Food Science Today 4:1 (2025)
ISSN 2965-1190

RESEARCH ARTICLE

FOOD SCIENCE TODAY

Resíduos de frutas cítricas: uma alternativa sustentável de nutrientes

Citrus fruit residues: a sustainable nutrient alternative

Antonia Iorrane Kétili Sousa Guimarães [a], Sâmia Aline Bernardo Pereira [a], Luisa Kelbia Maia [a], Mayra Cristina Freitas Barbosa [a], Séfura Maria Assis Moura [a*]

[a] Curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 62.930-000, Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil.

Resumo

O processamento de frutas pelas agroindústrias gera uma grande quantidade de resíduos, os quais podem apresentar potencial para serem utilizados como fontes alternativas de nutrientes, a exemplo de frutas cítricas como abacaxi, acerola, laranja e limão. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química e nutricional das farinhas dos resíduos pós-secagem das frutas cítricas. Após o processamento, os resíduos foram levados à estufa de circulação de ar forçado, a 65º C, até secagem completa. Em seguida, o material foi triturado e armazenado em temperatura ambiente, em embalagens de polietileno. Foram realizadas as análises de umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibras e vitamina C. A porcentagem de umidade variou de 8,44 a 10,91%, proteínas de 5,05 a 8,75%, lipídios 0,84 a 1,85%, cinzas 2,70 a 6,44%, alternando entre moderado e baixo em relação a esses parâmetros. Em relação as análises de fibras e vitamina C, os materiais apresentaram resultados promissores. Variando de 8,50 a 28,85%, o percentual de fibras é comparável ou superior ao da aveia em flocos. A vitamina C manteve-se nos resíduos, com valores de 43,03 a 91,23 mg/ 100 g, podendo-se considerar as farinhas como boas fontes do composto bioativo. Os dados evidenciam que as farinhas podem ser consideradas como fontes alternativas de nutrientes para a produção e valorização de novos produtos ou para a substituição de ingredientes em produtos alimentícios.

Palavras-chave: Resíduos vegetais. Agroindústria. Vitamina C. Análise química. Qualidade nutricional. Farinhas.

Abstract

The processing of fruits by agro-industries generates a large amount of waste, which may have the potential to be used as alternative nutrient sources, as seen in citrus fruits such as pineapple, acerola, orange, and lemon. In this context, the objective of this study was to perform the physicochemical and nutritional characterization of flours obtained from dried citrus fruit residues. After processing, the residues were placed in a forced-air circulation oven at 65°C until completely dried. The material was then ground and stored at room temperature in polyethylene packaging. Analyses were conducted to determine moisture, ash, lipids, proteins, fibers, and vitamin C content. The moisture content ranged from 8.44% to 10.91%, protein from 5.05% to 8.75%, lipids from 0.84% to 1.85%, and ash from 2.70% to 6.44%, showing moderate to low levels for these parameters. Regarding fiber and vitamin C analyses, the materials presented promising results. With fiber content ranging from 8.50% to 28.85%, the values are comparable to or even higher than rolled oats. Vitamin C was retained in the residues, with values ranging from 43.03 to 91.23 mg/100 g, indicating that the flours can be considered good sources of this bioactive compound. The data suggest that these flours can serve as alternative nutrient sources for the development and enhancement of new products or as ingredient substitutes in food products.

Keywords: Vegetable residues. Agroindustry. Vitamin C. Chemical analysis. Nutritional quality. Flours.

Graphical Abstract



*Corresponding author: Séfura M. A. Moura. Email Address: sefura@ifce.edu.br
Submitted 31 December 2024; Accepted: 12 February 2025; Published: 20 February 2025.
© The Author(s) 2025. Open Access (CC BY 4.0).

ROYALDATASET

1. Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção anual estimada em cerca de 45 milhões de toneladas (Embrapa, 2024). Entre as regiões do país, o Nordeste destaca-se por possuir as maiores áreas cultivadas com fruticultura, enquanto o Sudeste se sobressai na produção de citros. A maior parte da produção nordestina de frutas é consumida no mercado interno, com percentual maior de exportação para o melão, o limão, a manga, a melancia, a uva e a castanha-de-caju (Vidal, 2023).

Nesse contexto, a agroindústria assume um importante papel na transformação e processamento das matérias-primas provenientes do setor agrícola, ampliando a cadeia de valor dos produtos (Embrapa, 2024). No entanto, o processamento de frutas gera resíduos agroindustriais como cascas, caroços, sementes e bagaços, cuja quantidade sofre variação ao longo do ano, influenciada por fatores como a sazonalidade, área plantada e volume colhido (Raia, 2024).

Uma aplicação significativa para os resíduos das frutas é a fabricação das farinhas, devido à praticidade e multiplicidade de uso, redução da perecibilidade, além do valor nutricional do produto. Aliado a isso, pode ser considerada uma alternativa viabilizadora do ponto de vista ambiental e econômico, visto que esses resíduos representam, para algumas indústrias brasileiras, a possibilidade da oferta de novos produtos. Segundo Araújo e Budóia (2019), a elaboração e caracterização de farinhas, a partir de coprodutos de frutas, têm sido objeto de diversos estudos que apontam boas características nutricionais e potencial para sua aplicação como ingredientes em alimentos. Complementarmente, Raia (2024) evidencia o potencial dessas farinhas como componentes em produtos como iogurtes e bebidas lácteas.

Diante deste cenário, o presente trabalho teve por objetivo determinar os parâmetros físico-químicos e nutricionais das farinhas produzidas a partir dos resíduos de abacaxi, acerola, laranja e limão. Foram avaliados os teores de umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibras e vitamina C, com o intuito de avaliar a qualidade e potencialidade dessas farinhas como ingredientes alimentares.

2. Material e Métodos

As matérias-primas utilizadas foram adquiridas no comércio local da cidade de Limoeiro do Norte ou na UEPE (Unidade de Pesquisa e Extensão) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Limoeiro do Norte. Foram utilizadas as frutas: abacaxi, acerola, laranja e limão.

A **Fig. 1** descreve o fluxograma para a produção das farinhas dos resíduos. As frutas foram lavadas em água corrente, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 10 ppm por 10 minutos e enxaguadas para a retirada do excesso de cloro. Em seguida, realizou-se o processamento das frutas, na Planta Piloto de Frutas e Hortaliças do IFCE, aproveitando-se para o estudo, das cascas de laranjas, limões e abacaxis e dos coprodutos da acerola, constituídos principalmente de cascas e sementes.



Fig. 1 Fluxograma para obtenção das farinhas dos resíduos de frutas cítricas.

Os materiais residuais foram cortados em pequenos pedaços de aproximadamente 1 cm, a depender da necessidade, e levados em bandejas separadas para a estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 65 ± 1°C. O tempo de secagem variou de acordo com o material residual utilizado no estudo, necessitando de 18 h para a acerola, 24 h para as cascas da laranja e do limão e 48 h para o abacaxi. Após a secagem, os materiais foram triturados em liquidificador e em seguida foi feito o peneiramento em malhas com abertura de 1 mm (18 mesh) para obtenção da granulometria adequada.

As farinhas foram acondicionadas em embalagens de polietileno com capacidade de 250g, vedadas para evitar a entrada de oxigênio e alteração da umidade, etiquetadas e armazenadas à temperatura ambiente até o momento da realização das análises físico-químicas.

As análises foram realizadas em triplicata, de acordo com os métodos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C, até peso constante e a matéria mineral foi obtida por incineração do material em mufla a 550 ºC por 5 h. O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl e convertido em proteína bruta pelo fator 6,25 e os lipídios foram determinados por Soxhlet, utilizando o hexano como solvente. O teor de vitamina C foi determinado pelo Método de Tillmans que se baseia na redução do sal sódico de 2,6-diclorofenol indofenol por uma solução ácida de vitamina C. A determinação de fibra alimentar total foi baseada no cálculo do resíduo restante da eliminação do teor de cinza, e o teor de proteínas da amostra, segundo o método enzimático-gravimétrico.

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão. As diferenças entre os valores foram examinadas usando análise de variância (ANOVA), e os resultados foram comparados usando o teste de Tukey, a nível de significância de 5%. O software Statistica 10 (StatSoft, 2010) foi utilizado.

3. Resultados e Discussão

A **Tabela 1** apresenta os valores médios e desvios padrão para proteínas, umidade, lipídios, cinzas, fibras e vitamina C das farinhas produzidas a partir de resíduos de abacaxi, acerola, laranja e limão.

Tabela 1 Resultados das análises de composição centesimal, fibra bruta e vitamina C das farinhas de frutas cítricas

Material residual	Proteína (g/100g)	Umidade (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Fibras (g/100g)	Vitamina C (mg/100g)
Abacaxi	5,05 ± 0,48^{b}	10,06 ± 0,33^{b}	1,85 ± 1,25^{a}	5,13 ± 0,17^{b}	8,50 ± 0,29^{c}	43,03 ± 0,25^{d}
Acerola	5,51 ± 0,78^{b}	10,91± 0,26^{a}	1,04 ± 0,15^{a}	2,70 ± 0,11^{d}	28,85 ± 1,07^{a}	88,6 ± 8,88^{b}
Laranja	5,28 ± 0,96^{b}	8,49 ± 0,33^{c}	0,84 ± 0,40^{a}	4,14 ± 0,25^{c}	11,36 ± 0,12^{b}	51,3 ± 6,90^{c}
Limão	8,75 ± 0,21^{a}	8,44 ± 0,06^{c}	1,68 ± 0,10^{a}	6,44 ± 0,03^{a}	12,70 ± 0,31^{b}	91,23 ± 17,01^{a}

Os dados são apresentados como a média ± desvio padrão e analisados por ANOVA seguido de teste de Tukey. ($P < 0,05$). Resultados com letras iguais na vertical não diferem estatisticamente.

Em relação ao teor de umidade, as farinhas de resíduos da acerola e do abacaxi apresentaram semelhança estatística e valores superiores a umidade das farinhas da laranja e do limão. Ademais, todas as farinhas permaneceram dentro dos padrões para farinhas de farelos e sementes (Brasil, 2005), que determina um máximo de 15%. Um reduzido teor de umidade é fator importante para a conservação de alimentos e ajuda a aumentar a vida útil do produto.

Na análise de proteínas, a farinha de resíduos do limão demonstrou o maior conteúdo do nutriente (8,75%) em relação aos demais materiais, que se apresentaram estatisticamente semelhantes. Mesmo assim, todos os valores foram inferiores ao descrito por Brito (2019) para a farinha do limão Tahiti (11,87%). Valor aproximado ao encontrado para a farinha do limão (8,75%) é mencionado por Storck et al. (2015) ao analisar a farinha de resíduos da acerola e da laranja em diferentes granulometrias. Neste estudo, a farinha da acerola com granulometria maior que 0,600 mm conteve um percentual de proteína de 8,3%, e a farinha da laranja com granulometria de 0,425 mm, um conteúdo de proteína de 8,15%, observando-se um aumento do conteúdo de proteínas com a diminuição da granulometria das respectivas farinhas.

Observou-se que, mesmo a polpa das frutas analisadas não sendo fontes de proteínas, com variações de 0,5% para o abacaxi, 0,95% para a acerola e 1,50% para a laranja e o limão, segundo a TACO (2011), as farinhas dos resíduos apresentaram quantidades importantes e podem ser utilizadas para melhorar o teor proteico de alimentos.

A análise de lipídios apontou valores baixos e estatisticamente similares para as quatro farinhas analisadas, variando de 0,84% para a laranja até 1,85% para o abacaxi. Storck et al. (2015), ao analisar resíduos secos da acerola, laranja, maça e uva (com granulometria de 0,600 mm), obtiveram percentual de 2,53% para a laranja e 1,24% para a acerola. O valor reduzido de lipídios pode ser vantajoso em relação ao valor calórico.

O teor de cinzas em alimentos refere-se ao resíduo inorgânico remanescente da queima de matéria orgânica a elevadas temperaturas. Portanto, as cinzas indicam a presença de minerais no alimento, o que implica em seu valor nutricional, visto que os minerais são importantes para a saúde e essenciais para o organismo. No presente estudo obteve-se um valor máximo de 6,44% para a farinha do limão e um mínimo de 2,40% para a farinha da acerola. Brito et al. (2017) ao estudarem a polpa e o albedo seco do limão observaram conteúdos de 0,22 e 3,17%, respectivamente. Souza et al. (2020) ao analisarem a polpa da acerola detectaram 0,88% de cinzas. Os dados demonstram que este componente esteve mais presente na fração residual do que na polpa dos frutos citados, adicionado o fato de que os resíduos do limão estudados neste trabalho são compostos por flavedo, albedo, membrana e núcleo. Ademais, outros fatores como a composição do solo e condições de cultivo são fatores que podem interferir na presença de minerais nos alimentos (Cecchi, 2007).

O ácido *L*-ascórbico, também conhecido como vitamina C, é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, de grande importância para o organismo humano, comprovadamente encontrada em frutas e hortaliças, sobretudo nas frutas estudadas, em quantidades variáveis conforme a espécie, a cultivar, os fatores ambientais e nutricionais e o grau de maturação. Na análise das farinhas, a vitamina C foi detectada após o processamento, com valores estatisticamente diferentes variando de 43,03 a 91,23 mg/100 g, podendo-se considerar todos os materiais com elevado conteúdo do composto bioativo, onde as farinhas do limão e da acerola contiveram os valores mais significativos. Magalhães et al. (2021) ao analisarem a farinha de resíduos da acerola, preparada por secagem em estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 60 ± 5 °C, também observaram a permanência da vitamina C, em concentração semelhante ao valor encontrado na polpa da fruta.

De acordo com Tome e Augustinha (2018), a temperatura e as consequentes variações de tempo de secagem são apresentadas como importantes fatores para a estabilidade e maior conservação da vitamina C. Ao estudarem a estabilidade da vitamina C na polpa e em resíduos do mamão, puderam constatar a diminuição do seu conteúdo com o aumento da temperatura, utilizando 40, 50, e 60 °C.

As farinhas das frutas cítricas analisadas neste trabalho podem ser consideradas produtos com alto conteúdo da vitamina C por conterem uma concentração de vitamina C superior a 30% da dose diária recomendada para adultos no Brasil, que é de 100 mg/dia, para uma porção de 100 g de cada farinha, conforme a Instrução Normativa nº 75 de 2020 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa (Brasil, 2020).

Em relação as análises de fibras, todos os materiais secos apresentaram resultados satisfatórios. Variando de 8,50 a 28,85%, o percentual de fibras é comparável ou superior ao da aveia em flocos crua, que apresenta valor de 9,1 g/100 g (TACO, 2011). Nesse sentido, as farinhas dos resíduos podem substituir parcial ou integralmente a farinha de trigo para o enriquecimento de receitas tradicionais de pães, bolos, biscoitos e outras. Marinho et al. (2020) ao prepararem e analisarem pães com diferentes proporções da farinha da casca do melão confirmam a viabilidade nutricional e tecnológica do aproveitamento do subproduto, destacando o elevado potencial das matérias-primas de origem vegetal pelo valor nutricional.

Os dados dos parâmetros analíticos das farinhas dos resíduos revelaram o potencial nutricional dos subprodutos, com relevantes teores de vitamina C e fibras, tornando os materiais atraentes para o mercado de alimentos saudáveis e funcionais. Em condição de relevância, a farinha do limão apresentou o maior conteúdo de proteínas, cinzas e vitamina C, e a segunda maior concentração em fibras. Enquanto a farinha da acerola destacou-se em relação aos parâmetros de fibras e vitamina C.

4. Conclusão

As farinhas dos resíduos do abacaxi, acerola, laranja e limão apresentaram resultados promissores, uma vez que demonstraram baixo teor de umidade, conferindo maior tempo de conservação, e considerável valor nutricional, com destaque para o teor de ácido ascórbico e fibras. Pode ser considerada uma importante alternativa de redução dos impactos ambientais, com diminuição da quantidade de resíduos gerados. Estudos de aplicação das farinhas para a elaboração de novos produtos alimentícios estão em desenvolvimento, incluindo análises tecnológicas e sensoriais, com o intuito de ampliar a viabilidade de utilização das farinhas de resíduos no mercado.

Agradecimentos

As autoras gostariam de agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio científico, tecnológico, financeiro e bolsas de estudos.

Contribuições dos Autores

A. I. K. S. G.: Investigação, Curadoria de Dados, Redação e Edição. S. A. B. P.: Investigação, Curadoria de dados e Redação. L. K. M.: Curadoria de Dados. M. C. F. B.: Curadoria de Dados. S. M. A. M.: Curadoria de Dados, Edição, Orientação e Supervisão. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.

Disponibilidade de dados e materiais

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo está disponível mediante solicitação à Autora correspondente.

Conflitos de Interesse

As autoras declaram que não têm interesses conflitantes.

Referências

Araújo, A. C. da C., & Budoia, S. A. G. (2019). Características físico-químicas e benefícios da farinha de laranja. *Nutrição Brasil*, *18*(1), 49–54. https://doi.org/10.33233/nb.v18i1.1625

Brasil. (2005). Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento técnico produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos" constante do anexo desta Resolução. Órgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Acessado em 20 de junho de 2024. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html>.

Brasil. (2020). Instrução Normativa nº 75, de 08 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Órgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Acessado em 25 de junho de 2024. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>.

Brito, K. D., Paixão Neto, E. da, Barroso, A. J. R., Lima, F. C. dos S., & Oliveira, H. B. L. de. (2019). Elaboração e avaliação físico-química da farinha de cascas do limão Tahiti. In *Atividades de Pesquisa em Biotecnologia e Nanociências* (pp. 26–32). Atena Editora. https://doi.org/10.22533/at.ed.3511925064

Brito, K. D., Santos Filho, J. I., Lima, H. B., Neto, E. P., & Lima, F. C. dos S. (2017). Estudo experimental do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka): composição físico-química e de minerais da polpa in natura e do resíduo albedo. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, *1*(37), 64. https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n37p64-70

Cecchi, H. M. (2007). Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Editora da UNICAMP.

Embrapa. (2024). Ciência *que Transforma: Resultados e Impactos Positivos da Pesquisa Agropecuária na Economia, no Meio Ambiente e na Mesa do Brasileiro*. Acessado em 27 de dezembro de 2024.Disponivel em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria>.

Instituto Adolfo Lutz. (2008) *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo. Instituto Adolfo Lutz. 1020 p.

Magalhães, M. P. D., Gandra, K. M. B., Cunha, L. R. da, & Lima, E. M. F. (2021). Obtenção da farinha do resíduo do processamento de acerola e avaliação de compostos bioativos e nutritivos. *Research, Society and Development*, *10*(14), e188101420714. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.20714

Marinho, R. M. O., Braga, R. C., Medeiros, M. M. L., Moura, S. M. A., & Sá, D. M. A. T. (2023). Pães com farinha de casca de melão (cantaloupe): produção e caracterização nutricional e tecnológica. *Revista Sítio Novo*, *7*(3), 21. https://doi.org/10.47236/2594-7036.2023.v7.i3.21-33p

Mendonça, L. M. V. L., Conceição, A. da, Piedade, J., Carvalho, V. D. de, & Theodoro, V. C. de A. (2006). Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (Citrus latifolia Tanaka). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, *26*(4), 870–874. https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000400025

Raia, R. Z. (2024). Potencial funcional de farinhas de resíduos agroindustriais na formulação de iogurtes e bebidas lácteas: uma revisão de literatura. *Food Science Today, 3*(1), 82–88. https://doi.org/10.58951/fstoday.2024.014

Souza, J. F., Santana, E. A., Silva, A. do S. S. da, & Souza, A. C. F. (2023). Avaliação físico-química de acerola, *Malpighia emarginata* DC., proveniente de Macapá-Amapá. BIOFARM - *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management, 16*(2), 156–176. https://revista.uepb.edu.br/BIOFARM/article/view/2201

Storck, C. R., Basso, C., Favarin, F. R., & Rodrigues, A. C. (2015). Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. *Brazilian Journal of Food Technology*, *18*(4), 277–284. https://doi.org/10.1590/1981-6723.1615

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011). NEPA – UNICAMP. 4. ed. Campinas.

Tome, A. C., & Augustinha, B. F. (2019). Teor de vitamina C em farinha da casca, polpa e semente de mamão (*Carica papaya*) submetidas a diferentes temperaturas de secagem. *UNICIÊNCIAS*, *22*(3Esp), 43–46. https://doi.org/10.17921/1415-5141.2018v22n3Espp43-46

Vidal, M. de F. (2024). Fruticultura: v. 9, n. 337, maio, 2024. *Caderno Setorial ETENE*, *9*(343). https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2706

FOOD SCIENCE TODAY

journals.royaldataset.com/fst