# DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ALIMENTÍCIO FUNCIONAL A PARTIR DA FARINHA DA CASCA RESIDUAL DE PINHÃO *(ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA)* RICA EM COMPOSTOS BIOATIVOS

Luana Gabrielly Onishi Saito (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Marina Melliny Guimarães de Freitas, Bruna de Jesus Souza, Cintia Stefhany Ripke Ferreira, Oscar de Oliveira Júnior, Jesui Virgilio Visentainer (Orientador). E-mail: jesuivv@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Química, Maringá, PR.

**Área e subárea do CNPq: Ciências Exatas e da Terra – Química**

**Palavras-chave**: Antioxidantes; Resíduo agroindustrial; Ultrassom.

## RESUMO

Uma parte considerável dos resíduos gerados pelos setores industriais é composta por subprodutos vegetais, como cascas e sementes, frequentemente descartados sem aproveitamento adequado. A semente de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze tem se destacado como matéria-prima promissora para a indústria alimentícia, em razão de seu valor nutricional; entretanto, seu processamento gera resíduos, com destaque para a casca. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo produzir farinha a partir da casca residual do pinhão liofilizada, caracterizá-la quanto à composição centesimal e avaliar o teor de compostos bioativos e a atividade antioxidante de extratos obtidos por métodos de extração convencional e assistida por ultrassom. A farinha apresentou baixo teor de lipídios (1,52 ± 0,10%), elevada fração de carboidratos (85,52 ± 0,46%), atividade de água reduzida (0,64 ± 0,03) e coloração característica (a* 10,74 ± 0,13; b* 13,25 ± 0,14; h° 129,03 ± 0,14°; C* 17,06 ± 0,19), evidenciando estabilidade e potencial tecnológico. A extração assistida por ultrassom proporcionou maior recuperação de compostos fenólicos e maior atividade antioxidante nos ensaios DPPH (792,05 ± 11,05 µmol ET $g^{-1}$) e ORAC (520,60 ± 14,60 µmol ET $g^{-1}$), enquanto o extrato convencional apresentou maior atividade no ensaio ABTS (890,22 ± 3,84 µmol ET $g^{-1}$). Os resultados evidenciam que a casca de pinhão constitui fonte promissora de compostos bioativos, reforçando o potencial da farinha obtida como ingrediente funcional para o desenvolvimento de alimentos com maior valor nutricional, além de contribuir para o aproveitamento sustentável desse resíduo agroindustrial.

## INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia desempenha papel central na economia mundial ao converter matérias-primas agropecuárias em alimentos, mas enfrenta desafios crescentes

relacionados à geração de resíduos agroindustriais. Parcela expressiva dos resíduos gerados é proveniente de cascas, sementes e bagaços, frequentemente descartados sem aproveitamento (Nirmal *et al*., 2023). A semente do pinhão (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), popularmente conhecida como Pinheiro-do-Paraná, destaca-se como matéria-prima promissora para a indústria alimentícia (Barbieri *et al*., 2023). Entretanto, seu processamento ainda gera expressiva quantidade de resíduos, sobretudo a casca, que corresponde a cerca de 20% do peso total da semente e apresenta propriedades de interesse para a saúde humana (Trojaike *et al*., 2019). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo obter farinha a partir da casca residual do pinhão liofilizada, caracterizá-la quanto à composição centesimal e avaliar o teor de compostos bioativos e a atividade antioxidante dos extratos obtidos por métodos de extração convencional e assistida por ultrassom, visando o desenvolvimento de um produto alimentício funcional.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Aproximadamente 2,1 kg de pinhão foram adquiridos e processados por sanitização, descascamento, liofilização, trituração e peneiramento para obtenção da farinha da casca. Foram avaliadas a composição centesimal (AOAC, 2005; BLIGH, DYER,1959), atividade de água (Aqua Lab Modelo 4TE, Decagon Debices Inc. Pullman, EUA), pH (Hanna Instruments HI 99163 - eletrodo de penetração FC2323) e parâmetros colorimétricos (Minolta Chroma Meter CR-400 Konica Minolta, Osaka, Japão). Os extratos foram obtidos por maceração e extração assistida por ultrassom (P30H, Elmasonic, Singen, Alemanha), utilizando solução hidroetanólica, e avaliados quanto ao teor de compostos fenólicos e à atividade antioxidante pelos ensaios DPPH, ABTS e ORAC. Todas as análises foram realizadas em triplicata e submetidas à ANOVA e ao teste de Tukey ($p < 0,05$).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização centesimal da farinha da casca do pinhão liofilizada está apresentada na Tabela 1. A farinha apresentou baixo teor de lipídios (1,52 ± 0,10%) e elevada fração de carboidratos (85,52 ± 0,46%), composição relevante para a caracterização nutricional e tecnológica de alimentos (Custódio; Silva; Battestin, 2024). O teor de umidade (9,83 ± 0,62%) e a atividade de água (0,64 ± 0,03) indicam produto relativamente estável e com reduzido risco de deterioração microbiana, enquanto o pH moderadamente ácido (5,50 ± 0,06) reforça a segurança microbiológica da matriz. Em relação à cor, a farinha apresentou cromaticidade (C*) de 17,06 ± 0,19 e ângulo de matiz (h°) de 129,03 ± 0,14°, com valores positivos de a* e b*, indicando predominância da tonalidade amarela, associada à composição química e ao processamento da casca.

**Tabela 1.** Composição centesimal e características físico-químicas da farinha da casca do pinhão liofilizada.

| Parâmetro | Resultado |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Umidade (%) | 9,83 ± 0,62 |
| Cinzas (%) | 1,00 ± 0,00 |
| Proteína bruta (%) | 2,48 ± 0,10 |
| Lipídios (g/100g) | 1,52 ± 0,10 |
| Carboidratos totais (g/100g) | 85,52 ± 0,46 |
| aW | 0,64 ± 0,03 |
| pH | 5,50 ± 0,06 |
| C* | 17,06 ± 0,19 |
| h° | 129,03 ± 0,14 |

A análise dos compostos bioativos demonstrou que o método de extração influenciou significativamente os resultados obtidos para todos os parâmetros avaliados ($p < 0,05$), conforme apresentado na Tabela 2. O extrato obtido por ultrassom (CPL) apresentou maior teor de compostos fenólicos totais (110,11 ± 1,68 mg GAE $g^{-1}$) e maior atividade antioxidante nos ensaios DPPH (792,05 ± 11,05 µmol ET $g^{-1}$) e ORAC (520,60 ± 14,60 µmol ET $g^{-1}$) em comparação ao extrato convencional (CCPL). Esse comportamento pode ser atribuído ao fenômeno de cavitação promovido pelas ondas ultrassônicas, que favorece o rompimento das células vegetais e a transferência dos compostos fenólicos para o meio extrator. Por outro lado, o extrato convencional apresentou maior atividade no ensaio ABTS (890,22 ± 3,84 µmol ET $g^{-1}$), evidenciando que a resposta antioxidante depende não apenas do teor total de compostos fenólicos, mas também da composição dos metabólitos extraídos e dos diferentes mecanismos de reação envolvidos em cada ensaio, corroborando o potencial bioativo já relatado para resíduos de pinhão (Trojaike *et al.*, 2019).

**Tabela 2.** Teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos extratos da casca do pinhão liofilizada.

| Extrato | TPC (mg GAE $g^{-1}$) | DPPH (µmol ET $g^{-1}$) | ABTS (µmol ET $g^{-1}$) | ORAC (µmol ET $g^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|
| CCPL | 102,28 ± 4,30b | 705,55 ± 6,06b | 890,22 ± 3,84a | 331,05 ± 0,07b |
| CPL | 110,11 ± 1,68a | 792,05 ± 11,05a | 821,33 ± 4,19b | 520,60 ± 14,60a |

*Legenda: CCPL: extrato convencional da casca do pinhão liofilizada; CPL: extrato obtido por ultrassom da casca do pinhão liofilizada; TPC: conteúdo fenólico total; DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazil; ABTS: ácido 2,2'-azino-bis-(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico); ORAC: capacidade de absorção do radical de oxigênio; GAE: equivalentes de ácido gálico; ET: equivalentes de Trolox. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).*

## CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que a farinha da casca de *Araucaria angustifolia* apresenta características favoráveis ao aproveitamento tecnológico. A extração assistida por ultrassom foi mais eficiente na recuperação de compostos fenólicos e na atividade antioxidante pelos ensaios DPPH e ORAC, enquanto o extrato

convencional apresentou maior atividade no ABTS. Assim, a casca de pinhão demonstra potencial como fonte de compostos bioativos e para o aproveitamento sustentável em formulações de alimentos funcionais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq-UEM) e à Universidade Estadual de Maringá pelo apoio institucional e pela infraestrutura disponibilizada para o desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

Associação de Químicos Analíticos Oficiais – AOAC. Métodos Oficiais de Análise da Associação deQuímicos Analíticos Oficiais. 18ª ed. Gaithersburg,EUA, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipidextraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, v.37, n. 8, p. 911–917, 195
BARBIERI, S. F. *et al.* Polysaccharides from pinhão seeds of Araucaria angustifolia: Extraction, isolation and structural characterization. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 115, 104888, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104888.

CUSTÓDIO, S. F. P.; SILVA, S. de B. da; BATTESTIN, V. Avaliação da composição centesimal de produtos alimentícios. **Scientia Vitae**, v. 18, n. 46, p. 35-47, 2024.

NIRMAL, N. *et al.* Valorization of Fruit Waste for Bioactive Compounds and Their Applications in the Food Industry. **Foods**, v. 12, n. 3, 556, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/foods12030556.

TROJAIKE, G. H. *et al.* Antimicrobial Activity of Araucaria angustifolia Seed (Pinhão) Coat Extract and its Synergism with Thermal Treatment to Inactivate Listeria monocytogenes. **Food and Bioprocess Technology**, v. 12, p. 193-197, 2019. DOI: 10.1007/s11947-018-2192-4.