

RESÍDUOS DE FRUTAS E VEGETAIS: UMA REVISÃO SOBRE O POTENCIAL DE EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS E APLICAÇÃO EM PRODUTOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Romilda Ramos da Silva, Gabriela Fonsêca Leal, José Eduardo Bento de Oliveira, Camila da Costa Gomes, Wellington Barros dos Santos, Sílvio Jackson Félix Alves, Thaís Costa Santos, Greice Folis Dagostin Santinoni, Mariana Alencar da Macena, Camila Mariane Silva Soares, Claudia Cristina Auler dos Santos Amaral, Glêndara Aparecida de Souza Martins

RESUMO: O desperdício de alimentos é um desafio global a ser superado. Alimentos como frutas e vegetais configuram como a parcela com maior taxa de desperdício seja por diversas fontes como industrial no processamento ou após a compra e consumo. Entretanto, pesquisas recentes demonstram que a valorização de resíduos de frutas e vegetais é uma tendência cada vez mais forte, devido à, principalmente a demanda dos consumidores. Tais resíduos despertam o interesse da comunidade científica, pois são ricos em compostos bioativos como os pigmentos que podem ser extraídos, isolados como corantes naturais e aplicados para enriquecer produtos alimentícios, melhorando cor, capacidade antioxidante, entre outras. Logo, essa revisão concentra-se em um levantamento da literatura mais recente que trata sobre os resíduos de frutas e vegetais quanto ao potencial de extração de pigmentos e aplicações na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Produtos enriquecidos, corantes naturais, aproveitamento

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 1,3 bilhões de toneladas de alimentos produzidos são perdidos ou desperdiçados por ano no mundo. Tal desperdício ocorre desde a pós-colheita até o pós-consumo por famílias, restaurantes e estabelecimentos comerciais (GANESH; SRIDHAR; VISHALI, 2022). Como consequência, as perdas e desperdícios de ambos os grupos representam não apenas a perda de *commodities* alimentares, mas também indiretamente, os desperdícios de recursos como terra, água, fertilizantes, produtos químicos, energia e mão de obra (SAGAR et al., 2018).

Em contraste, os resíduos de frutas e vegetais são caracterizados por serem ricos em umidade, compostos orgânicos como carboidratos, proteínas, lipídeos, fibras e minerais além de compostos bioativos como pigmentos e fenólicos que podem ser recuperados na forma de biomoléculas altamente valiosas (EDWIGES et al., 2018; ESPARZA et al., 2020; SAGAR et al., 2018).

Vários desses compostos possuem atributos benéficos a saúde e têm sido amplamente estudados nos últimos 20 anos devido ao seu potencial em substituir os compostos sintéticos utilizados atualmente. Tal importância atrelada aos compostos benéficos tem levado a indústria a extraí-los de suas fontes naturais para o desenvolvimento de alimentos funcionais (PRAKASH MARAN et al., 2017; STAFUSSA et al., 2018).

A demanda dos consumidores por alimentos seguros que impactem positivamente na saúde faz com que a comunidade científica busque explorar ingredientes naturais como pigmentos de frutas que possam cumprir as exigências para aplicação em alimentos e bioterapêuticos com potenciais benefícios à saúde (SHARMA et al., 2021). Os estudos em relação à aplicação de pigmentos naturais têm se expandido nos últimos anos. em comparação aos pigmentos sintéticos, os corantes derivados de fontes naturais.

Assim, o objetivo deste trabalho é revisar a literatura acerca do aproveitamento de resíduos de fontes vegetais como matérias-primas em potencial para a extração de pigmentos como fontes alternativas e aplicação na indústria alimentar. Para isto, foi realizado um levantamento de dados a partir de pesquisas eletrônicas em base de dados científicos internacionais como *Scholar*, *Web of Science*, PubMed e *Scopus*. Os termos

utilizados para pesquisa foram: desperdício de alimentos, resíduos vegetais, pigmentos, cascas de frutas e vegetais, extração de pigmentos.

RESÍDUOS VEGETAIS

O termo “resíduo de frutas e vegetais” tem sido amplamente utilizado no setor de frutas e hortaliças, e se refere as partes não comestíveis dos vegetais que são descartadas durante a coleta, manuseio, transporte e processamento, ou seja, em diferentes partes da cadeia produtiva (PLAZZOTTA; MANZOCCO; NICOLI, 2017).

No entanto, outras terminologias são utilizadas nesse contexto e não existe algo único, entre elas temos: “perdas de alimentos”, “desperdício de alimentos” e até mesmo “subprodutos de alimentos”, sendo este último, utilizado quando se trata de resíduos que podem ser tratados e convertidos em produtos comerciais (VILARIÑO; FRANCO; QUARRINGTON, 2017).

Os resíduos alimentares podem ser classificados em animal ou vegetal. Os resíduos de origem animal têm como principais fontes os derivados das indústrias de laticínios, carnes, pescas e processamento de frutos do mar. Enquanto os resíduos vegetais dependem da fonte, sendo estas: cereais, raízes, tubérculos, oleaginosas e leguminosas, frutas e vegetais (ESPARZA et al., 2020).

Cerca de 50% entre resíduos alimentares são provenientes de frutas, vegetais e tubérculos, sendo que a maioria desses resíduos contém cascas coloridas e um rico conteúdo de pigmentos naturais (GUPTA et al., 2019). Porções não comestíveis de frutas como cascas e sementes são considerados agro-resíduos, logo são descartados no meio ambiente em vez de serem usados como fontes, pois esses resíduos podem conter valores nutricionais superiores a porção comestível (CAN-CAUICH et al., 2017; SALEEM; SAEED, 2020).

Até um terço dos vegetais são desperdiçados ou descartados durante a fabricação ou processamento de alimentos. No entanto, certas partes dos vegetais são descartadas de forma consciente na linha de produção devido ao seu sabor ou textura desagradáveis (LAU; SABRAN; SHAFIE, 2021). Porém, muitos metabólitos secundários estão

concentrados nas partes externas menos palatáveis de frutas e vegetais, logo, estão presentes em altas concentrações (RENARD, 2018).

Aplicações de resíduos de frutas e vegetais já foram estudados no desenvolvimento de novos produtos enriquecidos como por exemplo pães, biscoitos e bebidas (AMOFA-DIATUO et al., 2017; HIDALGO et al., 2018; ŠPORIN et al., 2018), assim como estudos tratando de métodos de extração de pigmentos de fontes variadas para aplicação na indústria alimentícia.

Meregalli et al. (2020) avaliaram a extração de compostos bioativos como antocianinas, compostos fenólicos totais, flavonóides e carotenoides na casca vermelha do araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) por meio de um comparativo entre métodos convencionais e ultrassonográficos, cujo resultado demonstrou ser promissor para utilização como corante natural na alimentação.

As investigações de Silva et al. (2018) demonstraram o potencial da casca de jabuticaba (*Myciaria* spp.) como uma boa fonte de pigmentos naturais com altos teores de compostos bioativos ao avaliar a estabilidade de antocianinas e polifenóis não antocianínicos. Em conclusão os autores consideraram a fruta como uma alternativa viável na obtenção de cor natural.

Hidalgo et al. (2018) avaliaram a capacidade antioxidante de extratos microencapsulados ricos em betalaínas de bagaço de beterraba vermelha ao enriquecer biscoitos. A adição do extrato demonstrou um maior teor de betanina, isobetanina, fenólicos totais e capacidade antioxidante, além de modificar a cor do produto, demonstrando assim o efeito protetor da microencapsulação durante o processo de produção dos biscoitos.

Apesar de resíduos e subprodutos de frutas e vegetais serem fontes ricas de nutrientes, a maioria do montante é subutilizada na forma de alimentação de animais ou compostagem, pois não há uma cadeia produtiva estabelecida que capitalize o desperdício de alimentos (AUGUSTIN et al., 2020; SABATER et al., 2021). Portanto, a adoção de estratégias urgentes e acessíveis para reduzir desperdício de alimentos é a questão chave para este problema.

Estratégia de aproveitamento

As estratégias de reciclagem de resíduos de frutas e vegetais podem ser divididas em duas, na qual uma é a reciclagem de toda a massa residual e a outra é a extração de compostos específicos (PLAZZOTTA; MANZOCCO; NICOLI, 2017). As estratégias mais comuns adotadas, além da alimentação animal e compostagem apresentadas na Figura 1, compreendem a produção de biocombustíveis, microrganismos e enzimas biotecnologicamente úteis ou recuperação de produtos químicos para outros fins (DI DONATO et al., 2018).

Figura 1. Gerenciamento de resíduos alimentares.



Fonte: (ESPARZA et al., 2020)

Os resíduos de frutas e vegetais podem ser utilizados como fonte para diferentes produtos de alto valor agregado abrindo a possibilidade de transformar materiais ambientalmente problemáticos em matérias-primas para extração de compostos bioativos e polímeros (CARMEN et al., 2020; MARTINS et al., 2015; MATA; MARTINS; CAETANO, 2018). Compostos que poderiam ser aplicados na medicina preventiva ou terapêutica como conservantes naturais, aditivos em bebidas funcionais e alimentos, antioxidantes em embalagens ativas entre outros (DI DONATO et al., 2018).

A maior parte desses resíduos incluem principalmente cascas que podem ser considerados resíduos especializados pelos altos níveis de compostos bioativos como

antioxidantes, fenólicos, carotenoides, ácidos orgânicos, vitamina C, fibra alimentar, enzimas, entre outros (RIFNA; MISRA; DWIVEDI, 2021; VILARIÑO; FRANCO; QUARRINGTON, 2017).

Entre todos esses compostos, os pigmentos são considerados naturais e seguros, com propriedades corantes e farmacológicas com ampla aplicação. Tais pigmentos podem ser isolados de resíduos e subprodutos com potencial propriedade bioativa e devido a sua natureza podem ser considerados como “ingredientes alimentares funcionais” (SHARMA et al., 2021). A estratégia de valorização ótima depende da natureza e propriedades particulares das substâncias que estão presentes ou podem ser obtidas a partir de resíduos em cada caso (JIMENEZ-LOPEZ et al., 2020).

Para a obtenção e produção de corantes naturais, o primeiro passo é obter o pigmento bruto dos recursos vegetais. A literatura descreve cinco etapas envolvidas na recuperação de compostos-alvo de resíduos alimentares, sendo estas: pré-tratamento da matriz macroscópica, separação da molécula, extração da molécula, purificação e formação de produtos (BARBA et al., 2016). Assim diversas metodologias têm sido avaliadas para esse propósito, pois a etapa mais importante é a extração da molécula, logo a escolha do método é influente na qualidade e quantidade de compostos extraídos.

A extração pode ser realizada por meio de técnicas convencionais que geralmente possuem uma maior quantidade de tempo e baixa eficiência, uso de solventes orgânicos, temperatura e agitação; e métodos não convencionais ou técnicas emergentes que reduzem o tempo de extração, consumo de solvente, melhor recuperação dos compostos, maior estabilidade e eficiência (PRAKASH MARAN et al., 2017). Novas tecnologias estão atraindo cada vez mais o interesse das indústrias de alimentos pelo seu potencial de recuperação de maneira eficaz e sustentável, tais como extrações assistidas por micro-ondas e ultrassom e metodologias que utilizam solventes verdes, por exemplo (BARBA et al., 2016).

Os resíduos ou subprodutos de frutas e vegetais existem na forma de cascas, grãos, bagaço, frações de sementes e caule (RODRÍGUEZ GARCÍA; RAGHAVAN, 2021). No Quadro 1 é apresentado um levantamento de trabalhos de 2012 a 2022 sobre os pigmentos e os métodos de extração utilizados em resíduos de frutas e vegetais.

Quadro 1. Pigmentos naturais extraídos de resíduos de frutas e vegetais.

Resíduo	Pigmento	Método de extração	Referência
Resíduos sólidos de cebola	Antocianina	Extração aquosa com metil β -ciclodextrina	(BOZINO et al., 2021)
Resíduos sólidos de cebola	Antocianina	Extração assistida por ultrassom	(KATSAMPA et al., 2015)
Farelo de arroz preto	Antocianina	Extração assistida por aquecimento ôhmico	(LOYPIMAI et al., 2015)
Bagaço de mirtilo	Antocianina	Extração de CO ₂ supercrítica e extração com líquido pressurizado	(PAES et al., 2014)
Casca de café	Antocianina	Extração por solvente	(PARRA-CAMPOS; ORDÓÑEZ-SANTOS, 2019)
Casca de beringela	Antocianina	Extração assistida por micro-ondas	(DOULABI; GOLMAKANI; ANSARI, 2020)
Caule de beterraba	Betacianina	Extração assistida por ultrassom	(MARAN; PRIYA, 2016)
Casca de beterraba	Betacianina	Extração por solvente	(ZIN et al., 2020)
Casca de beterraba	Betacianina	Extração por membrana de nanofiltração	(ZIN; BÁNVÖLGYI, 2021)
Casca de beterraba e banana	Betacianina	Extração assistida por ultrassom	(ŠEREMET et al., 2020)
Caule de beterraba	Betaxantina	Extração assistida por ultrassom	(MARAN; PRIYA, 2016)
Casca de beterraba	Betaxantina	Extração por solvente	(ZIN et al., 2020)

Casca de café	Carotenoides	Extração por solvente	(MOREIRA et al., 2018)
Casca de romã	Carotenoides	Extração assistida por ultrassom	(GOULA et al., 2017)
Casca e semente de tomate	Licopeno	Extração enzimática	(CATALKAYA; KAHVECI, 2019)
Casca de tomate	Licopeno e β -caroteno	Extração por fluido supercrítico	(KEHILI et al., 2017)
Casca e semente de tomate	Licopeno	Extração pela técnica de microemulsão	(AMIRI-RIGI; ABBASI; SCANLON, 2016)
Casca e semente de tomate	Licopeno	Extração assistida por enzima e alta pressão	(STRATI; GOGOU; OREOPOULOU, 2015)
Casca de limão	Diosmina, Eriocitrina, Hesperidina	Extração assistida por micro-ondas	(MARTÍNEZ-ABAD et al., 2020)

Fonte: Elaborada pelo autor.

Entretanto, a maioria das técnicas recentes de valorização ainda não foram implementadas em larga escala em consequência de fatores como transporte e degradação da matéria-prima sendo necessário adotar métodos adicionais de conservação, aumentando o custo global do processamento de resíduos. Logo seria interessante a criação de centros de valorização de resíduos em áreas com alta densidade de indústrias agroalimentares (ESPARZA et al., 2020).

As tecnologias convencionais e emergentes podem ser utilizadas tanto para extração quanto para a preservação e estabilização dos resíduos. Entre as tecnologias convencionais podemos citar os tratamentos térmicos como o uso de baixa temperatura, redução de atividade de água ou pH. Em relação as tecnologias emergentes podemos citar o campo elétrico pulsado e processamento de alta pressão que podem ser utilizados com alternativas para a inativação de microrganismos (AUGUSTIN et al., 2020).

Aplicação na indústria

Os compostos bioativos podem ser usados em diversas aplicações na indústria alimentícia com o objetivo de enriquecer alimentos. Em virtude de suas propriedades benéficas, esses compostos podem ser usados para retardar a oxidação lipídica, melhorar estabilidade de cor, retardar o aparecimento de sabores estranhos, prevenir o ranço oxidativo ou melhorar as atividades antioxidantes de produtos (RODRÍGUEZ GARCÍA; RAGHAVAN, 2021; TRIGO et al., 2020).

O movimento de substituição dos corantes e conservantes artificiais por produtos naturais pelas empresas é uma resposta frente a demanda dos consumidores por alimentos mais seguros à base de plantas. Os pigmentos obtidos a partir de resíduos como cascas e bagaço, por exemplo representam um subproduto útil para aplicação. Autores como Chen et al. (2019) investigaram os componentes da casca de limão com o objetivo de descobrir novo corantes amarelos estáveis, solúveis em água e que podem ser extraídos. O estudo relatou sobre um novo corante alimentício amarelo #15, estável e solúvel em água, proveniente de extrato de raspas de limão cítrico.

Loypimai et al. (2015) realizaram a extração de pigmentos de antocianina roxos escuros em farelo de arroz glutinoso preto (*Oryza sativa* L.) e investigaram a qualidade do pó obtido pela extração assistida por aquecimento ôhmico. Os autores concluíram que a técnica utilizada foi promissora em relação aos métodos convencionais devido ao alto rendimento de corante natural e por fim, foi sugerido a aplicação do aquecimento ôhmico para o desenvolvimento em escala industrial de corantes.

Extratos ricos em antocianinas derivados de resíduos de cebola foram aplicados em um produto lácteo fermentado do tipo iogurte por Mourtzinis et al. (2018). O processo de extração e recuperação dos flavonóides e corantes foi otimizado e realizado utilizando misturas ternárias “verdes”. Os autores concluíram que os extratos foram aplicados com sucesso no produto e apresentou cor estável vermelha.

Vale mencionar outra aplicação bem-sucedida em produtos não alimentícios, mas que estão diretamente ligadas a indústria de alimentos como no caso das embalagens inteligentes. Etxabide, Kilmartin e Maté (2021) avaliaram a estabilidade de cor de corantes naturais em condições de armazenamento de alimentos. Após o estudo com diferentes estímulos de pH e concentrações de corantes, a pesquisa demonstrou que a betanina e antocianina são pigmentos apropriados par ao desenvolvimento de embalagens inteligentes desde que fabricados em processos de baixa temperatura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A utilização de pigmentos naturais provenientes de frutas e vegetais e a incorporação em produtos alimentícios para melhoramento de atributos é uma tendência que aumenta em virtude da demanda dos consumidores cada vez mais preocupados com a alimentação. Na percepção do consumidor, esses compostos naturais podem ser considerados como ingredientes ou complementos nutricionais, sendo assim, o apelo do produto enriquecido com aditivos funcionais e benéficos a saúde torna interessante o desenvolvimento de pesquisas pela busca de fontes naturais com potencial de extração e aplicação de pigmentos na indústria.

Por outro lado, é inerente a necessidade de estudos que tratem da aplicação e real eficácia dos pigmentos enquanto bioativo no organismo humano, além da questão tecnológica relacionada ao processo de extração e estabilidade durante o armazenamento, visto que são compostos altamente degradáveis. O principal desafio encontra-se na fonte, na cadeia agroindustrial, no estabelecimento de processos que possam realizar a extração de maneira contínua e no desenvolvimento de produtos estáveis que sejam capazes desempenhar suas funções, seja para melhorar cor ou restaurar a aparência original dos alimentos após o processamento.

De maneira geral, o uso de resíduos de frutas e vegetais para a extração de pigmentos e produção de aditivos alimentares é uma solução de baixo custo e que reduz o impacto ambiental. Além de fornecer produtos alternativos para a indústria, promover o conceito de economia circular, pela gestão de recursos existentes dentro do escopo sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIRI-RIGI, A.; ABBASI, S.; SCANLON, M. G. Enhanced lycopene extraction from tomato industrial waste using microemulsion technique: Optimization of enzymatic and ultrasound pre-treatments. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 35, p. 160–167, 1 jun. 2016.

AMOFAD-DIATUO, T. et al. Development of new apple beverages rich in isothiocyanates by using extracts obtained from ultrasound-treated cauliflower by-products: Evaluation of physical properties and consumer acceptance. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 61, p. 73–81, ago. 2017.

AUGUSTIN, M. A. et al. **Recovery of wasted fruit and vegetables for improving sustainable diets** *Trends in Food Science and Technology* Elsevier Ltd, , 1 jan. 2020.

BARBA, F. J. et al. **Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review** *Trends in Food Science and Technology* Elsevier Ltd, , 1 mar. 2016.

BOZINOU, E. et al. Cyclodextrins as high-performance green co-solvents in the aqueous extraction of polyphenols and anthocyanin pigments from solid onion waste. **European Food Research and Technology**, v. 247, n. 11, p. 2831–2845, 1 nov. 2021.

CAN-CAUICH, C. A. et al. Tropical fruit peel powders as functional ingredients: Evaluation of their bioactive compounds and antioxidant activity. **Journal of Functional Foods**, v. 37, p. 501–506, 1 out. 2017.

CARMEN, M.-T. et al. Coffee Pulp: An Industrial By-product with Uses in Agriculture, Nutrition and Biotechnology. **Reviews in Agricultural Science**, v. 8, n. 0, 2020.

CATALKAYA, G.; KAHVECI, D. Optimization of enzyme assisted extraction of lycopene from industrial tomato waste. **Separation and Purification Technology**, v. 219, p. 55–63, 15 jul. 2019.

CHEN, X. et al. Lemon yellow #15 a new highly stable, water soluble food colorant from the peel of Citrus limon. **Food Chemistry**, v. 270, p. 251–256, 1 jan. 2019.

DI DONATO, P. et al. Biological Properties of Polyphenols Extracts from Agro Industry's Wastes. **Waste and Biomass Valorization**, v. 9, n. 9, p. 1567–1578, 1 set. 2018.

DOULABI, M.; GOLMAKANI, M.; ANSARI, S. Evaluation and optimization of microwave-assisted extraction of bioactive compounds from eggplant peel by-product. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 11, 25 nov. 2020.

EDWIGES, T. et al. Influence of chemical composition on biochemical methane potential of fruit and vegetable waste. **Waste Management**, v. 71, p. 618–625, 1 jan. 2018.

ESPARZA, I. et al. **Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches** *Journal of Environmental Management* Academic Press, , 1 jul. 2020.

ETXABIDE, A.; KILMARTIN, P. A.; MATÉ, J. I. Color stability and pH-indicator ability of curcumin, anthocyanin and betanin containing colorants under different storage conditions for intelligent packaging development. **Food Control**, v. 121, p. 107645, mar. 2021.

GANESH, K. S.; SRIDHAR, A.; VISHALI, S. Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A review. **Chemosphere**, v. 287, 1 jan. 2022.

GOULA, A. M. et al. Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids from pomegranate wastes using vegetable oils. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 821–830, 1 jan. 2017.

GUPTA, N. et al. Fruit waste management by pigment production and utilization of residual as bioadsorbent. **Journal of Environmental Management**, v. 244, p. 138–143, 15 ago. 2019.

HIDALGO, A. et al. Microencapsulates and extracts from red beetroot pomace modify antioxidant capacity, heat damage and colour of pseudocereals-enriched einkorn water biscuits. **Food Chemistry**, v. 268, p. 40–48, dez. 2018.

JIMENEZ-LOPEZ, C. et al. Agriculture waste valorisation as a source of antioxidant phenolic compounds within a circular and sustainable bioeconomy. **Food & Function**, v. 11, n. 6, p. 4853–4877, 2020.

KATSAMPA, P. et al. A green ultrasound-assisted extraction process for the recovery of antioxidant polyphenols and pigments from onion solid wastes using Box-Behnken experimental design and kinetics. **Industrial Crops and Products**, v. 77, p. 535–543, 23 dez. 2015.

KEHILI, M. et al. Supercritical CO₂ extraction and antioxidant activity of lycopene and β -carotene-enriched oleoresin from tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) peels by-product of a Tunisian industry. **Food and Bioproducts Processing**, v. 102, p. 340–349, 1 mar. 2017.

LAU, K. Q.; SABRAN, M. R.; SHAFIE, S. R. Utilization of Vegetable and Fruit By-products as Functional Ingredient and Food. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, 15 jun. 2021.

LOYPIMAI, P. et al. Ohmic heating-assisted extraction of anthocyanins from black rice bran to prepare a natural food colourant. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 27, p. 102–110, 1 fev. 2015.

MARAN, J. P.; PRIYA, B. Multivariate statistical analysis and optimization of ultrasound-assisted extraction of natural pigments from waste red beet stalks. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 792–799, 1 jan. 2016.

MARTÍNEZ-ABAD, A. et al. Optimisation of sequential microwave-assisted extraction of essential oil and pigment from lemon peels waste. **Foods**, v. 9, n. 10, 19 out. 2020.

MARTINS, J. L. R. et al. **Medicinal species with gastroprotective activity found in the Brazilian Cerrado** *Fundamental and Clinical Pharmacology*, 1 jun. 2015.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Bio-refinery approach for spent coffee grounds valorization. **Bioresource technology**, v. 247, p. 1077–1084, 2018.

MEREGALLI, M. M. et al. Conventional and ultrasound-assisted methods for extraction of bioactive compounds from red araçá peel (*Psidium cattleianum* Sabine). **Arabian Journal of Chemistry**, v. 13, n. 6, p. 5800–5809, 1 jun. 2020.

MOREIRA, M. D. et al. Solid coffee waste as alternative to produce carotenoids with antioxidant and antimicrobial activities. **Waste Management**, v. 82, p. 93–99, 1 dez. 2018.

MOURTZINOS, I. et al. Natural food colorants derived from onion wastes: Application in a yoghurt product. **ELECTROPHORESIS**, v. 39, n. 15, p. 1975–1983, ago. 2018.

PAES, J. et al. Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) residues using supercritical CO₂ and pressurized liquids. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 95, p. 8–16, 2014.

PARRA-CAMPOS, A.; ORDÓÑEZ-SANTOS, L. E. Natural pigment extraction optimization from coffee exocarp and its use as a natural dye in French meringue. **Food Chemistry**, v. 285, p. 59–66, 1 jul. 2019.

PLAZZOTTA, S.; MANZOCCO, L.; NICOLI, M. C. **Fruit and vegetable waste management and the challenge of fresh-cut salad** *Trends in Food Science and Technology* Elsevier Ltd, , 1 maio 2017.

PRAKASH MARAN, J. et al. Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from *Nephelium lappaceum* L. fruit peel using central composite face centered response surface design. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 10, p. S1145–S1157, 1 fev. 2017.

RENARD, C. M. G. C. **Extraction of bioactives from fruit and vegetables: State of the art and perspectives** *LWT Academic Press*, , 1 jul. 2018.

RIFNA, E. J.; MISRA, N. N.; DWIVEDI, M. Recent advances in extraction technologies for recovery of bioactive compounds derived from fruit and vegetable waste peels: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–34, 26 jul. 2021.

RODRÍGUEZ GARCÍA, S. L.; RAGHAVAN, V. Green extraction techniques from fruit and vegetable waste to obtain bioactive compounds—A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–21, 1 abr. 2021.

SABATER, C. et al. Vegetable waste and by-products to feed a healthy gut microbiota: Current evidence, machine learning and computational tools to design novel microbiome-targeted foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 118, p. 399–417, dez. 2021.

SAGAR, N. A. et al. Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 3, p. 512–531, 1 maio 2018.

SALEEM, M.; SAEED, M. T. Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agent. **Journal of King Saud University - Science**, v. 32, n. 1, p. 805–810, 1 jan. 2020.

ŠEREMET, D. et al. Valorization of banana and red beetroot peels: Determination of basic macrocomponent composition, application of novel extraction methodology and assessment of biological activity in vitro. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 11, 1 jun. 2020.

SHARMA, M. et al. **Valorization of fruits and vegetable wastes and by-products to produce natural pigments** *Critical Reviews in Biotechnology* Taylor and Francis Ltd., , 2021.

SILVA, G. J. F. et al. Potential of jaboticaba (*Myrciaria* spp.) fruit in obtaining the natural functional colors for foods. **Acta Horticulturae**, n. 1198, p. 97–100, abr. 2018.

ŠPORIN, M. et al. Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. **Food Science and Technology International**, v. 24, n. 3, p. 251–263, 1 abr. 2018.

STAFUSSA, A. P. et al. Bioactive compounds of 44 traditional and exotic Brazilian fruit pulps: phenolic compounds and antioxidant activity. **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 106–118, 1 jan. 2018.

STRATI, I. F.; GOGOU, E.; OREOPOULOU, V. Enzyme and high pressure assisted extraction of carotenoids from tomato waste. **Food and Bioproducts Processing**, v. 94, p. 668–674, 1 abr. 2015.

VILARIÑO, M. V.; FRANCO, C.; QUARRINGTON, C. **Food loss and waste reduction as an integral part of a circular economy** *Frontiers in Environmental Science* Frontiers Media S.A., , 17 maio 2017.

ZIN, M. M. et al. Betalains, total polyphenols, and antioxidant contents in red beetroot peel (Cylindra type). **Progress in Agricultural Engineering Sciences**, v. 16, p. 27–36, 1 dez. 2020.

ZIN, M. M.; BÁNVÖLGYI, S. Portfolio of beetroot (*Beta vulgaris* L.) peel extracts concentrated by nanofiltration membrane. **International Journal of Food Studies**, v. 10, n. 2, p. 334–345, 18 out. 2021.