

**APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO
ANTIOXIDANTES E CORANTES NATURAIS****UTILIZATION OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE AS ANTIOXIDANTS AND
NATURAL DYES****APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO
ANTIOXIDANTES Y COLORANTES NATURALES**

10.56238/sevened2026.001-038

Jessyca Caroline Rocha Ribas

Instituição: Universidade Estadual de Maringá

Endereço: Paraná, Brasil

Leandra da Silva Florentino

Instituição: Universidade Estadual de Maringá

Endereço: Paraná, Brasil

RESUMO

A geração de resíduos agroindustriais representa um desafio ambiental e econômico crescente, especialmente nas cadeias produtivas de alimentos. Grande parte desses resíduos apresentam elevado potencial de aproveitamento devido a presença de compostos bioativos de alto valor. Nesse contexto, o presente artigo teve como objetivo revisar o uso de resíduos agroindustriais como fontes de antioxidantes e corantes naturais aplicáveis à indústria de alimentos. A metodologia consistiu em uma revisão da literatura científica, com análise de estudos publicados nos últimos anos em bases de dados nacionais e internacionais, abordando a composição química, os métodos de extração e as aplicações tecnológicas desses subprodutos. Os resultados indicam que cascas, sementes e bagaços são ricos em compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides e antocianinas, os quais apresentam elevada atividade antioxidante e potencial corante. Esses compostos podem ser utilizados para substituir aditivos sintéticos, contribuindo para a melhoria da qualidade nutricional dos alimentos e para a redução de riscos à saúde do consumidor. Além disso, o aproveitamento de resíduos agroindustriais está alinhado aos princípios da economia circular, promovendo sustentabilidade e agregação de valor aos subprodutos. Conclui-se que a utilização desses resíduos é uma alternativa promissora, embora sejam necessários avanços em pesquisas voltadas à estabilidade, segurança e viabilidade industrial dessas aplicações.

Palavras-chave: Aditivos Naturais. Compostos Bioativos. Economia Circular. Subprodutos Agrícolas. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The generation of agro-industrial residues represents a growing environmental and economic challenge, especially within food production chains. A large portion of these residues presents high potential for valorization due to the presence of high-value bioactive compounds. In this context, the present article aimed to review the use of agro-industrial residues as sources of antioxidants and natural

colorants applicable to the food industry. The methodology consisted of a review of scientific literature, analyzing studies published in recent years in national and international databases, addressing the chemical composition, extraction methods, and technological applications of these by-products. The results indicate that peels, seeds, and pomace are rich in phenolic compounds, flavonoids, carotenoids, and anthocyanins, which exhibit high antioxidant activity and coloring potential. These compounds can be used to replace synthetic additives, contributing to improved nutritional quality of foods and reduced health risks to consumers. Furthermore, the valorization of agro-industrial residues is aligned with the principles of the circular economy, promoting sustainability and added value to by-products. It is concluded that the use of these residues is a promising alternative; however, further research is required regarding the stability, safety, and industrial feasibility of these applications.

Keywords: Natural Additives. Bioactive Compounds. Circular Economy. Agricultural By-Products. Sustainability.

RESUMEN

La generación de residuos agroindustriales representa un desafío ambiental y económico creciente, especialmente en las cadenas productivas de alimentos. Una gran parte de estos residuos presenta un alto potencial de aprovechamiento debido a la presencia de compuestos bioactivos de alto valor. En este contexto, el presente artículo tuvo como objetivo revisar el uso de residuos agroindustriales como fuentes de antioxidantes y colorantes naturales aplicables a la industria alimentaria. La metodología consistió en una revisión de la literatura científica, con el análisis de estudios publicados en los últimos años en bases de datos nacionales e internacionales, abordando la composición química, los métodos de extracción y las aplicaciones tecnológicas de estos subproductos. Los resultados indican que cáscaras, semillas y bagazos son ricos en compuestos fenólicos, flavonoides, carotenoides y antocianinas, los cuales presentan elevada actividad antioxidante y potencial colorante. Estos compuestos pueden utilizarse para sustituir aditivos sintéticos, contribuyendo a la mejora de la calidad nutricional de los alimentos y a la reducción de riesgos para la salud del consumidor. Además, el aprovechamiento de residuos agroindustriales está alineado con los principios de la economía circular, promoviendo la sostenibilidad y la agregación de valor a los subproductos. Se concluye que la utilización de estos residuos es una alternativa prometedora; sin embargo, se requieren avances en investigaciones orientadas a la estabilidad, seguridad y viabilidad industrial de estas aplicaciones.

Palabras clave: Aditivos Naturales. Compuestos Bioactivos. Economía Circular. Subproductos Agrícolas. Sostenibilidad.

1 INTRODUÇÃO

Na cadeia de produção de alimentos há vários estágios em que ocorre alguma forma de desperdício, seja na produção, processamento, armazenamento, distribuição ou consumo (Bala et al. 2023, Saini et al. 2025). Na agroindústria, estima-se que, em média, de 30 a 50% dos alimentos processados são descartados, gerando grandes volumes de resíduos orgânicos. Esses resíduos representam uma das principais fontes de poluição ambiental, exigindo tratamento adequado antes de sua disposição no solo ou em corpos d'água (Leyva Salas et al. 2019).

Os métodos convencionais de tratamento de resíduos agroindustriais frequentemente envolvem o uso de produtos químicos agressivos e tóxicos, o que aumenta os custos do processo e pode gerar impactos ambientais adicionais (Azelee et al. 2020). Nesse contexto, iniciativas voltadas à reciclagem e à sua biotransformação em produtos de valor agregado surgem como alternativas sustentáveis, capazes de reduzir impactos ambientais e impulsionar a economia circular (Paillière-Jiménez et al. 2020).

Resíduos como borra de café, bagaço de frutas, restos de legumes, soro de leite e materiais celulósicos são ricos em proteínas, polissacarídeos, fibras dietéticas e compostos bioativos (Sharma et al. 2021). Esses compostos apresentam potencial de aplicação tanto na nutrição animal (Silvestre Vasconcelos et al. 2020) quanto como aditivos antioxidantes e antimicrobianos na preservação de alimentos, contribuindo para o aumento da vida útil e para a substituição de aditivos sintéticos (Castrica et al. 2019, Naqvi et al. 2020).

Em especial, resíduos provenientes do processamento de frutas são considerados fontes promissoras de compostos bioativos, uma vez que sementes apresentam elevada concentração de fibras e ácidos graxos mono e poli-insaturados, enquanto bagaços e cascas são ricos em compostos antioxidantes naturais (Costanzo et al. 2020, Gogoi et al. 2021). Apesar desse potencial, o uso sistemático desses resíduos como fontes de antioxidantes e corantes naturais ainda carece de organização e síntese crítica na literatura científica.

Dessa forma, objetivou-se descrever e discutir o uso de resíduos agroindustriais como fontes de antioxidantes naturais e corantes em alimentos, com base em estudos recentes.

2 METODOLOGIA

Para a elaboração desta revisão, adotou-se uma abordagem de revisão descritiva, estruturada em etapas sequenciais de busca, seleção e análise de estudos científicos. Essa abordagem teve como objetivo reunir e organizar informações disponíveis na literatura sobre o aproveitamento de resíduos agroindustriais como fontes de antioxidantes e corantes naturais aplicáveis à indústria de alimentos.

Inicialmente, foi realizada uma busca bibliográfica em bases de dados acadêmicas reconhecidas, incluindo Scopus, Web of Science e Google Scholar, utilizando combinações de

palavras-chave em inglês, tais como: “*agro-industrial residues*”, “*food waste valorization*”, “*natural antioxidants*”, “*natural food colorants*”, “*bioactive compounds from food by-products*” e “*fruit processing residues*”.

A pesquisa abrangeu estudos publicados entre 2015 e 2026, priorizando trabalhos recentes que abordassem a caracterização de resíduos agroindustriais, seus compostos bioativos e suas potenciais aplicações como antioxidantes e corantes naturais em alimentos. Foram considerados artigos científicos revisados por pares, capítulos de livros e revisões de literatura relevantes ao tema. Trabalhos duplicados, fora do escopo da revisão ou que não apresentavam relação direta com o aproveitamento de resíduos agroindustriais foram excluídos.

Após a busca inicial, os estudos foram submetidos a uma triagem baseada na leitura dos títulos e resumos. Em seguida, os artigos selecionados foram analisados na íntegra, sendo extraídas informações relacionadas ao tipo de resíduo agroindustrial, aos principais compostos bioativos identificados e às suas aplicações potenciais como antioxidantes e corantes naturais. Os dados obtidos foram organizados de forma descritiva, permitindo a síntese e discussão dos principais achados reportados na literatura.

2.1 PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL NO BRASIL E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

O agronegócio brasileiro exerce papel de destaque no cenário global, configurando-se como uma das principais forças da economia nacional e como participante relevante no comércio internacional de commodities agrícolas. Em 2022, a produção agrícola respondeu por aproximadamente 7% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, enquanto o agronegócio como um todo, considerando os segmentos de insumos, produção agrícola e processamento industrial representou cerca de 24,8% do PIB nacional (MAPA, 2025). Esse desempenho reflete a elevada intensidade produtiva e o avanço das cadeias agroindustriais no país, especialmente aquelas baseadas em matérias-primas vegetais amplamente processadas.

Nesse contexto, o país destaca-se na produção e exportação de diversos produtos agrícolas de relevância econômica, os quais podem ser utilizados como exemplos representativos da produção nacional. A cafeicultura ocupa posição de destaque, com o cultivo totalizando aproximadamente 2,26 milhões de hectares em 2023 e exportações em torno de 2,2 milhões de toneladas em 2022, o equivalente a 39,4 milhões de sacas (MAPA, 2025). De forma semelhante, o setor frutícola brasileiro apresenta crescimento expressivo. Entre janeiro e novembro de 2025, o país exportou cerca de 1,176 milhão de toneladas de frutas, representando um aumento de 23,22% em volume em relação ao mesmo período de 2024 (IBGE, 2025). Culturas como laranja e banana, com produções estimadas em 15,7 e 7,0 milhões de toneladas em 2024, respectivamente, exemplificam cadeias agroindustriais caracterizadas por elevado volume de processamento e geração de subprodutos (IBGE, 2025).

O crescimento expressivo da produção agroindustrial brasileira está diretamente associado ao aumento na geração de resíduos ao longo das diferentes etapas da cadeia produtiva, incluindo colheita, pós-colheita, processamento, distribuição e consumo. O descarte inadequado desses resíduos configura-se como um dos grandes desafios emergentes, uma vez que envolve elevados custos de manejo e está associado à contaminação do solo, à emissão de gases de efeito estufa (GEE), à poluição de corpos d'água e à degradação ambiental, comprometendo a segurança ambiental, a qualidade de vida e a segurança alimentar regional

Estima-se que aproximadamente 45% da biomassa de frutas e vegetais seja desperdiçada ao longo dessas etapas (Figura 1) (Siqueira et al. 2022). Paradoxalmente, resíduos como cascas, bagaços, sementes e polpas podem ser considerados matérias-primas valiosas, uma vez que são gerados em grandes volumes e apresentam elevada concentração de compostos bioativos, reforçando seu potencial de reaproveitamento em diferentes aplicações industriais, incluindo a obtenção de antioxidantes e corantes naturais (Siqueira et al. 2022, Sharma et al. 2021). Dada a geração significativa de resíduos, torna-se essencial explorar seu potencial como fontes de compostos bioativos com aplicações em alimentos.

Figura 1. Esquema da geração de resíduos de principais produtos agroindustriais e seu aproveitamento para antioxidantes e corantes naturais



Fonte: Autores.

2.2 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

A oxidação é uma reação química que transfere elétrons de uma substância para um agente oxidante. Reações de oxidação produzem radicais livres os quais iniciam reações em cadeia causando danos as células (Chandimali et al. 2025).

Nos alimentos, os danos da oxidação lipídica incluem a redução do seu valor organoléptico e adição de sabores rançosos, tornando-os impróprios para os consumidores (Geng et al. 2023). Os

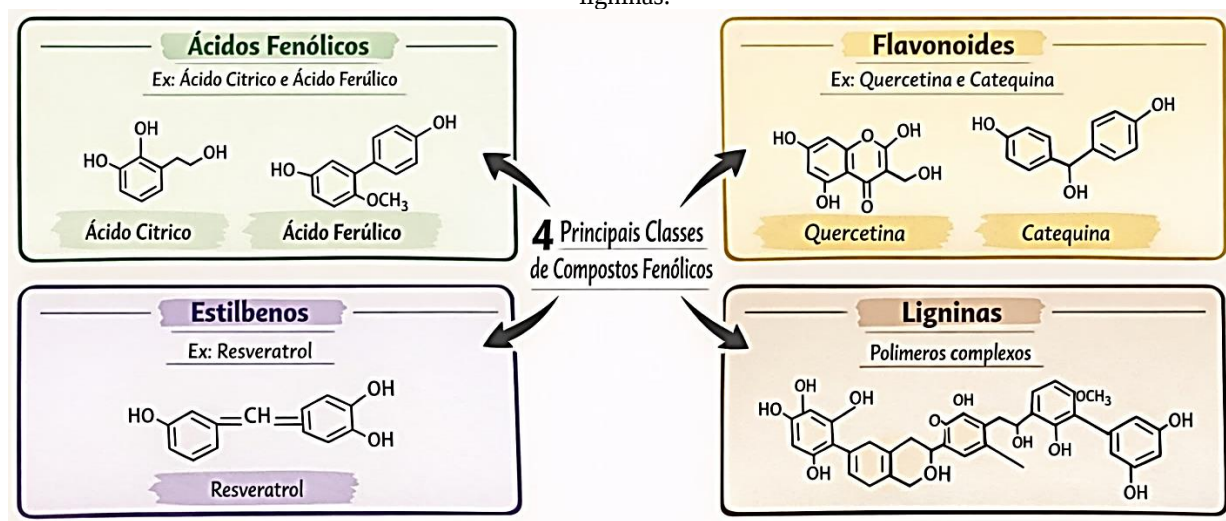
agentes antioxidantes cessam essas reações em cadeia removendo os intermediários dos radicais livres e ainda, inibem outras reações de oxidação ao serem eles próprios oxidados (Chandimali et al. 2025). Assim, seu uso na preservação de alimentos é eficiente, preservando suas características e aumentando sua vida útil.

As indústrias optam por utilizar antioxidantes sintéticos na preservação dos alimentos como BHT (hidroxitolueno butilado) e BHA (Butil-hidroxianisol). Porém, estudos recentes apontam que o consumo de alimentos industrializados adicionados de conservantes químicos estão fortemente associados ao maior risco de câncer e doenças neurodegenerativas (Hasenböhler et al. 2026). Pesquisadores buscam incluir antioxidantes de ocorrência natural para preservação de alimentos.

As plantas possuem compostos químicos secundários de ocorrência natural que ajudam a proteger as células vegetais de injúrias ambientais, estresse e ataque de patógenos, além de conferirem cor, sabor e aroma (Sharma et al. 2022). Alguns destes fitoquímicos são da classe dos compostos fenólicos e carotenoides e são reconhecidos pela sua capacidade antioxidante. A maioria dos antioxidantes produzidos pelas plantas incluem terpenoides, ácido cinâmico, ácidos benzoicos, ácido fólico, ácido ascórbico, alfa tocoferóis e tocotrienóis (Yousuf et al. 2024).

Os compostos fenólicos são compostos secundários de plantas caracterizados por possuírem pelo menos um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila ligados (Xu & Wang 2025). São divididos em quatro classes principais: ácidos fenólicos, os flavonoides, os estilbenos e as ligninas (Figura 2). Estes compostos estão presentes nos alimentos consumidos no cotidiano sendo as classes dos flavonoides e ácidos fenólicos aquelas consumidas em maiores quantidades (Xu & Wang 2025, Marchiosi et al. 2020).

Figura 2. Estrutura geral dos compostos fenólicos e sua classificação em ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos e ligninas.



Fonte: Autores.

A maioria dos compostos fenólicos se encontram em subprodutos como cascas e sementes, as quais são descartadas como resíduos por não possuírem valor na indústria alimentícia. A banana é um alimento rico em polifenóis com alta capacidade antioxidante, com nível superior da casca em relação a polpa (Emmanuel et al. 2025). A casca da manga possui teor elevado de compostos fenólicos e carotenoides enquanto o caroço é fonte de ácidos graxos poli-insaturados e compostos fenólicos como a mangiferina que exibe propriedades antioxidantes, antiinflamatória, anticancerígena e antiviral (García-Mahecha et al. 2023).

Para a recuperação de compostos com alta capacidade antioxidante nas cascas e sementes de frutas, deve-se caracterizar os compostos fenólicos individuais, identificar os fatores que afetam os níveis de compostos fenólicos nestes subprodutos e avaliar o uso potencial desses compostos como aditivos alimentares. A variedade, condições de cultivo, maturidade do fruto, métodos de pré-tratamento e métodos de extração dos compostos bioativos são algumas condições que afetam a taxa de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante do alimento (Suleria et al. 2020).

O aproveitamento desses resíduos agroindustriais como conservantes naturais de alimentos é viável do ponto de vista do consumidor, que busca por alimentos mais naturalmente conservados (Maddaloni et al. 2025). Dado o potencial de cascas, bagaços e outros resíduos agroindustriais como inibidores da oxidação lipídica, proteica e deterioração microbiana em alimentos, a tabela 1 apresenta alguns dos estudos atuais sobre a utilização de resíduos agroindustriais na preservação de alimentos.

Tabela 1. Copilado de estudos sobre a utilização de resíduos agroindustriais na conservação de diversos alimentos entre 2024 e 2026.

Alimentos	Resoluções	Referências
Pó de subprodutos da melancia em massa fresca	As massas apresentaram melhor teor total de fenólicos e a atividade antioxidante. Houve alterações na firmeza da massa.	(Acun et al. 2025)
Extrato de chá verde em óleo de girassol	O extrato de chá verde (800 ppm) substitui efetivamente os efeitos antioxidantes do antioxidante sintético Terc-butil-hidroquinona (TBHQ) a 75 ppm na extensão da vida útil do óleo de girassol	(Ahmadi et al. 2024)
Extratos em pó de casca de toranja, limão, tangerina ou laranja em linguças de carne suína	As linguças apresentaram menor perda por cozimento sem alterar o pH. Não houve comprometimento da cor e perda da estabilidade oxidativa.	(Bae et al. 2025)
Massa com folhas de uva e extrato de lúpulo	Houve alto teor de compostos fenólicos e flavonoides totais, potencial antioxidante e redução no índice glicêmico da massa.	(Bekiroglu et al. 2025)
Extrato de casca de romã e de folhas de oliveira em carne moída de aves e coelho.	A combinação dos extratos promoveu redução na contagem de colônias durante a vida de prateleira (6 dias a 4 °C), preservando a oxidação lipídica e mantendo os níveis de pH.	(Forgione et al. 2024)
Extrato de semente de abóbora em carne moída	Durante 9 dias de armazenamento, a carne moída tratada apresentou menores valores de TBARS, maior poder redutor férrico e melhores índices de cor e odor na carne.	(Gadekar et al. 2025)
Subprodutos do tomate como corante encapsulado em queijo mascarpone	O corante conferiu uma tonalidade mais verde ao queijo e manteve a atividade antioxidante sem alterar o perfil nutricional nem a composição de ácidos graxos do produto.	(Molina et al. 2025)

Extrato de folhas de amoreira em iogurte	Melhor taxa de acidificação e fermentação mais rápida. Maior acidez titulável total, capacidade de retenção de água, teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante do iogurte	(Tang et al. 2024)
Extrato de folha de oliveira em iogurtes de leite de vaca, ovelha e cabra	Os iogurtes apresentaram maior teor de fenóis totais e atividade antioxidante, maior firmeza somente naqueles produzidos com leite bovino	(Tarchi et al. 2025)
Extrato de semente de manga em almôndegas de carne de cabra.	Houve menores valores de peróxido, TBARS e menor proliferação microbiana que o tratamento controle. Além de melhores atributos sensoriais.	(Umaraw et al. 2024)
Pó de casca de psílio em carne enlatada sem fosfatos.	Houve melhor estabilidade da emulsão e propriedades texturais da carne. Menor oxidação lipídica durante o armazenamento.	(Zhao et al. 2025)

Fonte: Autores.

Além de aumentarem o tempo de prateleira dos alimentos, afetarem as características sensoriais do produto e sua qualidade, a adição de compostos bioativos derivados de plantas em alimentos como produtos cárneos, lácteos e outros, pode ainda beneficiar a saúde de quem o consome. Porém, a biodisponibilidade de compostos fenólicos e antioxidantes depende de sua liberação da matriz alimentar durante o processo digestivo (Li et al. 2023, Dutra et al. 2023). A digestão *in vitro* de diversos resíduos de frutas e vegetais varia entre 44,20 a 97,16% sendo influenciada por fatores estruturais e interação entre as moléculas dos alimentos (Li et al. 2023).

2.3 CORANTES DERIVADOS DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

O uso de corantes em alimentos é feito com o objetivo de atrair os consumidores a adquirirem e ingerirem esse produto, já que muitos alimentos perdem sua cor devido as etapas de processamento e condições de armazenamento o que aumenta a rejeição por parte do comprador (Lis & Bartuzi 2023).

Corantes alimentares se classificam em quatro tipos: sintéticos, idênticos à natureza, inorgânicos e naturais. Os corantes classificados como sintéticos não existem na natureza, sendo produzidos pelo ser humano. Corantes idênticos à natureza são produzidos pelo ser humano, mas que existem também na natureza. Corantes inorgânicos são aqueles produzidos a partir de minerais e os naturais são obtidos a partir de organismos vivos como vegetais, insetos, algas, cianobactérias e fungos (Alegbe & Uthman 2024).

A utilização de corantes sintéticos derivados de produtos petroquímicos tem sido amplamente utilizada em alimentos (Sharma et al. 2021). Porém, estes aditivos químicos reduzem a segurança do alimento podendo causar alergias, toxicidade, teratogenicidade e carcinogenicidade (Lopes & Ligabue-Braun 2021). Assim, há uma busca crescente por pigmentos naturais em detrimento dos artificiais.

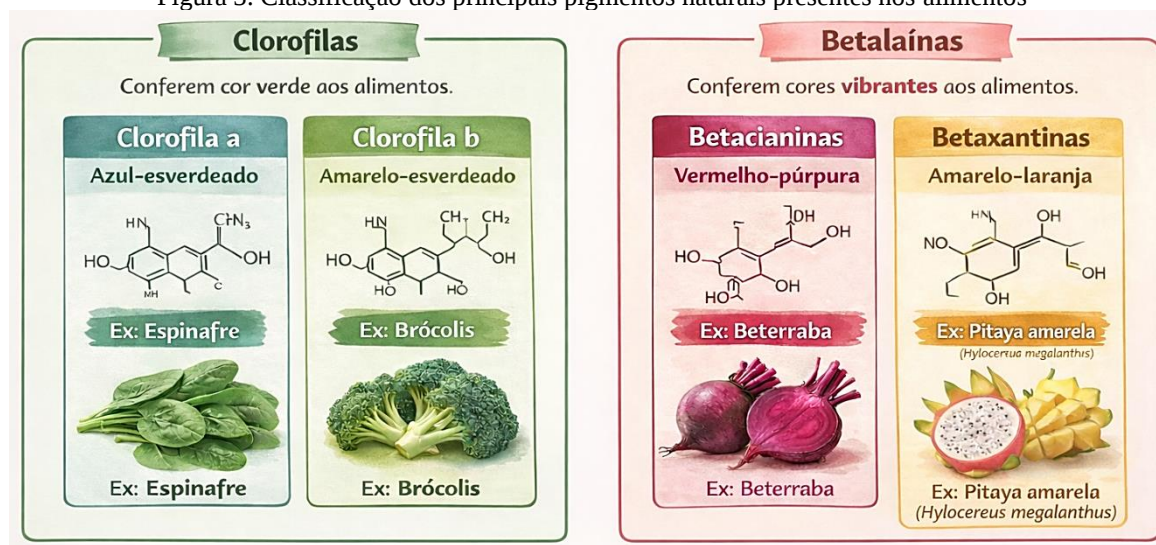
Os pigmentos naturais podem ser vegetais ou biológicos. Os pigmentos vegetais incluem os carotenoides (subclasse de terpenos), as antocianinas, as clorofilas e as betalainas (Nabi et al. 2023). Muitas pesquisas têm focado nas antocianinas e carotenoides, mas recentemente as betalainas tem ganhado importante destaque (Vega et al. 2023).

Os carotenoides conferem as cores amarelo, laranja e vermelho aos alimentos. Os principais incluem: β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina. A cor, solubilidade, estabilidade, biodisponibilidade e efeito como ingrediente funcional diferem entre os carotenoides (González-Peña et al. 2023).

Entre os corantes naturais solúveis em água estão as antocianinas, que pertencem à classe dos flavonoides. As antocianinas conferem as cores vermelho, azul e roxo as frutas e vegetais (Fernandes et al. 2019, Ghada et al. 2020). Têm reconhecida capacidade antioxidante porém possuem baixa estabilidade, sendo influenciada por fatores como estrutura e concentração, pH, temperatura, luz, oxigênio, solventes, presença de enzimas, outros flavonoides, proteínas e íons metálicos (Vega et al. 2023, Nabi et al. 2023).

As clorofilas conferem a cor verde aos alimentos. Conforme sua estrutura, pode apresentar-se nas cores: azul-esverdeado (clorofila a) ou amarelo-esverdeado (clorofila b) (Sharma et al., 2021). Seu uso em produtos alimentícios limita-se a sua suscetibilidade à fotodegradação e instabilidade em pH ácido (Xiao 2022). As betalainas são subdivididas em betacianinas que conferem cor vermelho-púrpura aos alimentos e betaxantinas que pigmentam os alimentos com as cores amarelo-laranja (Figura 3) (Sharma et al., 2021).

Figura 3. Classificação dos principais pigmentos naturais presentes nos alimentos



Fonte: Autores.

Os corantes naturais para serem utilizados devem ser atóxicos, não alergênicos, não cancerígenos e biodegradáveis (Singh et al. 2023). Apesar do incentivo pela maior utilização destes, os corantes naturais possuem desvantagens em relação aos sintéticos por serem menos estáveis, mais caros, requerem maiores concentrações para pigmentar e possuem uma gama limitada de tons (Belino et al. 2023).

Resíduos agroindustriais também podem ser utilizados como corantes naturais. As cascas de jabuticaba são ricas em antocianinas e foram adicionadas com sucesso como corantes em iogurtes (Salvador et al. 2025). Cálices de *Hibiscus sabdariffa* L. possuem coloração vermelha intensa devido à presença de antocianinas e foi utilizado como corante natural em sorvetes sem lactose (Ferrari et al. 2023).

A produção de pigmentos biológicos foi relatada em bactérias, fungos filamentosos, leveduras e algas. Os biopigmentos podem ser classificados com base na estrutura química, com os principais representantes sendo cantaxantina, astaxantina, prodigiosina, ficocianina, violaceína, riboflavina, b-caroteno, melanina e licopeno (Singh et al. 2023).

Os biopigmentos possuem como vantagens a independência de condições climáticas para seu cultivo, rápido crescimento, variedade de tons obtidos (Alegbe & Uthman 2024). Resíduos agroindustriais podem ser utilizados como substrato para cultivo de microrganismos que produzem pigmentos (Lopes & Ligabue-Braun 2021). A utilização de resíduos agroindustriais pré-tratados como fonte de carbono, nitrogênio e minerais pode reduzir os custos de produção de pigmentos biológicos.

Além de conferir cor aos alimentos, muitos destes corantes naturais de origem vegetal e microbiana, apresentam propriedades funcionais como poder antioxidante, anticancerígena, antimicrobiana, anti-inflamatório e neuroprotetor (Fernandes et al. 2019, Sharma et al. 2021). Desta forma, a substituição de aditivos sintéticos por naturais pode contribuir para a melhora da aparência dos alimentos, agregar valor nutricional e funcional aos produtos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a grande geração de resíduos agroindustriais no Brasil, torna-se uma alternativa promissora a utilização desses subprodutos, contribuindo não apenas para a redução do impacto ambiental, mas também para o fortalecimento da economia circular e o desenvolvimento de produtos mais naturais e saudáveis. Esta revisão evidencia a necessidade de estudos contínuos para otimizar a extração, caracterização e aplicação desses compostos, bem como de políticas e tecnologias que promovam o reaproveitamento eficiente de resíduos agroindustriais.

REFERÊNCIAS

- ACUN S, GÜL H & SEYREKOĞLU F. 2025. Innovative Utilization of Watermelon By-Product Powders to Enhance Fresh Pasta Quality: Improving Nutritional Value and Functional Properties. *Food Science & Nutrition* 13: e70572.
- AHMADI N, GHAVAMI M, RASHIDI L, GHARACHORLOO M & NATEGHI L. 2024. Effects of adding green tea extract on the oxidative stability and shelf life of sunflower oil during storage. *Food Chemistry: X* 21: 101168.
- ALEGBE EO & UTHMAN TO. 2024. A review of history, properties, classification, applications and challenges of natural and synthetic dyes. *Heliyon* 10.
- AZELEE NIW, MANAS NHA, DAILIN DJ, RAMLI ANM & SHAARANI SM. 2020. Biological Treatment of Agro-Industrial Waste. In: ZAKARIA ZA et al. (Eds), *Valorisation of Agro-industrial Residues – Volume I: Biological Approaches*, Cham: Springer International Publishing, p.59–79.
- BAE SM, YOO Y, PARK J, KIM M & JEONG JY. 2025. Citrus Peel Extract Powders as Reducing Agents for Naturally Cured Pork Sausages: Effects on Cured Color Development. *Foods* 14: 1397.
- BALA S, GARG D, SRIDHAR K, INBARAJ BS, SINGH R, KAMMA S, TRIPATHI M & SHARMA M. 2023. Transformation of Agro-Waste into Value-Added Bioproducts and Bioactive Compounds: Micro/Nano Formulations and Application in the Agri-Food-Pharma Sector. *Bioengineering* 10: 152.
- BEKIROGLU H, OZULKU G, EROL KF, KARADAG A & SAGDIC O. 2025. Pasta with grape leaves and hops extract: Effect on quality properties, predicted glycemic index and in vitro bio-accessibility of phenolics. *Food Bioscience* 64: 105909.
- BELINO N, RODILLA J & PAUL R. 2023. Biodyes: A Sustainable Approach for Textile Dyeing. In: CAROCHO M et al. (Eds), *Natural Secondary Metabolites: From Nature, Through Science, to Industry*, Cham: Springer International Publishing, p.893–922.
- CASTRICA M, REBUCCI R, GIROMINI C, TRETOLA M, CATTANEO D & BALDI A. 2019. Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products. *Italian Journal of Animal Science* 18: 336–341.
- CHANDIMALI N, BAK SG, PARK EH, LIM H-J, WON Y-S, KIM E-K, PARK S-I & LEE SJ. 2025. Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: a review. *Cell Death Discov* 11: 19.
- COSTANZO G, IESCE MR, NAVIGLIO D, CIARAVOLO M, VITALE E & ARENA C. 2020. Comparative Studies on Different Citrus Cultivars: A Revaluation of Waste Mandarin Components. *Antioxidants* 9: 517.
- DUTRA M da CP, MARTINS DA SILVA AB, DE SOUZA FERREIRA E, CARVALHO AJ de BA, LIMA M dos S & TELLES BIASOTO AC. 2023. Bioaccessibility of phenolic compounds from Brazilian grape juices using a digestion model with intestinal barrier passage. *Food Bioscience* 52: 102501.
- EMMANUEL JK, MTASHOBYA LA & MGENI ST. 2025. Potential Contributions of Banana Fruits and Residues to Multiple Applications: An Overview. *Natural Product Communications* 20: 1934578X251320151.

FERNANDES F, PEREIRA E, CÍRIĆ A, SOKOVIĆ M, CALHELHA RC, BARROS L & FERREIRA ICFR. 2019. *Ocimum basilicum* var. *purpurascens* leaves (red rubin basil): a source of bioactive compounds and natural pigments for the food industry. *Food Funct* 10: 3161–3171.

FERRARI G da S, SANTOS PPA dos, ROSA M da S & MORATO PN. 2023. Elaboração e caracterização de sorvete funcional de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) com inulina e sem lactose. *Multitemas* 149–162.

FORGIONE G, DE CRISTOFARO GA, SATERIALE D, PAGLIUCA C, COLICCHIO R, SALVATORE P, PAOLUCCI M & PAGLIARULO C. 2024. Pomegranate Peel and Olive Leaf Extracts to Optimize the Preservation of Fresh Meat: Natural Food Additives to Extend Shelf-Life. *Microorganisms* 12: 1303.

GADEKAR YP, JAIRATH G, SONI A, BHATT RS, YASHAVANTH BS & PONNAMPALAM EN. 2025. Utilisation of pumpkin seed (*Cucurbita maxima*) as a meat matrix preservative: Influence on colour and lipid stabilities. *Meat Science* 223: 109769.

GARCÍA-MAHECHA M, SOTO-VALDEZ H, CARVAJAL-MILLAN E, MADERA-SANTANA TJ, LOMELÍ-RAMÍREZ MG & COLÍN-CHÁVEZ C. 2023. Bioactive Compounds in Extracts from the Agro-Industrial Waste of Mango. *Molecules* 28: 458.

GENG L, LIU K & ZHANG H. 2023. Lipid oxidation in foods and its implications on proteins. *Front Nutr* 10.

GHADA B, PEREIRA E, PINELA J, PRIETO MA, PEREIRA C, CALHELHA RC, STOJKOVIĆ D, SOKOVIĆ M, ZAGHDOUDI K, BARROS L & FERREIRA ICFR. 2020. Recovery of Anthocyanins from Passion Fruit Epicarp for Food Colorants: Extraction Process Optimization and Evaluation of Bioactive Properties. *Molecules* 25: 3203.

GOGOI M, HATI BORUAH JL, BORA PK, DAS DJ, FAMHAWITE V, BISWAS A, PURO N, KALITA J, HALDAR S & BAISHYA R. 2021. *Citrus macroptera* induces apoptosis via death receptor and mitochondrial mediated pathway as prooxidant in human non-small cell lung cancer cells. *Food Bioscience* 43: 101293.

GONZÁLEZ-PEÑA MA, ORTEGA-REGULES AE, ANAYA DE PARRODI C & LOZADA-RAMÍREZ JD. 2023. Chemistry, Occurrence, Properties, Applications, and Encapsulation of Carotenoids—A Review. *Plants* 12: 313.

HASENBÖHLER A et al. 2026. Intake of food additive preservatives and incidence of cancer: results from the NutriNet-Santé prospective cohort. *BMJ* 392: e084917.

IBGE, 2025. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 02 de fevereiro de 2026

LEYVA SALAS M, MOUNIER J, MAILLARD M-B, VALENCE F, COTON E & THIERRY A. 2019. Identification and quantification of natural compounds produced by antifungal bioprotective cultures in dairy products. *Food Chemistry* 301: 125260.

LI CX, WANG FR, ZHANG B, DENG ZY & LI HY. 2023. Stability and antioxidant activity of phenolic compounds during in vitro digestion. *J Food Sci* 88: 696–716.

LIS K & BARTUZI Z. 2023. Plant Food Dyes with Antioxidant Properties and Allergies—Friend or Enemy? *Antioxidants* 12: 1357.

- LOPES FC & LIGABUE-BRAUN R. 2021. Agro-Industrial Residues: Eco-Friendly and Inexpensive Substrates for Microbial Pigments Production. *Front Sustain Food Syst* 5.
- MADDALONI L, GOBBI L, VINCI G & PRENCIPE SA. 2025. Natural Compounds from Food By-Products in Preservation Processes: An Overview. *Processes* 13: 93.
- MARCHIOSI R, DOS SANTOS WD, CONSTANTIN RP, DE LIMA RB, SOARES AR, FINGER-TEIXEIRA A, MOTA TR, DE OLIVEIRA DM, FOLETTO-FELIPE M de P, ABRAHÃO J & FERRARESE-FILHO O. 2020. Biosynthesis and metabolic actions of simple phenolic acids in plants. *Phytochem Rev* 19: 865–906.
- MOLINA AK, LEICHTWEIS MG, MACHADO M, SILVA S, PINTADO M, BARREIRA JCM, DIAS MI, PRIETO MÁ, BARROS L & PEREIRA C. 2025. Application of encapsulated tomato by-product extract as a colorant in mascarpone. *Food Research International* 217: 116771.
- NABI BG, MUKHTAR K, AHMED W, MANZOOR MF, RANJHA MMAN, KIELISZEK M, BHAT ZF & AADIL RM. 2023. Natural pigments: Anthocyanins, carotenoids, chlorophylls, and betalains as colorants in food products. *Food Bioscience* 52: 102403.
- NAQVI S a. Z, IRFAN A, ZAHOR AF, ZAFAR M, MARIA A, CHAND AJ & ASHFAQ S. 2020. Determination of antimicrobial and antioxidant potential of agro-waste peels. *An Acad Bras Ciênc* 92: e20181103.
- PAILLIÈ-JIMÉNEZ ME, STINCONE P & BRANDELLI A. 2020. Natural Pigments of Microbial Origin. *Front Sustain Food Syst* 4.
- SAINI RK, KHAN MI, KUMAR V, SHANG X, LEE J-H & KO E-Y. 2025. Bioactive Compounds of Agro-Industrial By-Products: Current Trends, Recovery, and Possible Utilization. *Antioxidants* 14: 650.
- SALVADOR MR, DOS SANTOS JAB, DA SILVA MAIA JK, CARDOSO L de M & BATISTA ÂG. 2025. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Jaboticaba Berry: Overview of Composition, Extraction, and Analytical Techniques. In: NASCIMENTO R de P do et al. (Eds), *Jaboticaba Berry: A Brazilian Superfruit*, Cham: Springer Nature Switzerland, p.87–117.
- SHARMA A, SHARMA S, KUMAR A, KUMAR V & SHARMA AK. 2022. Plant Secondary Metabolites: An Introduction of Their Chemistry and Biological Significance with Physicochemical Aspect. In: SHARMA AK & SHARMA A (Eds), *Plant Secondary Metabolites: Physico-Chemical Properties and Therapeutic Applications*, Singapore: Springer Nature, p.1–45.
- SHARMA M, USMANI Z, GUPTA VK & BHAT R. 2021. Valorization of fruits and vegetable wastes and by-products to produce natural pigments. *Critical Reviews in Biotechnology* 41: 535–563.
- SILVESTRE VASCONCELOS T, THOMAZ MC, CASTELINI FR, VERSUTI ARANTES ALVARENGA P, ALVES DE OLIVEIRA J, FERREIRA RAMOS G, KEITH ONO R, MILANI NC & DOS SANTOS RUIZ U. 2020. Evaluation of pineapple byproduct at increasing levels in heavy finishing pigs feeding. *Animal Feed Science and Technology* 269: 114664.
- SINGH T, PANDEY VK, DASH KK, ZANWAR S & SINGH R. 2023. Natural bio-colorant and pigments: Sources and applications in food processing. *Journal of Agriculture and Food Research* 12: 100628.

- SIQUEIRA MU, CONTIN B, FERNANDES PRB, RUSCHEL-SOARES R, SIQUEIRA PU & BARUQUE-RAMOS J. 2022. Brazilian Agro-industrial Wastes as Potential Textile and Other Raw Materials: a Sustainable Approach. *Mater Circ Econ* 4: 9.
- SULERIA HAR, BARROW CJ & DUNSHEA FR. 2020. Screening and Characterization of Phenolic Compounds and Their Antioxidant Capacity in Different Fruit Peels. *Foods* 9: 1206.
- TANG J, ZHANG W, YUAN R, SHU Y, LIU G, ZHENG B & TU J. 2024. Fortification of yogurt with mulberry leaf extract: Effects on physicochemical, antioxidant, microbiological and sensory properties during 21-days of storage. *Heliyon* 10.
- TARCHI I, KOUBAA M, OZOGUL F, BOUAZIZ M & AÏT-KADDOUR A. 2025. Influence of olive leaf extract on the physicochemical properties of yogurts made from cow, sheep, and goat milk. *Food Bioscience* 63: 105728.
- UMARAW P, SINGH VP & VERMA AK. 2024. Effect of Addition of Mango Seed Extract on Storage Stability of Chevron Meatballs at Refrigeration Temperature. *Foods* 13: 676.
- VEGA EN, CIUDAD-MULERO M, FERNÁNDEZ-RUIZ V, BARROS L & MORALES P. 2023. Natural Sources of Food Colorants as Potential Substitutes for Artificial Additives. *Foods* 12: 4102.
- XIAO J. 2022. Recent advances on the stability of dietary polyphenols. *eFood* 3: e21.
- XU L & WANG X. 2025. A Comprehensive Review of Phenolic Compounds in Horticultural Plants. *International Journal of Molecular Sciences* 26: 5767.
- YOUSUF P, RAZZAK S, PARVAIZ S, RATHER YA & LONE R. 2024. Role of Plant Phenolics in the Resistance Mechanism of Plants Against Insects. In: LONE R et al. (Eds), *Plant Phenolics in Biotic Stress Management*, Singapore: Springer Nature, p.191–215.
- ZHAO Z, SUN N, LI C, KONG B, XIA X, SUN F, LIU Q & CAO C. 2025. Application of psyllium husk powder addition on the textural properties, oxidative stability and sensory attributes of non-phosphates luncheon meat. *Meat Science* 222: 109760.