementação na indústria de alimentos; e aceitação sensorial e mercadológica dos produtos desenvolvidos. Essa abordagem metodológica permitiu a obtenção de uma visão abrangente sobre as possibilidades de reaproveitamento dos resíduos agroalimentares, possibilitando a identificação de lacunas na literatura, bem como oportunidades para inovação no setor alimentício.

REFERENCIAL TEÓRICO

Resíduos agroalimentares

O desperdício de alimentos é um problema global com impactos ambientais, sociais e econômicos significativos. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), em 2019, aproximadamente 931 milhões de toneladas de alimentos destinados ao consumo humano foram

descartados, representando um grande desafio para a sustentabilidade do setor agroalimentar (ONU, 2021). No contexto industrial, estima-se que apenas uma fração dos alimentos seja aproveitada, enquanto cerca de 65% a 70% sejam eliminados como resíduos (DINIS, 2025; DOS SANTOS *et al.*, 2018).

Na indústria alimentícia, o processamento de frutas e hortaliças gera subprodutos que frequentemente são descartados. Um exemplo é a produção de polpa ou suco concentrado de manga, onde apenas a polpa é utilizada, enquanto cascas, sementes e amêndoas, que representam de 35% a 60% do peso total da fruta, são descartados (MAZAHARI *et al.*, 2021; OLIVER-SIMANCAS *et al.*, 2020; CUNHA *et al.*, 2020). Esses subprodutos possuem potencial de aproveitamento devido à sua composição nutricional e presença de compostos bioativos de interesse para a indústria alimentícia e farmacêutica (PEREIRA *et al.*, 2022).

A valorização de resíduos agroalimentares, como cascas, sementes, amêndoas e talos de frutas e hortaliças, tem sido amplamente estudada devido à sua relevância na mitigação dos impactos ambientais e na promoção de uma economia circular (SANTOS; DA SILVA; PINTADO, 2022; JUNGOWSKA *et al.*, 2021; PANWAR; PANESAR; CHOPRA, 2021). A produção de farinhas a partir dessas partes não convencionais dos alimentos destaca-se como uma alternativa viável para agregar valor e reduzir a quantidade de resíduos descartados (BRITO *et al.*, 2020).

Estudos indicam que, durante o processamento de frutas, aproximadamente 65% a 70% do material é descartado como substrato residual. Diante disso, grande parte das pesquisas concentra-se no aproveitamento desses resíduos na fabricação de novos produtos, buscando reduzir custos industriais e impactos ambientais negativos (MARTINS, 2020; FREITAS *et al.*, 2024). Além das frutas, há um crescente interesse na valorização de resíduos de outros vegetais, como brócolis, pimentão, repolho, cenoura, raiz de aipo e beterraba, ampliando as possibilidades de reaproveitamento e promovendo o desenvolvimento sustentável da indústria alimentícia (BRITO *et al.*, 2020; MUNTEAN *et al.*, 2022).

Composição nutricional dos resíduos

A valorização dos resíduos agroalimentares tem despertado crescente interesse devido ao seu elevado valor nutricional. Muitos nutrientes essenciais e compostos bioativos encontram-se concentrados em partes comumente descartadas, como cascas, sementes, amêndoas e talos, tornando esses subprodutos uma fonte relevante de componentes benéficos à saúde (LARROSA; OTERO, 2021). Pesquisas indicam que esses resíduos apresentam altas concentrações de fibras alimentares, carboidratos, pectina, minerais e compostos antioxidantes,

os quais desempenham funções fisiológicas importantes para o organismo humano (RAMOS *et al.*, 2021a; RAMOS *et al.*, 2020).

A composição nutricional desses subprodutos varia de acordo com a matriz alimentar de origem. No caso da manga, por exemplo, a semente destaca-se pelo alto teor de amido, aminoácidos essenciais e óleo rico em ácido oleico e esteárico, além de conter diversos compostos fitoquímicos com propriedades funcionais. Já a casca da manga é uma fonte significativa de pectina, fibras alimentares, carotenoides e outros compostos bioativos que demonstram efeitos benéficos à saúde. Estudos sugerem que esses compostos possuem propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anticarcinogênicas e neuroprotetoras, além de contribuir para a proteção da pele e retardar o envelhecimento celular (REGUENGO *et al.*, 2022; LEBAKA *et al.*, 2021).

Os subprodutos provenientes do processamento de frutas, como cascas e sementes, são particularmente ricos em fibras solúveis, que desempenham um papel fundamental na saúde intestinal e no controle metabólico. A incorporação dessas fibras em formulações alimentares tem sido amplamente explorada, especialmente na indústria de panificação, visando a melhoria do perfil nutricional dos produtos e a oferta de alternativas mais saudáveis ao consumidor (BRITO *et al.*, 2020; CUNHA *et al.*, 2020; FIGUEIREDO, 2024).

Aplicabilidade dos resíduos no desenvolvimento de produtos

Atualmente, a utilização de resíduos agroalimentares na formulação de novos produtos tem sido amplamente estudada, especialmente na produção de farinhas alternativas. Essas farinhas podem ser incorporadas em diversas aplicações na indústria de panificação, como bolos, biscoitos, muffins e cookies, contribuindo para a redução parcial ou total da farinha de trigo convencional. Além de agregar valor nutricional aos produtos finais, essa substituição possibilita a diversificação de ingredientes, promovendo formulações mais saudáveis e sustentáveis (RAMOS *et al.*, 2021a; RAMOS *et al.*, 2021b; LARROSA; OTERO, 2021; RAMOS *et al.*, 2020).

Tabela 1 – Resíduos de frutas hortaliças para a elaboração de farinhas

Resíduo (fonte)	Aspectos avaliados/composição	Principais resultados	Referência
Talos de repolho	Proteínas (12.28 ± 1.280 g.100 g ⁻¹)		(BRITO <i>et al.</i> , 2020).
	Carboidratos (59.59 ± 4.38 g.100 g ⁻¹)		
	Fibras (42.67 ± 1.83 g.100 g ⁻¹)	Farinha com elevado teor de fibra alimentar, principalmente, fibra insolúvel;	
	Minerais		
	Cálcio (1671.11 ± 7.9 mg.100 g ⁻¹)	Níveis elevados de potássio e cálcio.	
	Magnésio (292.68 ± 1.4 mg,100 g ⁻¹)		
	Potássio (8582.93 ± 322.56 mg.100 g ⁻¹)		
Coroas de abacaxi	Proteínas 7.61 ± 0.64 g.100 g ⁻¹)	Farinha com elevado teor de fibra alimentar;	(BRITO <i>et al.</i> , 2020).
	Carboidratos 75.70 ± 0.38 g.100 g ⁻¹)	O extrato etanólico foi considerado citotóxico nas concentrações testadas.	
	Fibras (67.22 ± 1.93 g.100 g ⁻¹)		

Minerais

Cálcio

(239.01 ± 4.19 mg.100 g⁻¹)

Magnésio

(109.67 ± 0.82 mg.100 g⁻¹)

Potássio

(2250.62 ± 25.39 mg.100 g⁻¹)

Casca de abacaxi,			
Casca de manga,	As farinhas apresentaram pH ácido e diferentes cores, sendo a de casca de banana a mais escura e a de amêndoa da manga a mais clara.	Existe a possibilidade de elaborar cookies nutritivos e saborosos a partir da utilização de partes usualmente descartadas de frutas.	(RAMOS <i>et al.</i> , 2020).
Casca de banana,			
Casca de laranja,	O rendimento das farinhas variou entre 9,8% (casca de banana) e 52,2% (amêndoa da manga).		
Entrecasca de melancia			
e amêndoa de manga			

Alto teor de fibras

Farinha da semente de manga

(37,44 g. 100 g⁻¹)

Farinha de casca de manga

(36,67 g. 100 g⁻¹)

Casca e
semente
de manga

Carboidratos

Farinha da semente de manga

(39,15 g. 100 g⁻¹)

Farinha de casca de manga

(39,07 g. 100 g⁻¹)

Compostos fenólicos

(4.495 e 3.340 mg AGE/100 g⁻¹).

O brownie

elaborado com a
mistura de farinhas

apresentou

perfil nutricional

com maior valor

de fibras,

lipídios e calorias

que o tradicional.

(RAMOS
et al., 2020).

O teor de proteína das farinhas

variou de 3,84% a 8,31%.

O teor lipídico das farinhas

variou de 0,64% a 16,10%.

Casca e
bagaço
de kiwi

A fibra alimentar total

variou de 25,85% a 30,30%.

O teor de vitamina C

variou de 59,80 a 189,06 mg

de ácido ascórbico em 100 g de

farinha.

Farinhas obtidas da casca

e do bagaço do kiwi,

tanto de frutas verdes

quanto maduras,

podem ser consideradas

fontes de fibra alimentar

e compostos bioativos

com atividade

antioxidante.

(SOQUETTA
et al., 2016).

A concentração de carotenoides

totais variou de

(33,42 a 246,91 $\mu\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$).

Cascas e semente de mamão	Pães de forma incorporados com as farinhas obtiveram elevados teores de fibras (7,96 g 100 g ⁻¹), proteínas (12,71 g 100 g ⁻¹), e baixos teores de lipídeos (0,55 g 100 g ⁻¹).	Os resultados permitem concluir que houve melhorias no valor nutricional dos pães de fôrma integral com a adição da farinha mista de casca e semente de mamão.	(DOS SANTOS <i>et al.</i> , 2018).
---------------------------	--	--	------------------------------------

Cascas de maracujá e laranja	Bolos enriquecidos com a farinhas aumentaram o teor de fibras, diminuição do teor de lipídeos, aumento no teor de cinzas.	De acordo com os resultados pode-se concluir que é possível adicionar farinha de resíduos de laranja e maracujá em bolos e os resultados mostraram características sensoriais e nutricionais promissoras, principalmente para fibra alimentar no bolo elaborado com maracujá.	(OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2016).
------------------------------	---	---	----------------------------------

	As farinhas de casca de melão obtiveram 18% de proteínas, 3% de umidade, 4% de cinzas, 30% de lipídios e 35% de fibra alimentar, teor significativamente elevado de minerais, principalmente, fósforo (1507,62 mg. 100 g ⁻¹), potássio (957,35 mg. 100 g ⁻¹) e magnésio (504,03 mg. 100 g ⁻¹) e ácidos graxos poli-insaturados (17,95 g/mg de amostra).	O estudo demonstrou a viabilidade do aproveitamento de resíduos de melão na produção de bolos.	
Cascas e semente de melão		Dadas as propriedades nutricionais encontradas nas sementes de melão e a aceitação sensorial do bolo produzido utilizando a farinha de sementes de melão como ingredientes.	(DA CUNHA <i>et al.</i> , 2020).

Fonte: Autores (2023).

A utilização de resíduos agroalimentares para a produção de farinhas tem sido amplamente estudada, visando agregar valor nutricional e reduzir o desperdício. Diversos métodos podem ser empregados para a obtenção dessas farinhas, dependendo dos objetivos específicos da pesquisa. Brito *et al.* (2020) produziram farinhas a partir dos resíduos de coroas de abacaxi (*Ananas comosus*) e talos de repolho (*Brassica oleracea var. acephala*), avaliando características físico-químicas (atividade de água e parâmetros colorimétricos) e químicas (umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos totais e minerais). O estudo concluiu que as farinhas apresentaram alto potencial tecnológico, especialmente devido ao elevado teor de fibras alimentares.

Ramos *et al.* (2021a) desenvolveram farinhas de casca e amêndoa de manga por meio de secagem em forno a gás a 80°C, seguida de trituração. Em outro estudo, resíduos de casca de manga Palmer, casca de banana Prata, entrecasca de melancia, amêndoa de manga, casca de laranja Pêra Rio e casca de abacaxi Pérola foram desidratados em estufa a 65°C ± 1°C e triturados (Ramos *et al.*, 2020). Da mesma forma, resíduos de kiwi foram secos em estufa a 35°C ± 5°C por 72 horas, triturados em moinho analítico e armazenados a 4°C (SILVA, 2023).

Além dos métodos convencionais, técnicas como alta pressão hidrostática, extração assistida por micro-ondas e extração líquida pressurizada têm sido utilizadas para preservar compostos bioativos (CÁDIZ-GURREA *et al.*, 2020). Borges *et al.* (2020) verificaram que

farinhas de subprodutos de castanha apresentaram características semelhantes à farinha de castanha inteira, com boa estabilidade ao armazenamento.

A aplicabilidade dessas farinhas em alimentos processados tem sido investigada. Ramos *et al.* (2021a) demonstraram que a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca e amêndoa de manga em brownies resultou em um produto com maior valor nutricional, atividade antioxidante e segurança microbiológica. Em cookies, a substituição parcial da farinha de trigo por farinhas de coprodutos de frutas melhorou a aceitação sensorial e o perfil nutricional (Ramos *et al.*, 2020).

Estudos sobre pães de forma com adição de 3%, 6% e 9% de farinha mista (casca e semente de mamão) indicaram que a formulação com 3% obteve melhores avaliações sensoriais, além de apresentar baixos teores de lipídios e elevados níveis de proteínas e compostos fenólicos (SANTOS *et al.*, 2024). Já para bolos enriquecidos com farinha de albedo de laranja e maracujá, observou-se aumento do teor de fibras e boa aceitação sensorial, especialmente na cor e odor (IZIDORO, 2022).

Na produção de bolos com farinha de semente de melão, formulações contendo 10% e 30% da farinha foram as mais bem aceitas pelos consumidores, destacando-se a de 10% pela textura e sabor equilibrados (CUNHA *et al.*, 2020). Adicionalmente, Jozinović *et al.* (2021) incorporaram subprodutos como bagaço de cerveja, polpa de beterraba sacarina e bagaço de maçã em salgadinhos de milho, resultando em produtos enriquecidos com fibras alimentares, polifenóis e maior atividade antioxidante.

Portanto, a aplicação de resíduos agroindustriais na formulação de alimentos demonstra viabilidade tecnológica, melhoria nutricional e boa aceitação sensorial. Além disso, o reaproveitamento desses subprodutos contribui para a sustentabilidade ambiental, reduzindo o impacto dos resíduos gerados pela indústria alimentícia.

Principais desafios

O uso de farinhas obtidas a partir de subprodutos agroindustriais apresenta grande potencial para enriquecer produtos alimentícios com fibras, contribuindo para a melhoria do perfil nutricional das formulações. No entanto, um dos desafios mais significativos está na influência da adição dessas farinhas sobre as propriedades físico-químicas e sensoriais dos alimentos. Estudos demonstram que a incorporação de farinhas ricas em fibras pode impactar negativamente a extensibilidade e a resistência da massa, comprometendo sua estrutura. Ao desenvolver formulações contendo farinha de casca de semente de melão, observou-se maior dureza, redução do volume específico e textura mais rígida do miolo, alterações atribuídas ao

aumento do teor de fibras na matriz alimentar (NAMIR *et al.*, 2021; ŠORONJA-SIMOVIĆ *et al.*, 2021).

Outro fator crítico refere-se à coloração final do produto. Alterações na tonalidade podem influenciar a aceitação pelos consumidores, que, geralmente, demonstram preferência por alimentos com aparência semelhante à versão tradicional. Em preparações como donuts, a adição de farinhas de subprodutos resultou na redução da luminosidade, impactando negativamente a aceitação sensorial (NAMIR *et al.*, 2021).

Além disso, mudanças no sabor e no aroma são determinantes para a aceitabilidade do produto. A formulação ideal deve equilibrar essas características, evitando que o sabor dos subprodutos adicionados se sobreponha aos perfis sensoriais desejados. Em estudo com bolos de chocolate enriquecidos com farinha de buriti, verificou-se que a aceitação sensorial foi maior para a formulação contendo 10% de farinha, com taxas de 82% para aparência e 76% para sabor. No entanto, com o aumento para 30% de substituição, os índices de aceitação diminuíram para 79% e 68%, respectivamente, evidenciando a influência direta da concentração de subprodutos na percepção dos consumidores (AĞIRBAŞ *et al.*, 2022; BRAGA-SOUTO *et al.*, 2022).

Portanto, definir a proporção ideal de adição das farinhas de subprodutos é um desafio fundamental. É necessário equilibrar os benefícios nutricionais e tecnológicos conferidos pelos compostos bioativos sem comprometer as características sensoriais do alimento, garantindo a aceitação do público-alvo e viabilizando a aplicação desses ingredientes na indústria alimentícia.

Perspectivas futuras

O avanço na utilização de subprodutos agroindustriais para a formulação de alimentos funcionais exige o desenvolvimento de novas abordagens tecnológicas acessíveis e de fácil aplicação. A adoção de métodos inovadores de processamento pode contribuir significativamente para a sustentabilidade da cadeia produtiva, agregando valor aos resíduos e ampliando as oportunidades de aproveitamento desses materiais na indústria de alimentos (MUNTEAN *et al.*, 2022).

Além disso, futuras pesquisas devem aprofundar a investigação sobre a viabilidade da aplicação dessas farinhas em formulações alimentícias, incluindo testes sensoriais, aceitação pelos consumidores e estudos de estabilidade microbiológica. A validação desses parâmetros é essencial para garantir a qualidade e segurança dos produtos, permitindo sua comercialização em larga escala e consolidando estratégias para a redução do desperdício alimentar e a promoção de alternativas nutricionalmente enriquecidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão realizada, verifica-se que as farinhas obtidas a partir de resíduos agroindustriais apresentam um elevado potencial para aplicação na indústria de alimentos, especialmente em produtos de panificação. Esses ingredientes demonstram viabilidade tecnológica, agregam valor nutricional às formulações e possuem boa aceitação sensorial pelos consumidores. Além disso, sua incorporação contribui para a redução do desperdício de alimentos, promovendo a sustentabilidade e minimizando impactos ambientais por meio do reaproveitamento de subprodutos.

Entretanto, para que essas farinhas sejam amplamente empregadas na indústria, faz-se necessário o aprofundamento de estudos sobre suas propriedades físico-químicas, microbiológicas e funcionais, bem como o desenvolvimento de protocolos adequados para processamento, armazenamento e padronização. Além disso, investigações voltadas à viabilidade econômica, regulamentação e estratégias para sua inserção no mercado são fundamentais para consolidar seu uso em larga escala. Dessa forma, a implementação dessas farinhas no setor industrial pode representar uma alternativa viável para a inovação e sustentabilidade na produção de alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AĞIRBAŞ, H. E. *et al.* Valorization of fruit seed flours: rheological characteristics of composite dough and cake quality. **J Food Meas Charact**, v. 16, n. 4, p.3117–3129, 2022.
- AMARAL, Talita Barcelos Pereira *et al.* Aproveitamento de resíduos do processamento de produtos de origem vegetal e animal. 2023.
- ANDRADE, R. M. S. DE *et al.* Potential prebiotic effect of fruit and vegetable byproducts flour using in vitro gastrointestinal digestion. **Food Research International**, v. 137, p. 109354, 2020.
- ATKINS: Rendimento na Obtenção, Composição Centesimal e da Fração Lipídica. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 186, p. 1-17, 2019.
- BAIANO, A. Recovery of biomolecules from food wastes - A review. **Molecules**, v. 19, n. 9, p. 14821-14842, 2014.
- BORGES, A. *et al.* Valorisation of frozen chestnut by-products: technological challenges for the production of gluten-free flour. **Food Measure**, v. 13, p. 864–873, 2019.
- BRAGA-SOUTO, R. N. *et al.* Improvement of sensorial and technological characteristics of chocolate cakes with buriti fruit by-product. **J Food Process Preserv**, v. 46, n.5, p.1–11, 2022.
- BRITO, T. B. N. *et al.* Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. **LTW - Food Science and Technology**, v. 124, p. 1-6, 2020.
- CÁDIZ-GURREA, M. L. *et al.* Revalorization of bioactive compounds from tropical fruit by-products and industrial applications by means of sustainable approaches. **Food Research International**, v. 138, p. 109786, 2020.
- CARVALHO, C. C. & BASSO, C. Aproveitamento Integral dos Alimentos em Escola Pública no Município de Santa Maria. **Disciplinarum Scientia**, v. 17, n. 1, p. 63-72, 2016.
- CUNHA, J. A. *et al.* From seed to flour: Sowing sustainability in the use of cantaloupe melon residue (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*). **PLoS ONE**, Brasil, v. 15, n. 1, p.1-18, 2020.
- DINIS, Calton João *et al.* Produção de biocarvão a partir de resíduos de casca de banana e melancia: um estudo sobre carbonização hidrotérmica e pirólise assistida por micro-ondas. 2025.
- DOS SANTOS, C. M. *et al.* Preparation, characterization and sensory analysis of whole bread enriched with papaya byproducts flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, Brasil, v. 21, p. 1–9, 2018.
- FAO, Global *et al.* Global food losses and food waste–Extent, causes and prevention. **SAVE FOOD: An initiative on food loss and waste reduction**, v. 9, 2011.
- FERNANDES, Sibele Santos; LATORRES, Juliana Machado. Aproveitamento de resíduos para a alimentação humana. 2022.

FERREIRA, M. S. L. *et al.* Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 822–830, 2015.

FIGUEIREDO, Celia Cristina Malaguti. Aplicação de técnica biotecnológica de fermentação em estado sólido para aproveitamento de resíduos da indústria de farinha de trigo e desenvolvimento de novo produto alimentício funcional. 2024.

FIOROTO, C. K. S. *et al.* Composição Química de Resíduos de Alimentos como Fonte Alternativa de Nutrientes: Sustentabilidade Aliado à Promoção da Saúde. **Revista Valore**, v. 4, p. 70-83, 2019

FREITAS, Graziela Pinto de *et al.* Valoração de resíduos orgânicos em sistemas de biodigestores no contexto da bioeconomia. 2024.

GONÇALVES, E. C. B. A. *et al.* Byproduct Generated During the Elaboration Process of Isotonic Beverage as a Natural Source of Bioactive Compounds. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 10, p. 2478–2488, 1 out. 2018.

IZIDORO, Maiqui. Produção de farinhas de casca e polpa de frutos de cultivares de manga e aplicação em formulações de cookies e massas alimentícias. 2022.

JOZINOVIĆ, A. *et al.* Food Industry By-Products as Raw Materials in the Production of Value-Added Corn Snack Products. **Foods**, v. 10, n. 5, 2021.

JUNGOWSKA, J., *et al.* Assessment of Factors Affecting the Amount of Food Waste in Households Run by Polish Women Aware of Well-Being. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 976, 2021.

KARMEE, S. K. Moving towards the Application of Biocatalysis in Food Waste Biorefinery. **Fermentation (Basel)**, v. 9, n.1, 2023.

KIRBAŞ, Z.; KUMCUOĞLU, S.; TAVMAN, S. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. **J Food Sci Technol**, v. 56, n. 2, p. 914–926, 2019.

LARROSA, A.; OTERO, D. Flour made from fruit by-products: Characteristics, processing conditions, and applications. **Journal of Food Processing and Preservation**, Brasil, p. 1-22, 2021.

LEBAKA, V. R. *et al.* Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Three Different Parts of Mango Fruit. **Int. J. Environ. Res. Public Health**, China, v. 18, p. 1-20, 2021.

LIMA, J. R. *et al.* Amêndoas dos Endocarpos de Manga Keitt, Kent, Palmer e Tommy

LIMA, Mateus Pinto de. Economia circular na gestão de resíduos sólidos no brasil: Oportunidades e desafios do aproveitamento energético do biogás de aterros sanitários. 2023.

LÓPES-COPO, A. *et al.* Use of HPLC- and GC-QTOF to determine hydrophilic and lipophilic phenols in mango fruit (*Mangifera indica* L.) and its byproducts. **Food Research International**, v. 100, n. 3, p. 423-434, 2017.

MAGALHÃES, Raquel Maria de *et al.* Desperdício de alimentos, impactos na sociedade e alternativas: uma revisão. 2022.

MARTINS, R. B. *et al.* Acorn Flour as a Source of Bioactive Compounds in Gluten-Free Bread. **Molecules**, v. 25, n. 16, p. 3568, 2020.

MAZAHARI, D. *et al.* Bioethanol production from pomegranate peel by simultaneous saccharification and fermentation process. **Biomass Conversion and Biorefinery**, 2021.

MUNTEAN, M. V. *et al.* A Sustainable Approach for the Development of Innovative Products from Fruit and Vegetable By-Products. **Sustainability**, v. 14, n. 17, p. 10862, 2022.

NAMIR, M., *et al.* Physicochemical, pasting, and sensory characteristics of antioxidant dietary fiber gluten-free donut made from cantaloupe by-products. **Food Measure**, v. 15, p. 5445–5459, 2021.

NITZKO, S. Consumer acceptance of the use of plant and animal by-products of food manufacturing for human nutrition. **Food and Humanity**, v. 1, p. 1238–1249, 2023.

OLIVEIRA, V. R.o, *et al.* Physicochemical and sensory evaluation of cakes made with passion fruit and orange residues. **Journal of Culinary Science & Technology**, Brasil, v. 14, n. 2, p. 166–175, 2016.

OLIVER-SIMANCAS, R. *et al.* Viability of pre-treatment drying methods on mango peel by-products to preserve flavouring active compounds for its revalorization. **Journal of Food Engineering**, Espanha, v. 279, 2020.

ONU - Organização das Nações Unidas. **17% de todos os alimentos disponíveis para consumo são desperdiçados**, Brasil, 2021. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/114718-onu-17-de-todos-os-alimentos-disponiveis-para-consumo-sao-desperdicados>>. Acesso em: 09 de outubro de 2023.

PANWAR, D.; PANESAR, P. S.; CHOPRA, H. K. Recent Trends on the Valorization Strategies for the Management of Citrus By-products. **Food Reviews International**, v. 37, n. 1, p. 91–120, 2021.

PEDRO, Thomas David. **Desperdício Alimentar na Indústria de Pré-Cozinhados e Refeições Prontas**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade NOVA de Lisboa (Portugal).

PEREIRA, Ludmylla Fernanda Almeida et al. A importância do reaproveitamento de resíduos da indústria alimentícia: o caso do processamento de frutas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e38111234089-e38111234089, 2022.

RAMOS, S. A *et al.* Development and characterization of the profile of volatile compounds of ice cream cone produced with Tommy Atkins mango peel and kernel flour Research, **Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021b.

RAMOS, S. A. *et al.* Development of cookies with fruit co-products. **Research, Society and Development**, [S. l.], Brasil, v. 9, n. 10, p. e5799108918, 2020.

RAMOS, S. A. *et al.* Physicochemical and microbiological characterization and antioxidant activity of mango (*Mangifera indica*) peel and seed husk powder and its application in brownie

. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e22310212436, 2021a.

REGUENGO, L. M. *et al.* Agro-industrial by-products: Valuable sources of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 152, 2022.

RICARDINO, Isadora Ellen Feitoza *et al.* Vantagens e possibilidades do reaproveitamento de resíduos agroindustriais. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 8, p. 55-79, 2020.

RODRIGUES, Jean Carlos. **Engenharia de materiais e meio ambiente: reciclagem, sustentabilidade, novos processos e desafios**—Vol. 7. AYA Editora, 2025.

RYBKA, A. P., LIMA, A. S., NASSUR, R. Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. **Centro Científico Conhecer**, v. 15, n. 27, p. 12-21, 2018.

SANTOS, D.; DA SILVA, J. A. L; PINTADO, M. Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. **LWT**, v. 154, 2022.

SANTOS, Franciele Espinosa dos *et al.* Desenvolvimento e avaliação físico-química de pães de fôrma com incorporação de bebidas à base de uva. 2024.

SARANGI, P. K. *et al.* Biorefinery solutions for food processing wastes: A sustainable bioeconomic perspective. **Industrial Crops and Products**, v. 205, p. 117488, 2023.

SEIBEL, Neusa Fátima; RODRIGUES, Diovana Dias. Aproveitamento de resíduos agroindustriais de origem vegetal para alimentação humana. In: **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: PESQUISA E PRÁTICAS CONTEMPORÂNEAS**. Editora Científica Digital, 2021. p. 90-105.

SILVA, Livia Daphinny Gomes Dutra da *et al.* Aproveitamento integral dos alimentos: caracterização físico-química e análise sensorial de preparações por escolares da rede pública de ensino do município de Cuité-PB. 2023.

SILVA, Martin Kássio Leme da. Desenvolvimento de sensores eletroquímicos à base de biochar de bambu para detecção de espécies de interesse ambiental e biológico. 2023.

SOQUETTA, M. B. *et al.* Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **Food Chemistry**, Brasil, v. 199, p. 471–478, 2016.

ŠORONJA-SIMOVIĆ, D. *et al.* Challenges in determination of rheological properties of wheat dough supplemented with industrial by-products: carob pod flour and sugar beet fibers. **Food Measure**, v. 15, p. 914–922, 2021.