



Reaproveitamento de resíduos alimentares: Desenvolvimento e caracterização de farinha de casca de tangerina (*Citrus reticulata*)

Reuse of food residues: Development and characterization of tangerine peel flour (*Citrus reticulata*)

S. A. Ramos; L. F. Oliveira; M. R. Silva*; M. Capobiango

Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 30640-070, Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil.

*mauroramalhosilva@gmail.com

(Recebido em 23 de janeiro de 2023; aceito em 13 de abril de 2023)

Atualmente, muitos estudos têm utilizado os coprodutos (sementes, bagaços e cascas) de frutas para a obtenção de farinhas com o intuito de aproveitar de forma sustentável essas partes que geralmente são desprezadas. O presente estudo teve como objetivo elaborar uma farinha a partir de casca de tangerina (FCT) e avaliar as suas propriedades físico-químicas, microbiológicas, compostos fenólicos e atividade antioxidante. Foram analisados umidade, carboidratos, proteínas, lipídeos, minerais totais e fibras. As análises microbiológicas realizadas foram: bolores, leveduras, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* e *Salmonella* spp. Todas as análises foram determinadas segundo métodos oficiais. A farinha apresentou teor de umidade dentro dos valores estabelecidos pela norma vigente (6,86%), baixa atividade de água (0,48) e os resultados microbiológicos estavam de acordo com os critérios estabelecidos pela legislação brasileira nos três tempos avaliados (0, 30 e 90 dias). A FCT demonstrou elevado teor de fibras dietéticas (47,17%), compostos fenólicos totais (1389,99 mg AGE 100 g⁻¹) e de atividade antioxidante (DPPH: 12.054.37 µM trolox g⁻¹, ABTS: 84,62 µM trolox g⁻¹ e FRAP: 151,68 µM sulfato ferroso g⁻¹). Conclui-se que a farinha de casca de tangerina apresentou teor de nutrientes que possibilitam seu emprego em produtos alimentícios, visto que possui elevado teor de fibras alimentares e de compostos fenólicos com atividade antioxidante, além de ter se mostrado segura do ponto de vista microbiológico durante todo o período de estudo.

Palavras-chave: farinha de fruta, compostos fenólicos, atividade antioxidante.

Many studies have been using fruit by-products (seeds, pomace, and peels) for the production of flours in order to sustainably take advantage of these parts that are usually neglected. The current study aimed to elaborate flour from the tangerine peel (TPF) and evaluate its properties such as physical-chemical, microbiological, phenolic compounds, and antioxidant activity. Moisture, carbohydrates, proteins, lipids, total minerals, and fibers were analyzed. The carried out microbiological analyzes were of molds, yeasts, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* and *Salmonella* spp. All analyzes were determined according to official methods. The flour showed moisture content within the values established by the current standard (6.86%), and low water activity (0.484). The microbiological results were in accordance with the criteria established by Brazilian legislation in the three evaluated times (0, 30, and 90 days). FCT showed a high content of dietary fiber (47.17%), total phenolic compounds (1389.99 mg GAE 100 g⁻¹), and antioxidant activity (DPPH: 12.054.37 µM trolox g⁻¹, ABTS: 84.62 µM trolox g⁻¹ and FRAP: 151.68 µM ferrous sulfate g⁻¹). It's concluded that tangerine peel flour had a nutrient content that makes it possible to use it in food products since it has a high content of dietary fiber and phenolic compounds with antioxidant activity and has been shown to be safe from microbiological requirements throughout the study period.

Keywords: fruit flour, phenolic compounds, antioxidant activity.

1. INTRODUÇÃO

A tangerina (*Citrus reticulata*) faz parte da família Rutaceae, é originária das regiões tropicais e subtropicais do sudeste asiático, mas pode ser encontrada em todo o território brasileiro. A tangerina possui tamanho médio de 58,00 mm, arredondada, com casca irregular, coloração laranja e sabor adocicado [1, 2]. A região sudeste tem a maior produção anual de tangerina, correspondendo a 61,3% da produção brasileira, com destaque para os estados de São Paulo e Minas Gerais, respectivamente [3, 4].

Os frutos cítricos são fontes de vitaminas, minerais, fibras e compostos bioativos, dentre eles, carotenoides, compostos voláteis e polifenóis [5-7]. A tangerina contém vários compostos

fenólicos, entre os quais as flavonas (nobiletina, tangeretina e lutelina), flavanonas (naringenina e hesperidina), carotenoides (luteína, zeaxantina, β -criptoxantina e β -caroteno) e ácidos fenólicos (p -cumárico, ferúlico e ácido sinápico), além disso, a fruta possui ácidos gálico, p -hidroxibenzóico e vanílico [7-10].

O Brasil é considerado o maior processador mundial de frutas cítricas, sendo responsável por 47% desse processamento, seguido pelos Estados Unidos com 29% [3, 4]. Os frutos cítricos abrangem uma ampla gama de variedades de frutas com grande potencial econômico, pois são utilizadas para a produção de sucos, geleias, molhos, doces, polpas, entre outros. No entanto, a cada ano, globalmente, esses processos industriais geram de 8 a 20 milhões de toneladas de resíduos de frutas cítricas, incluindo cascas e sementes [4, 11, 12].

Nesse contexto, a utilização dos coprodutos de frutas tem sido considerada uma saída econômica e renovável para a indústria, pois pode reduzir os custos de destinação desses resíduos, causar menor impacto ambiental, além de agregar valor nutricional a novos produtos. Essa alternativa de reaproveitamento de coprodutos de frutas agrega valor aos resíduos agroindustriais que normalmente são descartados [12-15].

Alguns autores já demonstraram que os coprodutos de frutas, como cascas, sementes e bagaços, contêm maior quantidade de carotenoides, flavonoides, antocianinas, compostos bioativos e polifenólicos, quando comparados com as partes comestíveis [7, 16, 17]. Esses compostos são benéficos à saúde, pois possuem propriedades antioxidante, anticarcinogênicos, antimicrobianas, anti-inflamatório e antienvhecimento [17-19].

Atualmente, muitos pesquisadores têm utilizado os coprodutos de frutas para a obtenção de farinhas com o intuito de aproveitar de forma sustentável essas partes que geralmente são desprezadas. Dessa forma, estudos têm corroborado que os resíduos de frutas podem ser usados como suplemento alimentar ou na produção de farinhas para o preparo de bolos, pães, biscoitos e barras de cereais, com o objetivo de agregar valor nutricional e realçar aroma, sabor, textura e cor das preparações [16, 18, 20-22].

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo elaborar farinha a partir de casca de tangerina e avaliar as suas propriedades físico-químicas, microbiológicas, compostos fenólicos e atividade antioxidante. A premissa desta pesquisa é contribuir com a destinação de coprodutos de frutas, utilizando-os em novos segmentos de mercado, agregando valor a esses resíduos e reduzindo assim os impactos gerados na natureza causados pelo descarte incorreto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As tangerinas foram adquiridas em um mercado local de Belo Horizonte (MG, Brasil) no período de maio e junho de 2022. As frutas obtidas foram utilizadas como matéria-prima para a produção da farinha da casca de tangerina (FCT) no Laboratório de Técnica Dietética da PUC Minas. As análises da composição centesimal da farinha de casca de tangerina foram realizadas no Laboratório de Microscopia da PUC Minas e as microbiológicas na Fundação Ezequiel Dias. A determinação da atividade de água e cor da farinha foram investigados no laboratório de Matérias-primas Alimentares do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Os compostos fenólicos e atividade antioxidante foram analisados no laboratório do Departamento de Química do ICEX da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

2.1 Elaboração das farinhas

As tangerinas foram lavadas em água corrente, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio (200 mg/L/15 min) com posterior enxágue em água corrente. As cascas foram levadas ao micro-ondas (Electrolux, modelo ME28X, SP, Brasil) para a secagem em potência máxima durante 20 minutos, com intervalos de 2 em 2 minutos para misturá-las e evitar que queimassem, e este processo foi repetido até que as cascas estivessem completamente secas. Posteriormente, as cascas foram processadas em liquidificador (Philips Walita, modelo RI 2034,

SP, Brasil) e peneiradas (abertura 1mm). Em seguida, foram armazenadas em frascos de vidro com tampa em local seco e com baixa luminosidade.

O rendimento das farinhas foi calculado considerando a equação:

$$\text{Equação 1: Rendimento (\%)} = \text{PF} \times 100/\text{PC} \quad (1)$$

Onde: PF = peso da farinha produzida e PC = peso inicial do coproduto (casca de tangerina).

2.2 Análises físico-químicas

As análises da composição centesimal da farinha foram determinadas conforme os protocolos descritos na *Association of Official Analytical Chemists*, em triplicata [23]. A fibra alimentar total foi mensurada pelo somatório das frações; as fibras solúveis e insolúveis foram quantificadas pelo método enzimático gravimétrico (991,43). Para proteínas foi usado o fator de conversão de nitrogênio de 6,25. Os lipídeos foram determinados por extração a quente com solvente utilizando aparelho tipo Soxhlet. A análise de umidade foi realizada pelo método de secagem em estufa a 105 °C até o peso constante. Os minerais totais foram analisados pela determinação das cinzas por queima seca em mufla a 550°C. Os carboidratos disponíveis foram mensurados utilizando o método por diferença de 100 da soma de todos os nutrientes previamente analisados (umidade, lipídeos, cinzas, proteínas e fibra alimentar). O valor energético foi quantificado usando a conversão de 9 Kcal g⁻¹ para lipídios e 4 Kcal g⁻¹ para carboidratos e proteínas [24].

A determinação da atividade de água (AQUA LAB, SP, Brasil) e cor (espectrofotômetro Konica Minolta CM-5, SP, Brasil) da farinha foram avaliados e os parâmetros a*, b*, L* investigados.

2.3 Extração e análise dos compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

Os extratos das amostras foram obtidos de acordo com o método de Ruffino et al. (2010) [25]. Esses extratos foram utilizados para a determinação dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante. O teor de compostos fenólicos foi avaliado segundo o método descrito por Singleton et al. (1999) [26]. Para avaliar a atividade antioxidante foram utilizados os métodos FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) e ABTS (captura do radical 2,2-azinobis, 3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico), seguindo o procedimento de Rufino et al. (2010) [25] e o método DPPH (eliminação do radical livre estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil) conforme protocolo da AOAC (2018) [23].

2.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas nas amostras das farinhas foram de bolores, leveduras, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* e *Salmonella* spp. [27], sendo realizadas nos tempos 0, 30 e 90 dias após o preparo das farinhas. Ao final, os dados obtidos foram comparados com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira [28].

2.5 Análise estatística

O teste de Pearson ($p < 0,05$) foi empregado para a avaliação da correlação entre os resultados obtidos do teor de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante. Para isso, foi utilizado o *software* Statistica versão 10.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das farinhas

Os resultados das características físico-químicas da farinha de casca de tangerina (FCT) estão demonstrados na Tabela 1. O rendimento da FCT foi de 19%, resultado semelhante aos obtidos com farinhas de casca de abacaxi (18,3%) e casca de laranja (20,8%) e superior à farinha do resíduo do despulpamento da acerola (13,85%) [22, 29].

Tabela 1: Características físico-químicas em g 100 g⁻¹ da farinha de casca de tangerina.

| Parâmetros | FCT |
|--|--------------|
| Rendimento (%) | 19,0 |
| Valor Energético (Kcal) | 186,0 |
| Umidade (%) | 6,86 ± 0,07 |
| Atividade de água (Aw) | 0,484 ± 0,00 |
| Cinzas (g 100 g ⁻¹) | 2,27 ± 0,05 |
| Proteínas (g 100 g ⁻¹) | 5,17 ± 0,20 |
| Lipídeos (g 100 g ⁻¹) | 2,16 ± 0,15 |
| Fibra alimentar total (g 100 g ⁻¹) | 47,17 ± 0,80 |
| Fibra alimentar insolúvel (g 100 g ⁻¹) | 28,65 ± 0,77 |
| Fibra alimentar solúvel (g 100 g ⁻¹) | 18,52 ± 0,94 |
| Carboidratos Disponíveis (g 100 g ⁻¹) | 36,37 ± 0,21 |
| <i>L</i> * | 62,86 ± 0,09 |
| <i>a</i> * | 8,17 ± 0,09 |
| <i>b</i> * | 38,10 ± 0,27 |

FCT: Farinha de casca de tangerina.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) preconiza que o teor máximo de umidade de farinhas, amidos de cereais e farelos seja de 15%, dessa forma, a FCT encontra-se dentro dos valores estabelecidos (6,86%) [24]. Ademais, a FCT apresentou baixa atividade de água (0,484), resultado importante, uma vez que esses dois parâmetros são essenciais para retardar o crescimento de patógenos indesejáveis e prolongar o tempo de prateleira da farinha [30-32].

Ao analisar os resultados da análise centesimal, destaca-se o teor de fibra alimentar total (47,17%). De acordo com a legislação brasileira, a FCT é considerada um produto rico em fibras, pois apresenta mais de 5g de fibra em 100g de produto [33]. Esse resultado foi superior a estudos realizados com outros coprodutos de frutas cítricas, como o de Ramos et al. (2021) [18] que encontraram 36,67 g 100 g⁻¹ em farinha da casca de manga e Soquetta et al. (2016) [34] 25,85g 100 g⁻¹ de fibra alimentar total em farinha de casca de kiwis maduros da variedade Bruno. O alto teor de fibra alimentar é positivo, pois oferece benefícios à saúde, como equilibrar a microbiota intestinal, aumentar a saciedade e reduzir doenças cardíacas e câncer [35-37].

A FCT apresentou coloração alaranjada (Figura 1), dado confirmado pelos valores de *a** e *b**. O valor baixo e positivo de *a** permitiu demonstrar que houve pequena interferência da tonalidade vermelha, enquanto o valor de *b** demonstrou a predominância da cor amarela na amostra. A presença de carotenoides nessas frutas é responsável pela coloração alaranjada [2, 38]. Além disso, a FCT apresentou *L** de 62,86 (Tabela 1), o que é benéfico para aplicações dentro de indústrias alimentícias, visto que valores mais altos de luminosidade estão positivamente correlacionados com a aceitabilidade dos consumidores [39].



Figura 1: Farinha produzida a partir de casca de tangerina.

3.2 Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante

Os teores de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados médios do teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante da farinha de casca de tangerina.

| Parâmetros | FCT |
|---|-------------------|
| Compostos fenólicos totais (mg AGE 100 g ⁻¹ amostra) | 1389,99 ± 7,96 |
| FRAP (μM sulfato ferroso g ⁻¹ amostra) | 151,68 ± 0,38 |
| ABTS (μM trolox g ⁻¹ amostra) | 84,62 ± 1,20 |
| DPPH (μM TE g ⁻¹ amostra) | 12.054,37 ± 78,58 |

AGE: Ácido gálico equivalente. FCT: Farinha de casca de tangerina.

A FCT apresentou teor superior de compostos fenólicos totais aos observados em pesquisa realizada com farinha do resíduo do despulpamento de acerola (28,46 mg AGE g⁻¹) [40]. Estudo realizado com a casca de tangerina *in natura* demonstrou baixo potencial antioxidante ao ser comparado com os dados da FCT (DPPH: 448,90 μM TE g⁻¹) [41], indicando que ao produzir a farinha, ocorre a redução do teor de água e com isso concentram-se os nutrientes e os compostos fenólicos presentes na casca da fruta [20, 42].

Chen et al. (2020) [7] estudaram o perfil de flavonoides e atividade antioxidante de cascas, polpas e sucos cítricos de 27 cultivares da China e observaram que as cascas não só apresentaram melhor potencial antioxidante, mas também maior diversidade de compostos e continham concentrações mais altas de flavonoides do que polpa e suco, respectivamente.

Diversos fatores podem influenciar nas características químicas e fenólicas das frutas cítricas, tais como o tipo de cultivo, condições climáticas, variedades, época do ano, além dos métodos de secagem e de análise [43, 44].

Na Figura 2 é demonstrada a correlação de Pearson entre o teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante da FCT. Foi observado correlação positiva e de forte intensidade ($r > 0,7$) entre o teor total de compostos fenólicos e a atividade antioxidante para os métodos ABTS ($r = 0,9982$), FRAP ($r = 0,9746$), DPPH ($r = 0,9991$), ABTS e DPPH ($r = 0,9998$), FRAP e ABTS ($r = 0,9864$) e DPPH e FRAP ($r = 0,9831$). Estudos mostram que a capacidade antioxidante está diretamente correlacionada ao teor de compostos fenólicos totais [7, 41, 45, 46]. Dessa forma, os valores elevados de compostos fenólicos encontrados nos cítricos são responsáveis pela alta atividade antioxidante [47, 48]. Estudos têm demonstrado que a casca de tangerina (*Citrus Reticulata*) possui maior teor de compostos fenólicos quando comparada com a polpa e as sementes, além disso, as cascas possuem alta capacidade antioxidante e compostos fenólicos como hesperidina, naringina, rutina, ácidos cafeico e clorogênico [7, 14, 48, 49].

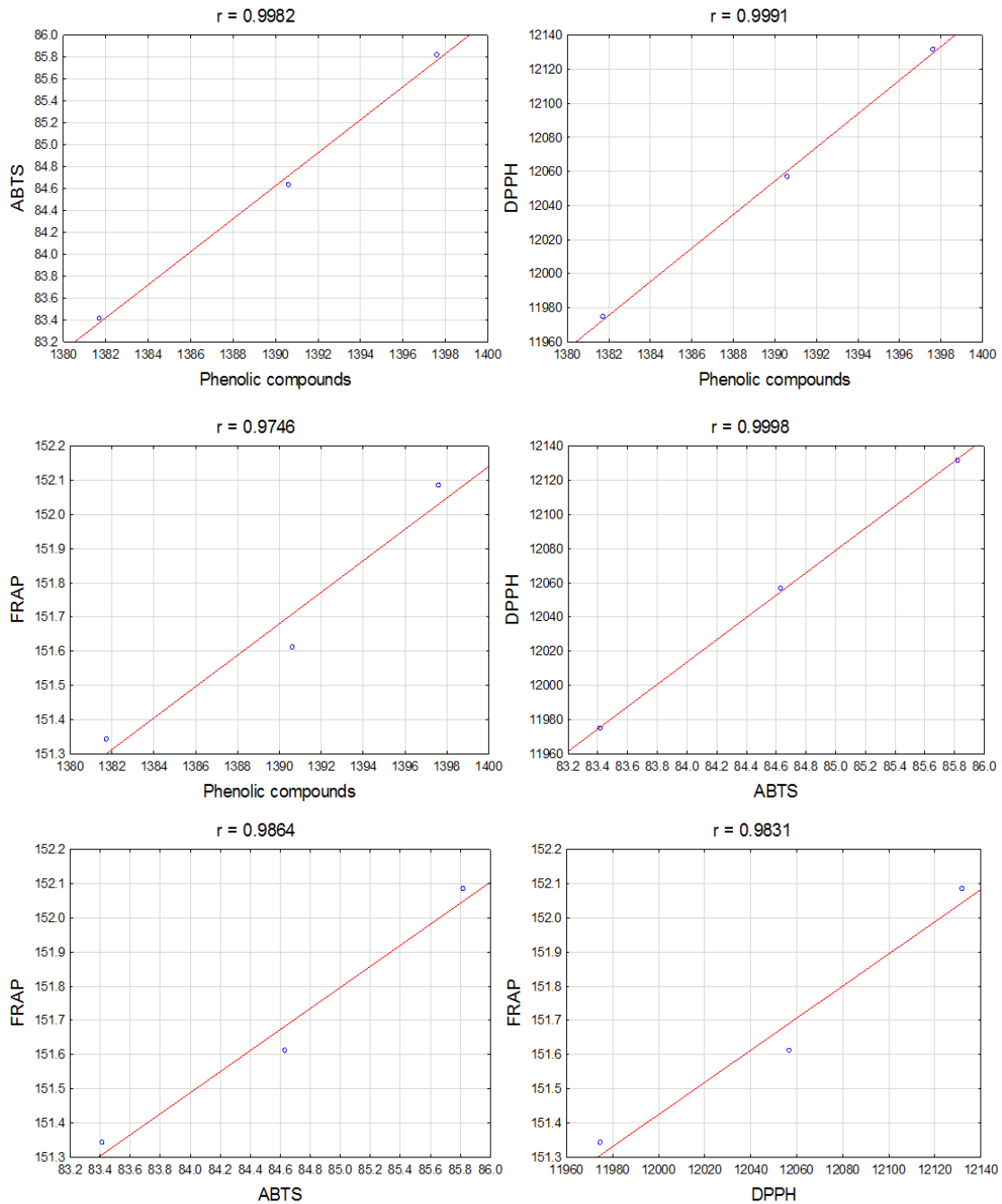


Figura 2: Correlação de Pearson entre o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante da farinha da casca de tangerina.

3.3 Análise microbiológica

Os resultados da análise microbiológica da FCT (Tabela 3) encontram-se de acordo com os critérios estabelecidos pela legislação brasileira vigente [28], desse modo, a farinha mostrou-se adequada aos padrões microbiológicos desejáveis durante todo o período do estudo.

Tabela 3: Análise microbiológica da farinha de casca de tangerina nos tempos 0, 30 e 90 dias.

| Microrganismo | Resultados | Interpretação | Legislação Vigente |
|----------------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| <i>Escherichia coli</i> | Menos de 10 NMP/g | Aprovado | BRASIL [29] |
| <i>Bacillus cereus</i> | Menos de 100 NMP/g | Aprovado | BRASIL [29] |
| <i>Salmonella spp</i> | Ausência em 25 g | Aprovado | BRASIL [29] |
| Bolores e leveduras | Menos de 100 UFC/g | Aprovado | BRASIL [29] |

A casca de tangerina possui compostos fenólicos e terpenoides, que são potenciais agentes antimicrobianos naturais que combatem patógenos alimentares e desempenham papel fundamental na conservação de alimentos [8-10, 50].

Portanto, a presença de fenólicos e terpenóides, boas práticas na elaboração da farinha e baixa atividade de água e umidade contribuíram para os resultados positivos encontrados na análise microbiológica.

Um estudo sobre o desenvolvimento de biscoitos amanteigados utilizando farinha *Pastazzo* de bergamota demonstrou altos teores de polifenóis e flavonoides na preparação, corroborando que o uso de farinhas de coprodutos de frutas na elaboração de receitas pode contribuir para o aumento de compostos bioativos que promovem benefícios à saúde humana devido às suas propriedades antioxidantes, antibacterianas e anticarcinogênicas [20].

4. CONCLUSÃO

A utilização de cascas de tangerina é uma alternativa econômica, pois reduz os resíduos gerados pela indústria, agregando valor ao produto que seria descartado, além disso a farinha produzida é um ingrediente promissor para o enriquecimento de novos produtos devido aos bons resultados nutricionais e microbiológicos encontrados.

A farinha de casca de tangerina apresentou elevado teor de fibras alimentares e de compostos fenólicos que possui atividade antioxidante, o que possibilita seu emprego em produtos alimentícios, além de ter se mostrado segura do ponto de vista microbiológico durante todo o período de estudo. Dessa forma, torna-se viável a utilização de farinhas de coprodutos de frutas, pois pode-se aproveitar as propriedades funcionais advindas desses coprodutos e os benefícios para a saúde humana.

No entanto, são necessários mais estudos sobre a aplicação das farinhas de coprodutos de frutas em formulações alimentícias e quanto à segurança e biodisponibilidade dos compostos bioativos presentes nas farinhas.

5. AGRADECIMENTOS

À PUC Minas, FAPEMIG e CNPq pelo financiamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chaves Neto JR, de Sousa HCGA, Mendonça RMN, Silva SDM. Influência do calibre nas características físicas de tangerina ‘Dancy’ produzida em Matinhas, PB, Brasil. Rev Científica Rural. 2019 Dec 12;21(3):270-81. doi: 10.30945/rcr-v21i3.2669
- Ordoñez-Santos LE, Esparza-Estrada J, Vanegas-Mahecha P. Potencial agroindustrial del epicarpio de mandarina como alternativa de colorante natural en pan. TecnoLógicas. 2020 mai;23(48):17-29. doi: 10.22430/22565337.1465
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Produção brasileira de tangerina [Internet]; 2019 [citado 24 fev 2022]. Available from: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/tangerina/b1_tangerina.pdf
- Sharma K, Mahato N, Cho MH, Lee YR. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmently friendly approaches. Nutrition. 2017 Feb;34:26-46. doi: 10.1016/j.nut.2016.09.006

5. Vella FM, Cautela D, Laratta B. Characterization of polyphenolic compounds in cantaloupe melon by-products. *Foods*. 2019 Jun;8(6):196. doi: 10.3390/foods8060196
6. Schiassi MCEV, de Souza VR, Lago AMT, Campos LG, Queiroz F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. *Food Chem*. 2018 Apr;245:305-11. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.10.104
7. Chen Q, Wang D, Tan C, Hu Y, Sundararajan B, Zhou Z. Profiling of flavonoid and antioxidant activity of fruit tissues from 27 Chinese local citrus cultivars. *Plants*. 2020 Feb 1;9(2):192. doi: 10.3390/plants9020196
8. Ballistreri G, Fabroni S, Romeo FV, Timpanaro N, Amenta M, Rapisarda P. Anthocyanins and other polyphenols in *Citrus* genus: Biosynthesis, chemical profile, and biological activity. In: Waltson RR, editor. *Polyphenols in Plants*. Cambridge: Elsevier; 2019. p. 191-215. doi: 10.1016/b978-0-12-813768-0.00014-1
9. Dantas RL, Silva S, Sousa FARM, Pedrosa VMD, Guimarães GHC, Mendonça R, et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante em tangerina “Ponkan” armazenada sob recobrimentos biodegradáveis. *Actas Portuguesas de Horticultura*. 2018;29:238-46.
10. Damián-Reyna AA, González-Hernández JC, Maya-Yescas R, de Jesús Cortés-Penagos C, del Carmen Chávez-Parga M. Polyphenolic content and bactericidal effect of Mexican *Citrus limetta* and *Citrus reticulata*. *J Food Sci Technol*. 2017 Feb;54(2):531-7. doi: 10.1007/s13197-017-2498-7
11. Franco-Arnedo G, Buelvas-Puello LM, Miranda-Lasprilla D, Martínez-Correa HA, Parada-Alfonso F. Obtaining antioxidant extracts from tangerine (*C. reticulata* var. *arrayana*) peels by modified supercritical CO₂ and their use as protective agent against the lipid oxidation of a mayonnaise. *J Supercrit Fluids*. 2020 Nov;165:104957. doi: 10.1016/j.supflu.2020.104957
12. Mahato N, Sinha M, Sharma K, Koteswararao R, Cho MH. Modern extraction and purification techniques for obtaining high purity food-grade bioactive compounds and value-added co-products from citrus wastes. *Foods*. 2019;8(11):523. doi: 10.3390/foods8110523
13. Rodrigues CG, Silva VDM, de Freitas e Loyola AC, Silva MR, Augusti R, Melo JOF, et al. Characterization and identification of bioactive compounds in agro-food waste flours. *Quim Nova*. 2022;45(4):403-9. doi: 10.21577/0100-4042.20170853
14. Silva IG, de Andrade APC, da Silva LMR, Gomes DS. Elaboration and sensory analysis of cookies made from avocado lump flour. *Brazilian J Food Technol*. 2019;22:e2018209. doi: 10.1590/1981-6723.20918
15. Galvan-Lima Â, Cunha SC, Martins ZE, Soares AG, Ferreira IMPLVO, Farah A. Headspace volatolome of peel flours from citrus fruits grown in Brazil. *Food Res Int*. 2021 Dec;150:110801. doi: 10.1016/j.foodres.2021.110801
16. Cunha JA, Rolim PM, da Silva Chaves Damasceno KSF, de Sousa FC, Nabas RC, Seabra LMAJ. From seed to flour: Sowing sustainability in the use of cantaloupe melon residue (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*). *PLoS One*. 2020 Jan;15(1):1-18. doi: 10.1371/journal.pone.0219229
17. Tremocoldi MA, Rosalen PL, Franchin M, Massarioli AP, Denny C, Daiuto ÉR, et al. Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. *PLoS One*. 2018 Feb;13(2):0192577. doi: 10.1371/journal.pone.0192577
18. Ramos SA, Silva MR, Jacobino AR, Damasceno IAN, Rodrigues SM, Carlos GA, et al. Caracterização físico-química, microbiológica e da atividade antioxidante de farinhas de casca e amêndoa de manga (*Mangifera indica*) e sua aplicação em brownie. *Res, Soc Dev*. 2021 Feb;10(2):22310212436. doi: 10.33448/rsd-v10i2.12436
19. Lebaka VR, Wee YJ, Ye W, Korivi M. Nutritional composition and bioactive compounds in three different parts of mango fruit. Vol. 18, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18:1-20. doi: 10.3390/ijerph18020741
20. Laganà V, Giuffrè AM, De Bruno A, Poiana M. Formulation of biscuits fortified with a flour obtained from bergamot by-products (*Citrus bergamia*, Risso). *Foods*. 2022 Apr;11(8):1137. doi: 10.3390/foods11081137
21. Flórez Montes C, Rojas González AF, Rodríguez Barona S. Bromatological characterization of fruit waste. *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 2021 Dec;20(1):84-96. doi: 10.18684/bsaa.v20.n1.2022.1759
22. Ramos SA, Pereira RD, Andressa I, Schmiele M, Amaral TN. Desenvolvimento de cookies com coprodutos de frutas. *Res, Soc Dev*. 2020 Oct;9(10):5799108918. doi: 10.33448/rsd-v9i10.8918
23. Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). *Official methods of analysis*. 21. ed. Washington, DC (US): AOAC; 2018.
24. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados,

- tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União; 2003. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/saudelegis/anvisa/2003/res0360_23_12_2003.html
25. Rufino MSM, Alves RE, de Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 2010 Aug;121(4):996-1001. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.01.037
 26. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology.* 1999;299:152-78. doi: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1
 27. Silva N, Taniwaki MH, Junqueira VC, Silveira N, Okazaki MM, Gomes RAR. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água [Internet]. 5. ed. São Paulo: Blucher; 2017. Disponível em: https://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_8cc4608f0c0cfd?e=1099747/50620170
 28. Brasil. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN nº 161, de 01 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União; 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-161-de-1-de-julho-de-2022-413366880>
 29. Meneses VP, Silva JRA, Ferreira Neto J, Rolim HO, Araújo ALM, Lima PSE. Subprodutos de frutas tropicais desidratados por secagem convectiva. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.* 2018;13(4):472. doi: 10.18378/rvads.v13i4.5810
 30. Esbelin J, Santos T, Hébraud M. Desiccation: An environmental and food industry stress that bacteria commonly face. *Food Microbiol.* 2018;69:82-88. doi: 10.1016/j.fm.2017.07.017
 31. Larrosa APQ, Otero DM. Flour made from fruit by-products: Characteristics, processing conditions, and applications. *J Food Process Preserv.* 2021;45(5):15398. doi: 10.1111/jfpp.15398
 32. Xing JJ, Jiang DH, Yang Z, Guo XN, Zhu KX. Effect of humidity-controlled dehydration on microbial growth and quality characteristics of fresh wet noodles. *Foods.* 2021 Apr;10(4):844. doi: 10.3390/foods10040844
 33. Brasil. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa-IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União; 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>
 34. Soquetta MB, Stefanello FS, Huerta KDM, Monteiro SS, da Rosa CS, Terra NN. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Chem.* 2016 May;199:471-78. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.12.022
 35. Barber TM, Kabisch S, Pfeiffer AFH, Weickert MO. The health benefits of dietary fibre. *Nutrients.* 2020;12(10):1-17. doi: 10.3390/nu12103209
 36. Mallek-Ayadi S, Bahloul N, Kechaou N. Characterization, phenolic compounds and functional properties of Cucumis melo L. peels. *Food Chem.* 2017 Apr;221:1691-7. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.10.117
 37. Nirmala Prasadi VP, Joye IJ. Dietary fibre from whole grains and their benefits on metabolic health. *Nutrients.* 2020;12(10):1-20. doi: 10.3390/nu12103045
 38. Teixeira F, dos Santos BA, Nunes G, Soares JM, do Amaral LA, de Souza GHO, et al. Addition of orange peel in orange jam: Evaluation of sensory, physicochemical, and nutritional characteristics. *Molecules.* 2020;25(7):1670. doi: 10.3390/molecules25071670
 39. Toledo NMV, Mondoni J, Harada-Padermo SS, Vela-Paredes RS, Berni PRA, Selani MM, et al. Characterization of apple, pineapple, and melon by-products and their application in cookie formulations as an alternative to enhance the antioxidant capacity. *J Food Process Preserv.* 2019 Sep;43(9):14100. doi: 10.1111/jfpp.14100
 40. Magalhães MPD, Gandra KMB, da Cunha LR, Lima EMF. Obtenção da farinha do resíduo do processamento de acerola e avaliação de compostos bioativos e nutritivos. *Res, Soc Dev.* 2021 Oct;10(14):188101420714. doi: 10.33448/rsd-v10i14.20714
 41. Czech A, Malik A, Sosnowska B, Domaradzki P. Bioactive substances, heavy metals, and antioxidant activity in whole fruit, peel, and pulp of *Citrus* fruits. *Int J Food Sci.* 2021;6662259. doi: 10.1155/2021/6662259
 42. Olfa T, Gargouri M, Akrouti A, Brits M, Gargouri M, Ben Ameer R, et al. A comparative study of phytochemical investigation and antioxidative activities of six citrus peel species. *Flavour Fragr J.* 2021 Sep;36(5):564-75. doi: 10.1002/ffj.3662
 43. Chen Y, Pan H, Hao S, Pan D, Wang G, Yu W. Evaluation of phenolic composition and antioxidant properties of different varieties of Chinese citrus. *Food Chem.* 2021 Dec;364:130413. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.130413

44. Özcan MM, Ghafoor K, Al Juhaimi F, Uslu N, Babiker EE, Mohamed Ahmed IA, et al. Influence of drying techniques on bioactive properties, phenolic compounds and fatty acid compositions of dried lemon and orange peel powders. *J Food Sci Technol*. 2021 Jan;58(1):147-58. doi: 10.1007/s13197-020-04524-0.
45. M'hiri N, Ghali R, Ben Nasr I, Boudhrioua N. Effect of different drying processes on functional properties of industrial lemon byproduct. *Process Safety and Environmental Protection*. 2018 May;116:450-60. doi: 10.1016/j.psep.2018.03.004.
46. Safdar MN, Kausar T, Nadeem M, Murtaza M, Sohail S, Mumtaz A, et al. Extraction of phenolic compounds from (*Mangifera indica* L.) and kinnow (*Citrus reticulata* L.) peels for the development of functional fruit bars. *Food Sci Technol*. 2022;42:1-8. doi: 10.1590/fst.09321
47. da Silva AF, da Silva BM, de Sousa ASB, Figueiredo VMDA, Mendonça RMN, Silva SDM. Quality, bioactive compounds and antioxidant activity during maturation of oranges produced in the Borborema territory. *Rev Caatinga*. 2019 May;32(2):526-36. doi: 10.1590/1983-21252019v32n225rc
48. Ferreira SS, Silva AM, Nunes FM. Citrus reticulata Blanco peels as a source of antioxidant and anti-proliferative phenolic compounds. *Ind Crops Prod*. 2018 Jan;111(10):141-8. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.10.009
49. Wang H, Chen G, Guo X, Abbasi AM, Liu RH. Influence of the stage of ripeness on the phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities in different parts of *Citrus reticulata* Blanco cv. Chachiensis. *LWT - Food Sci Technol*. 2016 Jun;69:67-75. doi: 10.1016/j.lwt.2016.01.021
50. Wang F, Chen L, Chen H, Chen S, Liu Y. Analysis of flavonoid metabolites in citrus peels (*Citrus reticulata* "dahongpao") using UPLC-ESI-MS/MS. *Molecules*. 2019 Jul;24(15):2680. doi: 10.3390/molecules24152680