

# APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS NA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE LAMINADOS DE FRUTAS: UMA REVISÃO

## UTILIZATION OF BY-PRODUCTS IN THE SUSTAINABLE PRODUCTION OF FRUIT LEATHERS: A REVIEW

DOI: 10.65747/conali2025v3c02

Ana Clara Rocha da Gama<sup>1</sup>; Erica Araujo de Jesus<sup>1</sup>; Eliseth de Souza Viana<sup>2</sup>,  
Taís Silva de Oliveira Brandão<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estudantes do Curso de Engenharia de Alimentos- UEFS;

E-mail: 22211212@discente.uefs.br

<sup>2</sup> Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de

Mandioca e Fruticultura Tropical – EMBRAPA.

<sup>3</sup> Docente do Depto de Tecnologia – UEFS.

**Resumo:** O baixo consumo de frutas no Brasil e a geração expressiva de resíduos agroindustriais evidenciam a necessidade de soluções alimentares que aliam praticidade, valor nutricional e sustentabilidade. Nesse contexto, os laminados de frutas enriquecidas com subprodutos se apresentam como alternativas viáveis para promover uma alimentação mais saudável e reduzir o desperdício. Esta revisão teve como objetivo reunir e analisar estudos sobre a caracterização, processamento e incorporação de subprodutos, como cascas, sementes e bagaços, na formulação de laminados de frutas. Foram abordados os principais tipos de resíduos, sua composição nutricional e funcional, além das tecnologias de pré-tratamento, como secagem, moagem e extração de compostos bioativos. Também foram discutidos os efeitos da adição desses ingredientes nas propriedades físico-químicas, nutricionais, funcionais e sensoriais dos laminados. Os resultados demonstram que, quando aplicadas tecnologias adequadas, a incorporação de subprodutos contribui para o enriquecimento nutricional dos laminados, com boa aceitação sensorial e maior vida útil, além de atender às diretrizes da economia circular. Conclui-se que essa prática representa uma estratégia promissora para a valorização de resíduos, com potencial de aplicação em escala industrial, embora ainda existam desafios relacionados à padronização da matéria-prima e da formulação.

**Palavras-chave:** reaproveitamento de resíduos; *snacks* de fruta desidratada; sustentabilidade alimentar; tecnologias de secagem

**Abstract:** The low fruit consumption in Brazil and the significant generation of agro-industrial waste highlight the need for food solutions that combine practicality, nutritional value, and sustainability. In this context, fruit leathers enriched with by-products present a viable alternative to promote healthier eating and reduce waste. This review aimed to

gather and analyze studies on the characterization, processing, and incorporation of by-products, such as peels, seeds, and pulp, in the formulation of fruit leathers. The main types of waste, their nutritional and functional composition, and pretreatment technologies, such as drying, grinding, and extraction of bioactive compounds, were addressed. The effects of adding these ingredients on the physicochemical, nutritional, functional, and sensory properties of the fruit leathers were also discussed. The results demonstrate that, when appropriate technologies are applied, the incorporation of by-products contributes to the nutritional enrichment of the fruit leathers, with good sensory acceptance and longer shelf life, in addition to meeting circular economy guidelines. It is concluded that this practice represents a promising strategy for the valorization of waste, with potential for application on an industrial scale, although there are still challenges related to the standardization of raw materials and formulation.

**Keywords:** drying technologies; food sustainability; fruit-based dehydrated snacks; waste reutilization

## INTRODUÇÃO

Apesar das projeções otimistas para o setor de alimentos saudáveis no Brasil (1), ainda persistem entraves relacionados ao comportamento do consumidor. Segundo a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), 38% dos brasileiros entrevistados consideram o preparo de alimentos saudáveis mais trabalhoso, o que pode dificultar sua inclusão no dia a dia (2). Esse cenário colabora para os baixos índices de consumo de frutas no país, sendo que apenas 37,4% dos adultos consomem frutas regularmente, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (3), embora a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomende o consumo mínimo de 400 g diários de frutas, legumes e verduras (4).

Diante desses desafios, cresce a necessidade por alternativas alimentares que conciliem praticidade, valor nutricional e qualidade sensorial. Em resposta a essa demanda, observa-se um avanço na adoção de tecnologias que minimizem as perdas nutricionais durante o processamento. Esse movimento reflete a busca por soluções que atendam às exigências do consumidor contemporâneo sem comprometer o valor nutricional e sensorial dos alimentos (5).

Nesse contexto, os laminados de frutas, também denominados couro de fruta, *fruit leather*, fitas de fruta ou *snacks* de fruta desidratada, se apresentam como uma alternativa viável e promissora (6). Produzidos a partir da secagem de purês ou extratos frutíferos, esses produtos resultam em lâminas finas, flexíveis e ricas em fibras, com preservação das características nutricionais, sem a necessidade de adição de conservantes (7, 8, 9). Além disso, a versatilidade das formulações, aliada ao apelo sensorial que abrange sabor, textura e aparência, tem contribuído para a aceitação desses produtos pelo consumidor final (10).

Além dos aspectos nutricionais e sensoriais dos laminados de frutas, é necessário considerar a dimensão ambiental da produção de alimentos, especialmente frente aos desafios do desperdício e da sustentabilidade. A economia circular vem como um paradigma para a indústria alimentícia, propondo uma ruptura significativa com o modelo linear tradicional, ao enfatizar a reutilização, o redesenho e o reaproveitamento de materiais, com foco na redução de resíduos e regeneração de sistemas naturais (11).

Esse enfoque ganha relevância no cenário brasileiro, onde, em 2022, foram geradas cerca de 27 milhões de toneladas de resíduos de frutas e hortaliças, dos quais menos de um terço foi reaproveitado (12). Tal situação evidencia um potencial ainda subutilizado para o uso de subprodutos agroindustriais, frequentemente descartados e associados a impactos ambientais e econômicos (13).

Assim, a incorporação desses resíduos, como cascas, sementes e bagaços na formulação de alimentos, especialmente nos laminados de frutas, configura-se como uma estratégia eficiente e inovadora para, simultaneamente, reduzir o desperdício e enriquecer nutricionalmente os produtos. Estudos recentes validam essa tendência, como por exemplo o uso da casca de abacaxi que geralmente é descartada, como ingrediente funcional na produção de laminados, preservando compostos bioativos e agregando valor ao produto final (14).

Com base no panorama apresentado, esta revisão tem como objetivo reunir e analisar os principais estudos que abordam o uso de subprodutos da indústria de frutas (como bagaços, cascas e sementes) na formulação de laminados de frutas, contribuindo para o avanço do conhecimento científico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Buscou-se, por meio de levantamento bibliográfico, refletir sobre a importância do aproveitamento do excedente de safra de frutas e de seus subprodutos, considerando a tecnologia de secagem aplicada ao processamento de laminados de frutas. A pesquisa reuniu estudos, referenciais teóricos e artigos científicos sobre produção, composição e propriedades das matérias primas e produtos, com o objetivo de analisar e sintetizar informações disponíveis.

Optou-se pela revisão narrativa como estratégia metodológica, por permitir mapear e organizar saberes científicos de forma relevante para a elaboração de artigos, dissertações e teses. Diferentemente da revisão sistemática, esse modelo não exige o mesmo rigor metodológico, configurando-se como abordagem formativa e exploratória (15). A pesquisa foi realizada entre março e agosto de 2025, a partir das bases Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO e Google Scholar, utilizando descritores em português e inglês relacionados à laminados de frutas e processos de secagem (laminado de frutas, *fruit leather*, *fruit roll-up*, *snacks*, subprodutos, secagem e desidratação de frutas). Foram consideradas publicações de 2018 a 2025, selecionadas mediante leitura de títulos e resumos para triagem inicial, seguida da análise integral dos artigos elegíveis.

## **CARACTERIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE FRUTAS**

Diferentemente de outros segmentos da indústria alimentícia, o setor hortícola é responsável pela geração de quantidades expressivamente maiores de resíduos, destacando-se as cascas, que representam entre 25% e 30% do total, além de outros subprodutos como sementes (16). Esses subprodutos podem representar entre 50% e 60% da massa total das frutas frescas, evidenciando um alto potencial de reaproveitamento dentro da cadeia produtiva (17). A Tabela 1 apresenta o percentual dos principais subprodutos gerados por algumas frutas de ampla utilização industrial.

Tabela 1- Percentuais de subprodutos das frutas após o despulpamento.

<b>Fruta</b>	<b>Subproduto</b>	<b>Percentual</b>	<b>Fonte</b>
Maracujá	Casca	50-60%	DELVAR et al. [18]
Manga	Casca+Caroço	25-40%	GARCÍA-MAHECHA et al. [19]
Abacaxi	Casca+ Coroa e miolo	36-46%	KIATTI et al.[20]
Goiaba	Semente	30%	ANGULO-LÓPEZ et al. [21]
Banana	Casca	35%	ZOU et al. [22]

Fonte: Autores, 2025.

Os subprodutos das frutas, como cascas e sementes, costumam ser subestimados e descartados pela indústria e pelo consumidor, sob a falsa premissa de que possuem baixo valor nutricional. No entanto, de forma geral, as cascas de frutas contêm concentrações mais elevadas de fibras, minerais e compostos bioativos do que a polpa (23). É o caso das cascas de fruta-pão e jaca, que apresentam teores elevados de fibras alimentares e compostos fenólicos, mostrando-se promissoras para uso como ingredientes funcionais (24). Dessa maneira, a Tabela 2 resume a composição química de subprodutos das frutas citadas anteriormente, destacando seus principais nutrientes e compostos bioativos.

Tabela 2 – Composição química dos subprodutos das frutas.

<b>Subproduto</b>	<b>Composição química</b>	<b>Fonte</b>
Maracujá	Pectina, flavonoides, fibras, compostos fenólicos.	MACEDO et al. (25)
Manga	Polifenóis, carotenoides, vitaminas A, C e E	SUMAYA-MARTÍNEZ et al. (26)
Abacaxi	Proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos, bromelina	NORDIN et al. (27)
Goiaba	Fibras, proteínas, ferro, zinco, ácidos graxos	ALLAQABAND et al. (28)
Banana	Fibras, lipídios, proteínas, minerais	ZHANG et al. (29)

Fonte: Autores, 2025.

Os subprodutos das frutas apresentam algumas propriedades funcionais a exemplo das fibras alimentares, compostos fenólicos, ácidos graxos insaturados, vitaminas e minerais. Em especial, as interações entre compostos fenólicos e fibras podem modular a liberação e absorção desses compostos ao longo do trato gastrointestinal, influenciando sua biodisponibilidade e, conseqüentemente, seus efeitos funcionais no organismo (30).

A pectina, um polissacarídeo abundante na casca do maracujá, destaca-se por sua ampla aplicação industrial, especialmente na indústria alimentícia, onde é empregada como agente gelificante, espessante, emulsificante e estabilizante (31). Além de suas aplicações tecnológicas, exerce funções importantes na promoção da saúde. Sua estrutura contribui para a bioacessibilidade, biocompatibilidade e biodegradabilidade de compostos bioativos, protegendo-os contra alterações químicas e enzimáticas durante a digestão. No intestino, atua como transportadora eficiente de

proteínas, polifenóis, vitaminas e minerais, aumentando sua absorção e eficácia funcional (32).

Entre os compostos específicos, destaca-se também a bromelina, presente no abacaxi, que possui ação terapêutica multifacetada. Sua atividade se dá por mecanismos associados à sua função proteolítica, imunomoduladora e fibrinolítica, conferindo propriedades anti-inflamatórias, analgésicas, antioxidantes e anti angiogênicas (33). O uso de subprodutos no desenvolvimento de laminados de frutas pode representar uma alternativa interessante para melhorar o perfil nutricional desses produtos e contribuir com aspectos de sustentabilidade.

## **TECNOLOGIAS DE PROCESSAMENTO E INCORPORAÇÃO DE SUBPRODUTOS EM LAMINADOS**

O aproveitamento de subprodutos na formulação de laminados de frutas demanda não apenas o conhecimento detalhado de sua composição química, mas também a adoção de estratégias tecnológicas que preservam suas propriedades funcionais. Isso se deve ao fato de que, embora os processos térmicos sejam essenciais para reduzir a carga microbiana e aumentar a vida útil dos alimentos, eles também podem provocar alterações indesejáveis na textura, no sabor, na aparência e no valor nutricional dos ingredientes (34).

Os pré-tratamentos aplicados aos subprodutos de frutas desempenham um papel importante na viabilidade de sua incorporação em alimentos. Com o avanço das pesquisas, têm sido exploradas diferentes abordagens que contribuem para melhorar as características sensoriais e funcionais dos produtos. Dentre essas estratégias, os métodos de secagem merecem destaque, pois possibilitam a obtenção de pós ou farinhas, formas que facilitam a adição dos subprodutos às matrizes alimentares (Figura 1).

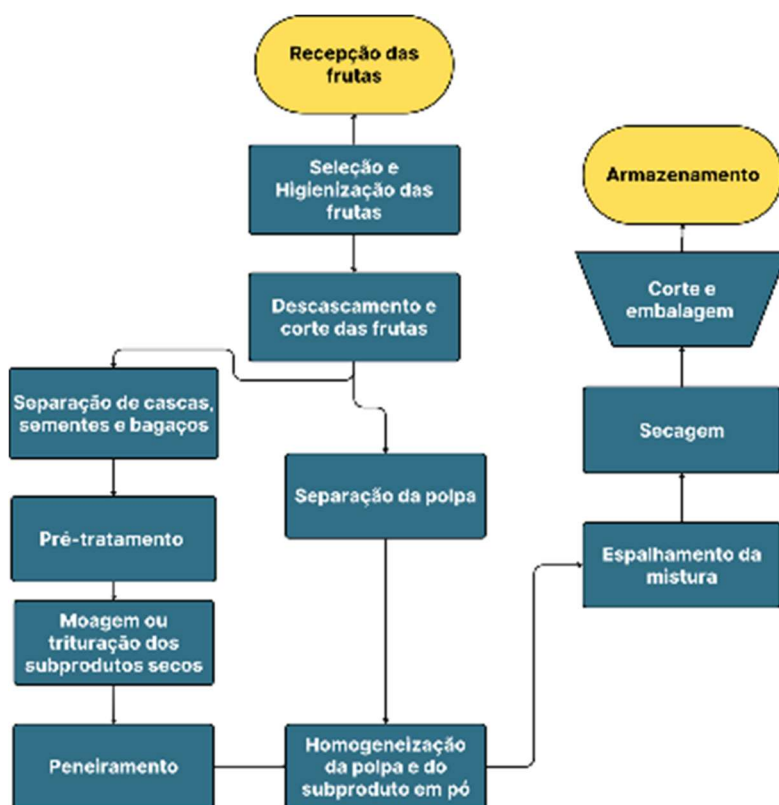


Figura 1– Processamento de laminados de frutas.

Fonte: Autores, 2025

Reconhecida como uma das técnicas mais tradicionais de conservação, a secagem baseia-se na remoção de água de materiais biológicos, promovendo a estabilidade microbiológica e físico-química dos alimentos (35). No caso de subprodutos, sua aplicação envolve transformações físicas e químicas que afetam diretamente a qualidade e as propriedades tecnológicas do material. Métodos como secagem por ar quente, a vácuo, liofilização, micro-ondas, atomização e solar são amplamente empregados, cada qual com vantagens e limitações. A seleção do método mais adequado deve considerar a natureza da matriz, o custo operacional e os impactos sobre a qualidade nutricional e funcional do produto final (36).

A secagem por ar quente (convecção forçada), geralmente conduzida entre 40 °C e 80 °C, é uma das mais utilizadas para subprodutos como cascas, bagaços e sementes. Essa técnica promove a evaporação da umidade, reduzindo a atividade de água e inativando microrganismos. Além de permitir maior vida útil, favorece a obtenção de ingredientes estáveis e fáceis de manipular, com concentração de fibras e compostos bioativos. Estudos recentes demonstram que, aplicada à casca de manga, bagaço de maçã e casca de romã, essa técnica resulta em ingredientes com bom potencial funcional, desde que as condições de temperatura e tempo sejam adequadamente ajustadas (37, 38, 39). No entanto, a exposição prolongada ao calor pode degradar compostos termossensíveis, comprometendo as características nutricionais e sensoriais do produto final (35). A secagem por convecção é amplamente adotada na indústria por sua simplicidade operacional e baixo custo. No entanto, estudos recentes indicam que frutas submetidas a esse método, especialmente em temperaturas superiores a 50 °C,

apresentam perdas significativas de compostos bioativos, como ácido ascórbico, fenólicos e antocianinas, reduzindo seu potencial antioxidante (40).

Buscando minimizar essas perdas, tecnologias como a secagem assistida por ultrassom vêm sendo exploradas. Kroehnke e Musielakb demonstraram que, ao ser combinada com a secagem por ar quente, o uso do ultrassom melhora a transferência de massa, reduz o tempo de secagem e contribui para uma melhor retenção de cor e menor atividade de água em maçãs (41). Esses resultados indicam a capacidade dessa técnica como alternativa para o processamento de subprodutos, reduzindo os impactos negativos da exposição térmica prolongada. Apesar dos avanços experimentais, o uso do ultrassom em escala industrial ainda exige maior desenvolvimento, embora estudos já apontem sua viabilidade técnico-econômica e benefícios na qualidade do produto final (42).

Por outro lado, a liofilização é considerada uma técnica menos severa, por combinar congelamento e sublimação sob baixa pressão, preservando a microestrutura, cor, aroma e compostos bioativos com maior fidelidade (43). Essa característica torna o método particularmente vantajoso quando o objetivo é manter a integridade funcional de ingredientes derivados de subprodutos de frutas.

Nesse sentido, estudo realizado por Wani e Dhanya, demonstra que a liofilização apresentou maior eficácia na preservação de compostos bioativos em comparação com outros métodos, ao estudar diferentes técnicas aplicadas ao bagaço de mirtilo (44). O processo resultou em elevados níveis de antocianinas e atividade antioxidante, além de manter a coloração e o valor nutricional do subproduto. No entanto, dado o elevado consumo energético e o alto custo associado à liofilização, a escolha entre essa técnica e a secagem convectiva deve ser levada em consideração pelas agroindústrias (45).

A secagem por micro-ondas (ou secagem dielétrica) é uma técnica que utiliza a energia eletromagnética das micro-ondas, absorvida diretamente pelas moléculas polares da água presentes no material, gerando calor de dentro para fora, diferentemente dos métodos convencionais que atuam apenas na superfície (46). Essa característica torna o processo especialmente eficaz na desidratação de subprodutos de frutas, como demonstrado por Silva et al., que obtiveram excelente desempenho na secagem da casca da pinha, com redução significativa no tempo de processamento e boa modelagem cinética utilizando 100% da potência do micro-ondas (47).

Contudo, o aquecimento gerado por micro-ondas não é uniforme, o que limita sua aplicação. Um dos principais desafios na secagem de alimentos por essa técnica é o controle da temperatura na fase final do processo, pois pode ocorrer aquecimento desigual, ruptura da camada externa do alimento e menor profundidade de penetração da radiação (48).

Outro método de secagem de subprodutos é por atomização, que consiste em pulverizar um líquido dentro de uma câmara de secagem onde o ar quente circula, promovendo a rápida evaporação da umidade e a formação de um pó fino. Em laboratório, esse processo pode ser realizado em secadores específicos, no qual a temperatura de entrada do ar quente e a vazão de alimentação do líquido são controladas como variáveis principais. A vazão do ar de secagem é mantida constante, assim como a pressão do ar, para garantir condições estáveis de secagem, produzindo assim pós finos (49).

A secagem convectiva, micro-ondas, liofilização e atomização já foram levantadas como opções para processamento de subprodutos; no entanto, a secagem

solar apresenta-se como alternativa sustentável para regiões ensolaradas como o Brasil. Conforme Prasad et al., os secadores solares (diretos, indiretos e híbridos) permitem reduzir o teor de umidade a níveis estáveis (5–25 %) e preservar parte dos compostos bioativos, com custo significativamente menor que os métodos industriais (50).

Hii et al. mostram que a secagem em secadores solares apresenta melhor qualidade visual e menor risco de contaminação comparada à secagem direta ao sol (ar livre) e ao método convectivo (51). No estudo de Mohammed et al., foram observados incrementos de sacarose e minerais, bem como menor perda de fenólicos e vitamina C em manga e abacaxi tratados em secadores solares híbridos. Isso indica que a secagem solar é viável para preparar subprodutos de frutas em farinhas ou pós, integrando sustentabilidade e funcionalidade nutricional (52).

Outra etapa relevante a ser considerada é a moagem, frequentemente empregada no início do pré-tratamento físico de subprodutos. Essa técnica tem como principal função a redução do tamanho das partículas, aumentando sua área superficial e, conseqüentemente, favorecendo as etapas subseqüentes de processamento (53). Além disso, após a secagem, uma etapa final de moagem permite a obtenção de pós com granulometria controlada, a qual influencia diretamente a estabilidade do produto durante o armazenamento, e a liberação de compostos bioativos durante a digestão (36).

Na incorporação de subprodutos em laminados de frutas, têm sido exploradas diferentes estratégias. Entre elas, destaca-se a adição direta de subprodutos previamente secos e moídos, uma das abordagens mais comuns. Em estudo conduzido por Blejan et al., após o processo de secagem, os subprodutos foram submetidos à moagem e, peneirados em malhas de 0,5 mm, e em seguida adicionados diretamente à base de fruta (54).

Em estudo realizado por Zamankhani e Abdolahi, o óleo essencial de casca de laranja foi extraído por destilação a vapor utilizando aparelho Clevenger. As cascas foram aquecidas em balão de fundo redondo contendo água até a ebulição, permitindo a condensação do vapor carregado de compostos voláteis e, posteriormente, a separação e desidratação do óleo com sulfato de sódio anidro. O óleo obtido foi então incorporado ao purê de ameixa para a produção do laminado enriquecido (55).

Considerando a variedade de tecnologias disponíveis, a incorporação de subprodutos em laminados de frutas pode ser influenciada pela escolha dos métodos de pré-tratamento e pela compatibilidade desses ingredientes com a matriz de frutas. Técnicas como a secagem, em suas diferentes formas, e a moagem contribuem para a estabilização e o aproveitamento dos subprodutos, além de impactarem aspectos como textura, cor, valor nutricional e funcionalidade dos laminados.

## **EFEITOS DA INCORPORAÇÃO DE SUBPRODUTOS NAS PROPRIEDADES DOS LAMINADOS DE FRUTAS**

A incorporação de subprodutos na formulação de laminados de frutas tem se mostrado uma estratégia eficaz para melhorar as propriedades físico-químicas desses produtos. A adição de pós de bagaço de mirtilo silvestre e groselha-negra, por exemplo, pode aumentar a firmeza e reduzir a luminosidade dos laminados, sem comprometer

atributos importantes como a textura e a aceitabilidade sensorial (54). A manutenção da atividade de água em níveis abaixo de 0,6 tem sido considerada uma estratégia importante para favorecer a estabilidade microbiológica do produto, contribuindo para a conservação dos laminados ao longo do tempo (56).

Além disso, a combinação adequada de subprodutos, como observado na formulação que mescla coprodutos de pêssego e polpa de manga, permite reduzir a umidade e a atividade de água, promovendo maior estabilidade microbiológica e melhor aceitação sensorial (57). Esses ajustes físico-químicos contribuem para a conservação e aprimoramento do sabor.

No que diz respeito às propriedades nutricionais, a utilização de subprodutos ricos em fibras, vitaminas e minerais tem sido reconhecida como uma forma eficaz de enriquecer os laminados de frutas. A incorporação de resíduos de kiwi, por exemplo, agrega fibras e compostos bioativos que elevam o valor nutricional do produto final sem prejudicar suas características físico-químicas. Esse enriquecimento funcional é ainda refletido no aumento da capacidade antioxidante, que está diretamente relacionado à presença de compostos fenólicos e antocianinas provenientes dos subprodutos adicionados (58). Blejan et al., associaram a inclusão de pós de bagaço a um aumento na atividade antioxidante, apontando para o potencial funcional desses alimentos (54).

Essa funcionalidade dos subprodutos também é evidenciada em outras aplicações alimentares, demonstrando sua versatilidade e eficácia. Kabir et al. , relataram que o uso de extrato de casca de banana na formulação de iogurtes resultou em produtos com atividade antioxidante significativa e vida útil prolongada. Esses achados reforçam o potencial de resíduos vegetais funcionais, como a casca de banana, para aplicação em produtos como laminados de frutas, nos quais a estabilidade oxidativa e valor funcional são igualmente desejáveis (59).

Em relação às propriedades sensoriais, embora a adição de subprodutos possa ocasionar modificações na cor e no sabor, a aceitabilidade do produto pode ser preservada ou até mesmo aprimorada quando as formulações são equilibradas. O equilíbrio entre os atributos sensoriais, como sabor, textura e aparência, é essencial para garantir a aceitação do consumidor final (54, 57). Por fim, a estabilidade físico-química e sensorial dos laminados enriquecidos com subprodutos está diretamente relacionada à formulação e às condições de armazenamento. Giacalone et al. , observaram que o uso de resíduos de kiwi (*Actinidia Arguta*) pode contribuir para a preservação de características como a perda de massa, a cor e os sólidos solúveis ao longo do tempo, fatores que estão associados à vida de prateleira dos laminados de frutas (58).

## **SUSTENTABILIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA**

Em função de desafios relacionados à gestão de resíduos e à conscientização ambiental em diferentes contextos, uma parte considerável dos subprodutos gerados no processamento de frutas e hortaliças ainda é descartada, sem aproveitamento ou valorização econômica. Essa prática pode resultar na perda de materiais com potencial funcional, nutricional e comercial (60). Além disso, o descarte inadequado desses resíduos contribui diretamente para o aumento das emissões de gases de efeito estufa, considerando que os resíduos orgânicos depositados em aterros sanitários respondem

por aproximadamente 20% das emissões antropogênicas globais de metano, um gás de alto impacto no aquecimento global (61).

Entre as possíveis alternativas para o aproveitamento de subprodutos do processamento de frutas, destaca-se sua utilização na produção de laminados. Essa estratégia pode se alinhar aos princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ao buscar o uso mais eficiente dos recursos, promover a redução de resíduos e contribuir para a sustentabilidade ambiental e a viabilidade econômica da cadeia produtiva.

Ademais, a elaboração de laminados com subprodutos está alinhada aos princípios da economia circular, que visa substituir o modelo linear tradicional por sistemas baseados na reutilização, regeneração e prolongamento do ciclo de vida dos recursos (Figura 2). Como destaca Campos et al., o aproveitamento de subprodutos industriais na cadeia alimentar constitui uma alternativa sustentável, promovendo tanto a redução do desperdício quanto a geração de valor econômico e funcional (62).



Figura 2 – Ciclo de Reutilização de Subprodutos de Frutas

Fonte: gerado por IA. Plataforma Copilot em 17/07/2025.

Análises de ciclo de vida indicam que a incorporação de subprodutos na fabricação de alimentos pode reduzir significativamente os custos operacionais, a pegada ambiental e as emissões geradas durante o processamento. Drosou, Kekes e Boukouvalas demonstraram esses benefícios em indústrias de frutas, evidenciando a maior eficiência e sustentabilidade proporcionadas por técnicas inovadoras de reaproveitamento (63).

Por fim, o mercado também sinaliza uma crescente valorização dos produtos sustentáveis, pois o consumidor tem tido um interesse progressivo por alimentação saudável, onde os alimentos funcionais são considerados uma medida de melhoria na qualidade de vida. Estudos revelam que a percepção por esses tipos de alimentos não está apenas condicionada ao conhecimento, mas também às crenças e hábitos dos consumidores, além dos fatores como características demográficas e influências socioculturais (64). De modo geral, compradores tendem a pagar preços razoáveis por

esse benefício, entretanto o preço alto pode afetar a aceitação do consumidor de duas formas opostas: o preço alto pode ser fator de diminuição de intenção de compra ou associarem o aumento do preço a uma maior qualidade do produto (65). Isso reforça o potencial dos laminados de frutas produzidos com subprodutos para atender a uma demanda crescente por alimentos funcionais e ambientalmente responsáveis, ampliando sua aceitação e viabilidade comercial.

## **DESAFIOS, LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Apesar dos avanços nas pesquisas sobre a incorporação de subprodutos em laminados de frutas, ainda persistem desafios importantes para a consolidação dessa prática em escala industrial. Um dos principais entraves está relacionado à padronização da matéria-prima, uma vez que os subprodutos oriundos da indústria de frutas apresentam ampla variabilidade em composição química, teor de umidade e presença de compostos bioativos, fatores que influenciam diretamente o comportamento desses ingredientes durante o processamento e o desempenho tecnológico do produto final (66).

Outro ponto refere-se às limitações sensoriais. Embora os subprodutos possam enriquecer os laminados com fibras e compostos antioxidantes, sua adição pode alterar atributos como cor, sabor, aroma e textura, impactando negativamente a aceitação do consumidor (9).

Além disso, questões relativas à segurança alimentar e à regulamentação ainda limitam a adoção ampla de subprodutos alimentícios. A contaminação por pesticidas, micotoxinas ou metais pesados, bem como a presença de fatores antinutricionais, pode representar riscos à saúde quando esses resíduos são utilizados sem critérios rigorosos de triagem e processamento (67). Dessa forma, a elaboração de normas específicas e protocolos analíticos pode ser uma medida importante para garantir a segurança dos subprodutos utilizados como ingredientes alimentícios, favorecendo a conformidade regulatória e a aceitação pelo consumidor

Ainda são escassos os dados sobre a biodisponibilidade e os efeitos sinérgicos dos compostos bioativos presentes em subprodutos vegetais quando incorporados a matrizes alimentares complexas, como os laminados de frutas. A interação entre fibras e compostos bioativos pode alterar a forma como esses compostos são disponibilizados ao organismo, mas os dados em humanos ainda são limitados e insuficientes para garantir seu valor funcional real (68). Paralelamente, estudos de aceitação sensorial e análises econômicas detalhadas são fundamentais para viabilizar a transferência tecnológica dessas formulações para a indústria.

Com isso, as perspectivas futuras para o desenvolvimento de laminados de frutas enriquecidas com subprodutos são promissoras. A convergência entre ciência dos alimentos, sustentabilidade e comportamento do consumidor abre caminho para a consolidação dos laminados como *snacks* saudáveis, sustentáveis e com alto valor funcional, alinhados às demandas de uma alimentação mais consciente e ambientalmente responsável (69).

## **CONCLUSÕES**

Esta revisão bibliográfica reuniu estudos que evidenciam o potencial da incorporação de subprodutos de frutas na formulação de laminados. Cascas, sementes e bagaços, antes descartados, demonstraram alto valor nutricional e funcional, com destaque para fibras, compostos fenólicos, vitaminas e minerais. Métodos de pré-tratamento, como secagem e moagem, mostraram-se importantes para preservar esses compostos e melhorar a incorporação do subproduto ao laminado de frutas. Tecnologias sustentáveis, como secadores solares híbridos, também se destacam em meio a essa abordagem. Os benefícios incluem melhorias nas propriedades físico-químicas, funcionais e na vida útil dos laminados, além de promoverem a sustentabilidade ao reduzir o desperdício e o impacto ambiental. Contudo, ainda há desafios quanto à variabilidade dos subprodutos, à padronização dos processos e à aceitação sensorial.

## AGRADECIMENTOS

*A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelas bolsas de iniciação científica concedidas; à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical – EMBRAPA pela parceria no projeto de pesquisa; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB, pelo financiamento do projeto de pesquisa.*

## REFERÊNCIAS

1 BORGES, C. A.; GABE, K. T.; CANELLA, D. S.; JAIME, P. C. Caracterização das barreiras e facilitadores para alimentação adequada e saudável no ambiente alimentar do consumidor. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 37, supl. 1, 2021. DOI: 10.1590/0102-311X00157020.

2 SUPER VAREJO. Com valor de mercado de R\$100 bilhões, consumo de alimentos saudáveis está crescendo desde a pandemia. 2023. Disponível em: <https://www.supervarejo.com.br/saudabilidade/com-valor-de-mercado-de-r100-bilhoes-consumo-de-alimentos-saudaveis-esta-em-crescimento-desde-a-pandemia>. Acesso em: 3 jun. 2025.

3 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro : IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101742.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2025.

4 ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Healthy diet**. (S. l.: s. n.), (s. d.). Disponível em: [https://www.who.int/health-topics/healthy-diet#tab=tab\\_2](https://www.who.int/health-topics/healthy-diet#tab=tab_2). Acesso em: 3 jun. 2025.

5 TOY, J. Y. H.; CHIN, F. W. L.; ZHANG, L.; JING, L.; YANG, X.; HUANG, D. Novel food processing technologies for retaining nutrition of horticultural food products. **Future Postharvest and Food**, v. 1, n. 2, p. 198-212, 2024. DOI: 10.1002/fpf2.12014.

6 MPHAPHULI, T.; MANHIVI, V. E.; SLABBERT, R.; SULTANBAWA, Y.; SIVAKUMAR, D. Enrichment of Mango Fruit Leathers with Natal Plum (*Carissa macrocarpa*) Improves Their Phytochemical Content and Antioxidant Properties. **Foods**, Basel, v. 9, n. 4, p. 431, 2020. DOI: 10.3390/foods9040431.

7 ARISUT, B. A.; ORMANLI, E.; TAVMAN, S.; KUMCUOGLU, S. Production of functional fruit snacks and determination of quality characteristics. **Food Science & Nutrition**, v. 13, n. 4, p. e70056, 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12006922/>. Acesso em: 7 jul. 2025.

8 SHINCY, A.; MADALAGERI, D.; HANUMANTHRAJU, K. N.; MANOJ, M.; PREMANANTHAN, P. Fruit leathers as functional snacks: A comprehensive review on formulation, drying technologies, quality attributes, and market potential. **Journal of Advance and Future Research**, v. 3, n. 6, p. 269-278, 2025. Disponível em: <https://rjwave.org/jaaf/papers/JAAFR2506032.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2025.

9 ALAM, M.; RAWAT, M.; KAUR, S.; DAR, B. N.; NANDA, V. Transformation of Quality Attributes of Fruit Leathers Using Diverse Hydrocolloids: Recent Application and Future Perspective. **Journal of Food Process Engineering**, (S. I.), v. 47, n. 11, p. e14782, nov. 2024. DOI:10.1111/jfpe.14782.

10 CASTILLO, M.; PONS-GÓMEZ, A.; ALBERT-SIDRO, C.; DELPOZO, B.; BESADA, C. Acceptance, sensory characterization and consumption contexts for dehydrated persimmon slices, chips, leathers and powder: a consumer study. **Foods**, v. 12, n. 10, p. 1966, 2023. DOI: 10.3390/foods12101966.

11 ALMEIDA-GUZMÁN, M.; DÍAZ-GUEVARA, C. Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible: avances en Ecuador. **Estudios de la Gestión**, Quito, n. 8, p. 35–57, jul./dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10>.

12 CARVALHO, I. de P.; COSTA, G. A.; FERREIRA, M. S. de S. Percepções dos consumidores sobre o uso de subprodutos de frutas e hortaliças na elaboração de novos produtos alimentícios. In: **Agron Food Academy**. Ciência e tecnologia de alimentos: pesquisas e avanços. v. 3. p. 144–154, 2023. DOI: 10.53934/9786585062060-11.

13 YAASHIKAA, P. R.; KUMAR, P.; VARJANI, S. Valorization of agro-industrial wastes for biorefinery process and circular bioeconomy: A critical review. **Bioresource Technology**, v. 343, 126126, 2022. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852421014681>. Acesso em: 2 jul. 2025.

14 ROSIDA; SAROFA, U.; PERTIWI, A. P. Utilization of pineapple cobs and peels for fruit leather processing. **Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology**, v. 16, n. 1, p. 393–396, 2023. Disponível em: <https://www.techniumscience.com.pluscommunication.eu/index.php/technium/article/view/10017>. Acesso em: 3 jun. 2025.

15 ANDRADE, M. C. R. O papel das revisões de literatura na produção e síntese do conhecimento científico em Psicologia. **Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia**, Belo Horizonte, v. 14, n. spe, p. 1–5, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36298/gerais202114e23310>. Acesso em: 15 ago. 2025.

16 GUPTA, R. K.; ALI, E. A. E.; GAWAD, F. A. E.; DAOOD, V. M.; SABRY, H.; KARUNANITHI, S.; SRIVASTAV, P. P. Valorization of fruits and vegetables waste byproducts for development of sustainable food packaging application. **Waste Management Bulletin**, v. 2, p. 21–40, 2024. DOI: 10.1016/j.wmb.2024.08.005.

17 TESHOME, E.; TEKA, T. A.; NANDASIRI, R.; RANJAN, R. J.; VOUKANG HAROUNA, D.; ASTATKIE, T.; URUGO, M. M. Fruit by-products and their industrial applications for nutritional benefits and health promotion: a comprehensive review. **Sustainability**, Basel, v. 15, n. 10, p. 7840, 2023. DOI: 10.3390/su15107840.

18 DELVAR, A.; DE CARO, P.; CANDY, L.; CARO, Y.; SHUM CHEONG SING, A.; RAYNAUD, C. Integrated process for extraction and formulation in emulsions of active molecules from fresh passion fruits (*Passiflora edulis* Sims). **Journal of Food Engineering**, v. 263, p.388–397,2019.DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.07.014>.

19 GARCÍA-MAHECHA, M.; SOTO-VALDEZ, H.; CARVAJAL-MILLAN, E.; MADERA-SANTANA, T. J.; LOMELÍ-RAMÍREZ, M. G.; COLÍN-CHÁVEZ, C. Bioactive Compounds in Extracts from the Agro-Industrial Waste of Mango. **Molecules**, (S. l.), v. 28, n. 1, p. 458, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28010458>.

20 KIATTI, D. D.; VASTOLO, A.; KOURA, B. I.; VITAGLIONE, P.; CUTRIGNELLI, M. I.; CALABRÒ, S. The Chemical Characteristics and In Vitro Degradability of Pineapple By-Products as Potential Feed for Ruminants. **Animals**, Basel, v. 13, n. 20, p. 3238, out. 2023. DOI: 10.3390/ani13203238.

21 ANGULO-LÓPEZ, J. E.; FLORES-GALLEGOS, A. C.; TORRES-LEÓN, C.; RAMÍREZ-GUZMÁN, K. N.; MARTÍNEZ, G. A.; AGUILAR, C. N. Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit and Valorization of Industrialization By-Products. **Processes**, v. 9, n. 6, p. 1075, 2021. DOI: 10.3390/pr9061075.

22 ZOU, F.; TAN, C.; ZHANG, B.; WU, W.; SHANG, N. The Valorization of Banana By-Products: Nutritional Composition, Bioactivities, Applications, and Future Development. **Foods**, Basel, v. 11, n. 20, art. 3170, 11 out. 2022. DOI: 10.3390/foods11203170.

23 CZECH, A.; MALIK, A.; SOSNOWSKA, B.; DOMARADZKI, P. Bioactive substances, heavy metals, and antioxidant activity in whole fruit, peel, and pulp of citrus fruits. **International Journal of Food Science**, (S. I.), 10 p., 2021. DOI: 10.1155/2021/6662259.

24 BRAMONT, W. B.; LEAL, I. L.; UMSZA-GUEZ, M. A.; GUEDES, A. S.; ALVES, S. C. O.; REIS, J. H. O.; BARBOSA, J. D. V.; MACHADO, B. A. S. Comparação da composição centesimal, mineral e fitoquímica de polpas e cascas de dez diferentes frutas. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 4, 2018. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/2111>. Acesso em: 4 jun. 2025.

25 MACEDO, M. C. C.; CORREIA, V. T. V.; SILVA, V. D. M.; PEREIRA, D. T. V.; AUGUSTI, R.; MELO, J. O. F.; PIRES, C. V.; PAULA, A. C. C. F.; FANTE, C. A. Development and characterization of yellow passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Metabolites**, Basel, v. 13, n. 6, p. 1–15, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2218-1989/13/6/684>. Acesso em: 2 jul. 2025.

26 SUMAYA-MARTÍNEZ, M. T.; MEDINA-CARRILLO, R. E.; GONZÁLEZ-OCEGUEDA, E.; JIMÉNEZ-RUIZ, E. I.; BALOIS-MORALES, R.; SÁNCHEZ-HERRERA, L. M.; LÓPEZ-NAHUATT, G. Mango (*Mangifera indica* L.) pulping by-products: antioxidant activity and bioactive compounds of three mango cultivars. **Revista Bio Ciencias**, Tepic, v. 6, e560, 2019. Disponível em: <https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/560>. Acesso em: 2 jul. 2025.

27 NORDIN, N. L.; SULAIMAN, R.; BAKAR, J.; NORANIZAN, M. A. Comparison of phenolic and volatile compounds in MD2 pineapple peel and core. **Foods**, Basel, v. 12, n. 11, art. 2233, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12112233>. Acesso em: 2 jul. 2025.

28 ALLAQABAND, S.; DAR, A. H.; PATEL, U.; KUMAR, N.; NAYIK, G. A.; KHAN, S. A.; ANSARI, M. J.; ALABDALLAH, N. M.; KUMAR, P.; PANDEY, V. K.; KOVÁCS, B.; SHAIKH, A. M. Utilization of fruit seed-based bioactive compounds for formulating the nutraceuticals and functional food: a review. **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, v. 9, art. 902554, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2022.902554/full>. Acesso em: 2 jul. 2025.

29 ZHANG, L.; ZHANG, C.; WEI, Z.; HUANG, W.; YAN, Z.; LUO, Z.; BETA, T.; XU, X. Effects of four drying methods on the quality, antioxidant activity and anthocyanin components of blueberry pomace. **Food Production, Processing and Nutrition**, (S. l.), v. 5, p. 35, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00150-3>. Acesso em: 9 jul. 2025.

30 ROCCHETTI, G.; PÉREZ GREGORIO, R.; LORENZO, J. M.; BARBA, F. J.; GARCÍA OLIVEIRA, P.; PRIETO, M. A.; SIMAL-GANDARA, J.; MOSELE, J. I.; MOTILVA, M.-J.; TOMAS, M.; PATRONE, V.; CAPANOGLU, E.; LUCINI, L. Functional implications of bound phenolic compounds and phenolics–food interaction: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 21, p. 811–842, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12921>. Acesso em: 3 jul. 2025.

31 YU, M.; XIA, Y.; ZHOU, M.; GUO, Y.; ZHENG, J.; ZHANG, Y. Effects of different extraction methods on structural and physicochemical properties of pectins from finger citron pomace. **Carbohydrate Polymers**, v. 258, p. 117662, 2021. DOI: 10.1016/j.carbpol.2021.117662.

32 BARRERA-CHAMORRO, L.; FERNÁNDEZ-PRIOR, Á.; RIVERO-PINO, F.; MONSERRAT-DE LA PAZ, S. A comprehensive review on the functionality and biological relevance of pectin and the use in the food industry. **Carbohydrate Polymers**, (S.l.), v. 348, art. 122794, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2024.122794>. Acesso em: 3 jul. 2025.

33 KANSAKAR, U.; GURUNG, S.; SHARMA, A. Exploring the therapeutic potential of bromelain: a comprehensive review of its bioactivity and biomedical applications. **Frontiers in Pharmacology**, (S. l.), 2024. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11243481/>. Acesso em: 3 jul. 2025

34 PÉREZ-LAMELA, C.; FRANCO, I.; FALQUÉ, E. Impact of processing technologies on quality attributes of fruit-based products: a comprehensive review. **Molecules**, v. 26, n. 17, art. 5265, ago. 2021. DOI: 10.3390/molecules26175265.

35 XU, B.; TILIWA, E. S.; YAN, W.; AZAM, S. M. R.; WEI, B.; ZHOU, C.; MA, H.; BHANDARI, B. Recent development in high quality drying of fruits and vegetables assisted by ultrasound: a review. **Food Research International**, Amsterdam, v. 152, art. 110744, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110744>.

36 RAMÍREZ-PULIDO, B.; BAS-BELLVER, C.; BETORET, N.; BARRERA, C.; SEGÚI, L. Valorization of vegetable fresh-processing residues as functional powdered ingredients: A review on the potential impact of pretreatments and drying methods on bioactive compounds and their bioaccessibility. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, (S. I.), v. 5, p. 654313, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.654313/full>. Acesso em: 8 jul. 2025.

37 KRAJEWSKA, A.; DZIKI, D.; YILMAZ, M. A.; ÖZDEMİR, F. A. Physicochemical Properties of Dried and Powdered Pear Pomace. **Molecules**, (S. I.), v. 29, n. 3, p. 742, fev. 2024. DOI: 10.3390/molecules29030742.

38 WANDERLEY, R. O. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; SANTOS, F. S.; PAIVA, Y. F.; FERREIRA, J. P. L.; LIMA, A. G. B.; GOMES, J. P.; COSTA, C. C.; SILVA, W. P.; SANTOS, D. C.; MARACAJÁ, P. B. The temperature influence on drying kinetics and physico-chemical properties of pomegranate peels and seeds. **Foods**, Basel, v. 12, n. 2, p. 286, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12020286>. Acesso em: 8 jul. 2025.

39 ARAÚJO, B. Z. R.; MARTINS, V. F. R.; PINTADO, M. E.; MORAIS, R. M. S. C.; MORAIS, A. M. M. A comparative study of drying technologies for apple and ginger pomace: kinetic modeling and antioxidant properties. **Processes**, Basel, v. 12, n. 10, p. 2096, 2024. DOI: 10.3390/pr12102096.

40 KITTIBUNCHAKUL, S.; TEMVIRIYANUKUL, P.; CHAIKHAM, P.; KEMSAWASD, V. Effects of freeze drying and convective hot-air drying on predominant bioactive compounds, antioxidant potential and safe consumption of maoberry fruits. **LWT – Food Science and Technology**, v. 184, art. 114992, 15 jul. 2023. DOI: 10.1016/j.lwt.2023.114992.

41 KROEHNKE, J.; MUSIELAK, G. Ultrasound-assisted drying of apples – process kinetics, energy consumption, and product quality. **Drying Technology**, v. 42, n. 11, p. 1757–1765, 2024. DOI: 10.1080/07373937.2024.2388305.

42 FERNANDES, F. A. N.; RODRIGUES, S. Ultrasound applications in drying of fruits from a Sustainable Development Goals perspective. **Ultrasonics Sonochemistry**, (S. l.), v. 95, p. 106375, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417723001426>. Acesso em: 9 jul. 2025.

43 PROSAPIO, V.; QUIROGA, L. E. Freeze-drying technology in foods. **Foods, Basel**, v. 9, n. 7, p. 920, 2020. DOI: 10.3390/foods9070920. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/7/920>. Acesso em: 9 jul. 2025.

44 WANI, K. M.; DHANYA, M. Unlocking the potential of banana peel bioactives: extraction methods, benefits, and industrial applications. **Discover Food**, (S. l.), 2025. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s44187-025-00276-y>. Acesso em: 2 jul. 2025.

45 INADA, K. O. P.; NUNES, S.; MARTÍNEZ-BLÁZQUEZ, J. A.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. Efeito de métodos de alta pressão hidrostática e secagem no perfil de compostos fenólicos da jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) descasque e semeie. **Química dos Alimentos**, v. 309, art. 125794, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619319272?via%3Dihub>. Acesso em: 2 jul. 2025.

46 GÓMEZ, R. S.; MAGALHÃES, H. L. F.; PORTO, T. R. N.; LIMA, E. S.; SANTANA, R. A. C.; GOMES, K. C.; LIMA, W. M. P. B.; LIMA, A. G. B. Drying process of clay ceramic materials: a review. **Research, Society and Development**, (S. l.), v. 9, n. 11, p. e78591110300, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.10300.

47 SILVA, G. B.; MALAQUIAS, A. B.; MACEDO, A. D. B.; CAMPOS, A. R. N. Estudo da cinética de secagem dos resíduos da pinha (*Annona squamosa* L.) em forno micro-ondas. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 6., 2022, Campina Grande. **Anais (...)**. Campina Grande: Editora Realize, 2022. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/86925>. Acesso em: 9 jul. 2025.

48 ZIELIŃSKA, M.; ROPELEWSKA, E.; XIAO, H. W.; MUJUMDAR, A. S.; LAW, C. L. Review of recent applications and research progress in hybrid and combined microwave-assisted drying of food products: quality properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 60, p. 2212–2264, 2020.

49 ALISSA, K.; PENDURADO, Y.-C.; HOU, C. Y.; LIM, G. C. W.; CIOU, J. Developing new health material: The utilization of spray drying technology on avocado (*Persea americana* Mill.) seed powder. **Foods**, (S. l.), v. 9, n. 2, p. 139, fev. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/2/139>. Acesso em: 9 jul. 2025.

50 PRASAD, G.; SARKAR, S.; SETHI, L. Solar drying technology for agricultural products: a review. **Agricultural Reviews**, (S. l.), v. 45, n. 4, p. 579–589, dez. 2024. DOI: 10.18805/ag.R-2457.

51 HUI, C. L.; ONG, S. P.; CHIANG, C. L.; MENON, A. S. A. A review of quality characteristics of solar dried food crop products. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 292, p. 012054, 2019. DOI: 10.1088/1755-1315/292/1/012054.

52 MOHAMMED, S.; MAKULE, E.; KAYONDO, S. The effect of traditional and improved solar drying methods on the sensory quality and nutritional composition of fruits: A case of mangoes and pineapples. **Heliyon**, (S. l.), v. 6, n. 6, e04163, 2020. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e04163.

53 FUSO, A.; RISSO, D.; ROSSO, G.; ROSSO, F.; MANINI, F.; MANERA, I.; CALIGIANI, A. Potential valorization of hazelnut shells through the extraction, purification and structural characterization of prebiotic compounds: a critical review. **Foods**, (S. l.), v. 10, n. 6, p. 1197, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/6/1197>. Acesso em: 9 jul. 2025.

54 BLEJAN, A. M.; NOUR, V.; CODINĂ, G. G. Physicochemical and functional characterization of pear leathers enriched with wild bilberry and blackcurrant pomace powders. **Agronomy, Basel**, v. 14, n. 9, p. 2048, 2024. DOI: 10.3390/agronomy14092048.

55 ZAMANKHANI, N.; ABDOLAH, M. Formulation and characterization of plum fruit leather enriched with orange peel oil. **Research in Food Science and Technology**, v. 6, n. 2, p. 67-79, 2019. DOI: 10.22127/rfst.2019.93513.

56 KURNIADI, M.; PARNANTO, N. H.; SAPUTRI, M. W.; FREDIANSYAH, A. The effect of kappa-carrageenan and gum Arabic on the production of guava-banana fruit leather. **Food Science & Nutrition**, (S. l.), 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9253237/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

57 TEIXEIRA, N. S.; PONTES, S. M.; TORREZAN, R.; NOGUEIRA, R. I.; FREITAS-SÁ, D. D. G. C.; KROLOW, A. C. R.; MATTA, V. M. Desenvolvimento de fruta laminada a partir de coproduto do processamento de purê de pêssego. *In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA*, 2018, Lisboa. **Actas Portuguesas de Horticultura**. Lisboa: Associação Portuguesa de Horticultura, 2018. v. 29. p. 180-185.

58 GIACALONE, G.; SILVA, T. M. da; PEANO, C.; GIUGGIOLI, N. R. Development of fruit leather from *Actinidia arguta* by-product: quality assessment and shelf life studies. **Italian Journal of Food Science**, v. 31, p. 470–486, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335757439>. Acesso em: 13 jul. 2025.

59 KABIR, M. R.; HASAN, M. M.; ISLAM, M. R.; HAQUE, A. R.; HASAN, S. M. K. Formulation of yogurt with banana peel extracts to enhance storability and bioactive properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, Hoboken, v. 45, n. 3, e15191, 2020. DOI: 10.1111/jfpp.15191.

60 OZKAN, G.; GÜNAL-KÖROĞLU, D.; CAPANOGLU, E. Valorization of fruit and vegetable processing by-products/wastes. *In: CAPANOGLU, E.; NAVARRO-HORTAL, M. D.; HERNÁNDEZ, F. T. Y.; BATTINO, M. (Ed.). Valorization of Wastes/by-products in the Design of Functional Foods/Supplements*, v. 107, p. 1–39. **Advances in Food and Nutrition Research**, Academic Press Inc., 2023. DOI: 10.1016/bs.afnr.2023.06.002.

61 PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). O metano e sua contribuição para o efeito estufa: resíduos orgânicos em aterros sanitários. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/topics/acao-climatica/mitigacao/industria>. Acesso em: 14 jul. 2025.

62 CAMPOS, D. A.; GÓMEZ-GARCÍA, R.; VILAS-BOAS, A. A.; MADUREIRA, A. R.; PINTADO, M. M. Management of fruit industrial by-products - a case study on circular economy approach. **Molecules**, (S. l.), v. 25, n. 2, p. 320, 2020. DOI: 10.3390/molecules25020320.

63 DROSOU, F.; KEKES, T.; BOUKOUVALAS, C. Life cycle assessment of the canned fruits industry: sustainability through waste valorization and implementation of innovative techniques. **AgriEngineering**, Basel, v. 5, n. 1, p. 395–412, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-7402/5/1/26>. Acesso em: 13 jul. 2025.

64 PONTE, L. G. S.; RIBEIRO, S. F.; ANTUNES, A. E. C.; BEZERRA, R. M. N.; DA CUNHA, D. T. From tradition to science: Regional differences in the belief in functional

foods in Brazil. **Food and Humanity**, V. 5, p. 100688, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2949824425001922?via%3Dihub>. Acesso em: 16 jul. 2025.

65 BAKER, M. T.; LU, P.; PARRELLA, J. A.; LEGGETTE, H. R. Consumer acceptance toward functional foods: a scoping review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 19, n. 3, art. 1217, 22 jan. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/19/3/1217>. Acesso em: 17 jul. 2025.

66 RODRIGUES, G. de M.; GARCIA, V. A.; YOSHIDA, C. M.; VANIN, F. M.; CARVALHO, R. A. Fruit-Based Leathers: A Comprehensive Review of Terminologies, Composition, and Quality Attributes. **Food Science and Engineering**, (S. I.), v. 4, n. 2, p. 216–3, 18 ago. 2023. DOI: 10.37256/fse.4220232791.

67 HASAN, M. M.; ISLAM, M. R.; HAQUE, A. R.; UDDIN, M. A.; HOQUE, M. A.; SULTANA, S.; BHUIYAN, M. K. Trends and challenges of fruit by-products utilization: insights into safety, sensory, and benefits of the use for the development of innovative healthy food: a review. **Bioresources and Bioprocessing**, (S. I.), v. 11, p. 10, 2024. Disponível em: <https://bioresourcesbioprocessing.springeropen.com/articles/10.1186/s40643-023-00722-8>. Acesso em: 9 jul. 2025.

68 NÚÑEZ-GÓMEZ, N.; GONZÁLEZ-BARRIO, R.; PERIAGO, M. J. Interactions between dietary fiber and bioactive compounds: a review of the evidence and implications for health. **Antioxidants**, Basel, v. 12, n. 4, p. 861, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10135553/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

69 SANI, I. K.; MASOUDPOUR-BEHABADI, M.; ALIZADEH SANI, M.; MOTALEBINEJAD, H.; JUMA, A. S. M.; ASDAGH, A.; EGHBALJOO, H.; KHODAEI, S. M.; RHIM, J.-W. Value-added utilization of fruit and vegetable processing by-products for the manufacture of biodegradable food packaging films. **Food Chemistry**, v. 405, art. 134964, mar. 2023.