

FIBRAS DE AMIDO ELETROFIADAS CARREGADAS COM EXTRATO FENÓLICO DE CASCA DE NOZ PECÃ (*Carya illinoiensis* (Wangenh.) K. Koch.)

EDUARDA CAETANO PEIXOTO¹; TATIANE JÉSSICA SIEBENEICHLER²;
ELDER PACHECO DA CRUZ³; JULIANI BUCHVEITZ PIRES⁴; ALVARO RENATO GUERRA DIAS⁵; CESAR VALMOR ROMBALDI⁶

¹ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFPel – eduardacpeixoto@hotmail.com

² Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFPel – tatianejs1@hotmail.com

³ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFPel – elder-pdc@hotmail.com

⁴ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFPel – juliani_97@hotmail.com

⁵ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFPel – alvaro.guerradia@hotmail.com

⁶ Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFPel – cesarvrf@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A casca da noz-pecã (*Carya illinoiensis* (Wangenh.) K. Koch.) é um resíduo rico em compostos fenólicos de reconhecida atividade antioxidante, porém com baixa estabilidade frente a luz, oxigênio e temperatura, o que limita sua aplicação em alimentos (VILLASANTE et al., 2022). Para superar essa limitação, técnicas de encapsulação, como a eletrofiação, vêm sendo exploradas visando proteção, liberação controlada e aplicação em alimentos funcionais e embalagens. Estudos mostram que fibras de amido obtidas por eletrofiação podem encapsular extratos fenólicos, aumentando sua preservação e bioatividade durante o processamento e a digestão *in vitro* (CRUZ et al., 2021). A fonte de amido é determinante para as propriedades da solução polimérica e, consequentemente, para a morfologia e eficiência de encapsulação (PIRES et al., 2024).

Neste estudo, buscou-se desenvolver fibras ultrafinas incorporando compostos fenólicos (0, 3, 6 e 9%) a partir de amido de mandioca (AM) e de batata-doce branca (ABDB).

2. METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS

A mandioca (*Manihot esculenta*) e a batata-doce branca (*Ipomoea batatas* L.) foram adquiridas em Pelotas (Brasil). Os amidos foram extraídos, caracterizados e eletrofiados conforme Pires et al. (2024).

2.2 MORFOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DAS FIBRAS

A morfologia das amostras foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (MEV, Jeol JSM-6610LV, EUA). As amostras, fixadas em suportes com fita dupla face e recobertas com ouro (Sputtering, Denton Vacuum Desk V, EUA), foram analisadas a 10 kV, obtendo-se imagens em 5000x. A distribuição de

tamanho e o diâmetro médio das fibras foram determinados a partir de 50 medições aleatórias em imagens de MEV, utilizando o software ImageJ (2015) (TOCHIHUITLVÁZQUEZ et al., 2022). As ampliações foram ajustadas para melhor visualização da morfologia do material.

2.3 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (TCF)

O teor de compostos fenólicos totais (TCF) foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (Swain & Hillis, 1959, com modificações). Extratos ou fibras (10 mg) foram diluídos em 10 mL de água Milli-Q ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) sob agitação. Em seguida, 15 μL da solução foram misturados com 240 μL de água, 15 μL de Folin-Ciocalteu 0,25 M e, após 3 min, 30 μL de carbonato de sódio 1 M. Após 2 h de reação no escuro, a absorbância foi medida a 725 nm (UV-Vis, Tecnal UV-5100, China) e os resultados expressos em equivalentes de ácido gálico (mg EAG. g^{-1}).

2.4 ENSAIO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE – ABTS

O ensaio de sequestro do radical ABTS foi conduzido conforme Re et al. (1999), com adaptações. O cátion radical ABTS^{·+} foi obtido pela reação entre ABTS 7,0 mM e persulfato de potássio 2,45 mM (1:1, v/v), mantida no escuro por 16 h. A solução resultante foi diluída em etanol até atingir absorbância de 0,70. Para o teste, 10 mg de amostra foram adicionados a 3 mL da solução de ABTS, utilizando etanol (30 μL) como branco. As amostras, preparadas em triplicata, foram agitadas por 30 s em vortex e incubadas por 6 min. A absorbância foi medida a 734 nm em espectrofotômetro UV-Vis (UV-5100, Tecnal, Metash, China), e a porcentagem de inibição calculada pela formula:

$$\text{ABTS}(\%) = \frac{\text{Acontrole} - \text{A amostra}}{\text{Acontrole}} \times 100$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de eletrofiação resultaram em fibras ultrafinas homogêneas e contínuas, sem beads, conforme MEV (Figura 1). A incorporação de ECP (3, 6 e 9%, p/p) não alterou a morfologia, embora 3% tenha reduzido o diâmetro médio. Para AM, os diâmetros foram: controle 287 nm, AM 3% 221 nm, AM 6% 233 nm e AM 9% 280 nm; para ABDB: controle 287 nm, ABDB 3% 246 nm, ABDB 6% 265 nm e ABDB 9% 273 nm. Estudos anteriores indicam que maiores teores de extrato (20–40%) aumentam o diâmetro devido à maior viscosidade (SANTOS et al., 2022). Assim, as fibras obtidas foram classificadas como ultrafinas.

A TCF e a atividade antioxidante do ECP e das fibras estão apresentadas na Figura 2. O extrato de casca de noz-pecã apresentou o maior TCF (623,83 mg EAG/g) e elevada capacidade de sequestro do radical ABTS (93,6%). Entre as fibras, aquelas com 9% de ECP tiveram os maiores teores de TCF, sem diferenças significativas entre os tipos de amido ($p > 0,05$). Na inibição do ABTS, a fibra AM 9% se destacou (75,4%). De modo geral, o aumento da concentração de ECP nas fibras levou a um incremento gradual da atividade antioxidante.

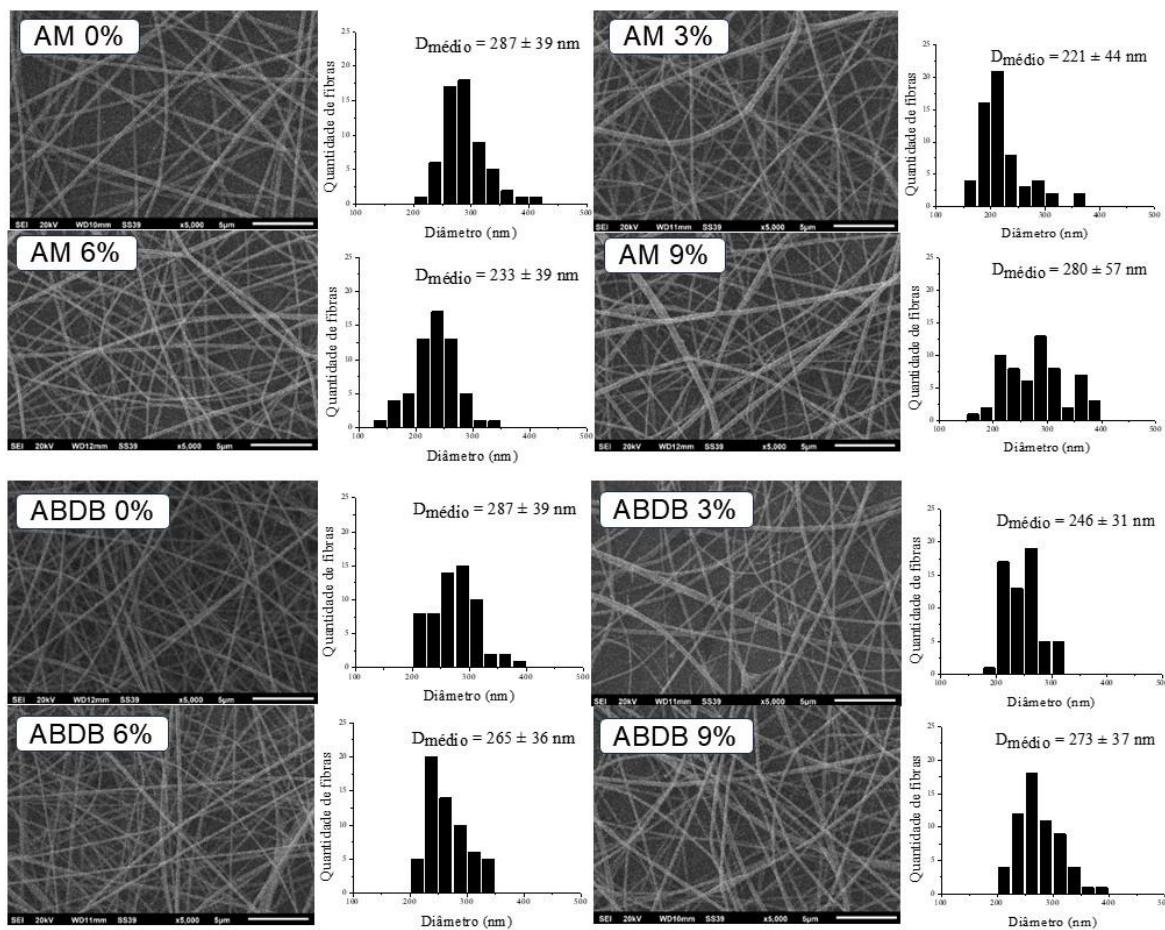


Figura 1 – Morfologia das fibras e sua distribuição de tamanho.

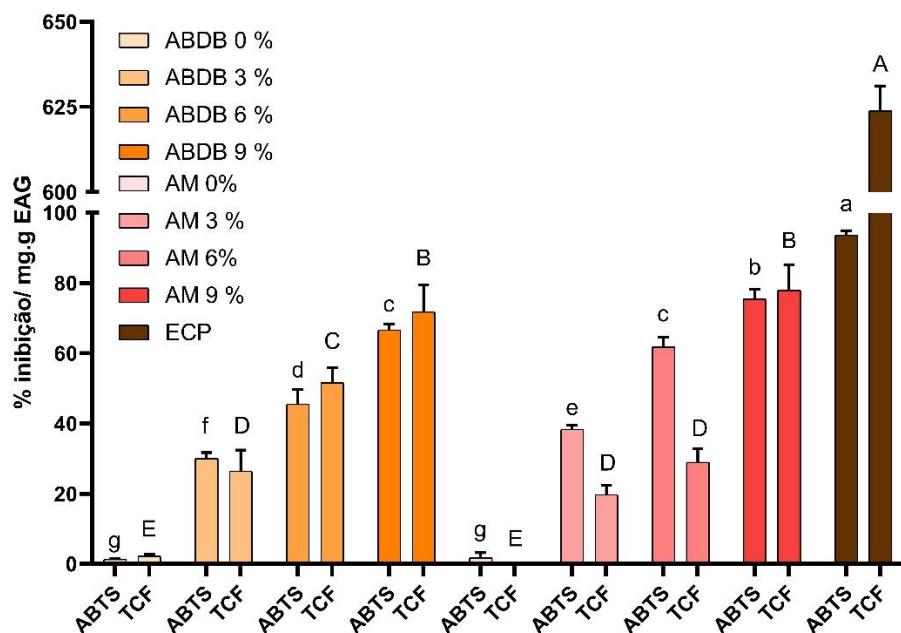


Figura 2 - Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais do extrato de noz pecã e fibras incorporadas com extrato.

4. CONCLUSÕES

Fibras ultrafinas contendo ECP foram obtidas com sucesso por eletrofiação, utilizando amido de mandioca e batata-doce branca. Apresentaram morfologia estável, boa retenção de compostos fenólicos e significativa atividade antioxidante, evidenciando potencial para alimentos funcionais e embalagens. Esses resultados também destacam a possibilidade de agregar valor a subprodutos agrícolas e servem como base para futuras pesquisas sobre incorporação de compostos bioativos em matrizes poliméricas.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPERGS, CNPq, CAPES e FINEP pelo financiamento e bolsas concedidas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, L.M.; OLIVEIRA, J.P.; CRIZEL, R.L.; SILVA, F.T.; ZAVAREZE, E.R.; BORGES, C.D. Electrospun starch fibers loaded with pinhão (*Araucaria angustifolia*) coat extract rich in phenolic compounds. *Food Biophysics*, New York, v.15, n.1, p.1-10, 2020.

PIRES, J.B.; FONSECA, L.M.; SANTANA, L.R.; DIAZ, P.S.; DOS SANTOS, F.N.; DA CRUZ, E.P.; PACHECO, C.O.; DA ROSA, B.N.; DE PEREIRA, C.M.; CARRERO, N.L.V.; ZAVAREZE, E.R.; DIAS, A.R.G. Cassava, corn, wheat, and sweet potato native starches: A promising biopolymer in the production of capsules by electrospraying. *International Journal of Biological Macromolecules*, Amsterdam, v.281, p.136436, 2024.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, New York, v.26, p.1231-1237, 1999.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.10, p.63-68, 1959.

TOCHIHUITL-VÁZQUEZ, D., RAMÍREZ-BON, R., YÁÑEZ-LIMÓN, JM, & MARTÍNEZ-BUSTOS, F. (2022). Extrusão reativa como pré-tratamento em amidos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e ervilha (*Pisum sativum* L.) para melhorar propriedades de fiabilidade para obtenção de fibras. *Moléculas*, 27 (18), 5944. <https://doi.org/10.3390/molecules27185944>

VILLASANTE, J.; ESPINOSA-RAMÍREZ, J.; PÉREZ-CARRILLO, E.; HEREDIA-OLEA, E.; METÓN, I.; ALMAJANO, M. P. Evaluation of non-extruded and extruded pecan (*Carya illinoinensis*) shell powder as functional ingredient in bread and wheat tortilla. *LWT*, v. 160, 2022, 113299, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113299>.

ZANETTI, M.; CARNIEL, T. K.; DALCANTON, F.; ANJOS, R.; GRACHER RIELLA, H.; ARAÚJO, P.; OLIVEIRA, D.; FIORI, M. A. Use of encapsulated natural compounds as antimicrobial additives in food packaging: A brief review, *Trends in Food Science & Technology*, v. 81, 2018, p.51-60, ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.003>.