



NANOCÁPSULAS DO EXTRATO DE FRUTOS DE *Psidium cattleianum* PRODUZIDAS POR *ELECTROSPRAYING*: ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO E ATIVIDADE ANTIHIPERGLICEMIANTE

Karina Pereira Luduvico

Doutora em Bioquímica e Bioprospecção da Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Marjana Radünz

Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Elessandra da Rosa Zavareze

Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Roselia Maria Spanevello

Professora do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

Francieli Moro Stefanello

Professora do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

1. Introdução

A técnica de *electrospraying* (ou eletropulverização) é uma abordagem que utiliza um campo elétrico para produzir micro ou nanopartículas com diversas aplicações, incluindo administração de medicamentos, imagens biomédicas, revestimentos de implantes e engenharia de tecidos (Wang et al., 2019). Nanopartículas poliméricas aumentam a liberação controlada, a proteção ambiental e a biodisponibilidade (Wang et al., 2019). Polímeros biodegradáveis e biocompatíveis são utilizados como material encapsulante, dentre esses a zeína, uma proteína hidrofóbica extraída do milho. A zeína é uma proteína pertencente à classe das prolaminas e pode ser usada como material de parede para encapsular diversos tipos de compostos devido à sua estrutura globular (Tran et al., 2019).

Diversos compostos naturais, como flavonoides e taninos, são solúveis em água, o que facilita sua dissolução em soluções aquosas. Contudo, esses compostos apresentam uma baixa capacidade de absorção, dificultando sua passagem através das membranas celulares, que são formadas por lipídios. Isso reduz sua eficácia terapêutica (Bonifácio et



al., 2014). Sabe-se que os compostos fenólicos interagem com outras macromoléculas (proteínas, lipídios, fibras alimentares, polissacarídeos) nos alimentos ou durante a digestão, o que influencia significativamente a biodisponibilidade no organismo (Grgi et al., 2020). Estudos prévios têm demonstrado a utilização da nanotecnologia na entrega de produtos naturais, como o ácido tânico (Luduvico et al., 2024), ácido fólico (do Evangelho et al., 2019), e ácido gálico (Alves et al., 2016), por exemplo. Como os polifenóis têm baixa biodisponibilidade e são rapidamente metabolizados, a nanotecnologia oferece uma estratégia promissora para otimizar produtos naturais para uso terapêutico.

O araçá, de nome científico *Psidium cattleianum* Sabine, uma fruta nativa brasileira, demonstrou efeitos anti-hiperglicêmicos, anti-hiperlipidêmicos e neuroprotetores em estudos com modelo animal de síndrome metabólica induzida por dieta hiperpalatável (Oliveira et al., 2018; Oliveira et al., 2022). Além disso, Cardoso et al. (2023) demonstraram que o extrato de frutos de *P. cattleianum* melhorou parâmetros bioquímicos, inflamatórios e oxidativos em um modelo animal de Diabetes Mellitus Tipo 2 induzido por dieta hiperlipídica e estreptozotocina (STZ). Nesse contexto, a nanotecnologia pode ser uma abordagem interessante para aprimorar as propriedades biológicas de extratos herbais.

Assim, o objetivo do trabalho foi produzir cápsulas de zeína com extrato de frutos de *P. cattleianum* pela técnica de *electrospraying*, bem como avaliar sua morfologia, diâmetro médio, eficiência de encapsulamento e atividade anti-hiperglicêmica nas enzimas digestivas α -amilase e α -glicosidase *in vitro*.

2. Metodologia

O extrato de araçá (250 mg/mL) foi produzido de acordo com Bordignon et al. (2009). A técnica de *electrospraying* foi realizada em uma estação horizontal contendo uma fonte de alta voltagem com corrente contínua, uma bomba de infusão e um coletor metálico revestido com alumínio. A solução polimérica foi preparada com 9% de zeína (p/v) em uma solução de etanol/água (70:30 v/v) com diferentes concentrações de extrato (10%, 30% e 50%). Cápsulas controle foram preparadas com 9% de zeína (p/v) em uma solução de etanol/água (70:30 v/v) sem extrato de araçá. Os parâmetros de corrida foram:



seringas de 1 mL, agulha de aço inoxidável de $25 \times 0,7$ mm de diâmetro, com bomba de infusão usando um injetor de fluxo de 1 mL/h a uma distância de 10 cm da superfície do coletor. A morfologia da superfície das cápsulas de zeína com extrato de araquê foi avaliada por Microscopia Eletrônica de Varredura, segundo Radünz et al. (2021). O diâmetro médio das estruturas foi analisado pelo software ImageJ. A eficiência de encapsulação foi determinada pelo teor de compostos fenólicos e avaliada por espectrofotômetro, segundo Radünz et al. (2021). A atividade anti-hiperglicêmica das enzimas digestivas α -amilase e α -glicosidase in vitro foi avaliada segundo Satoh et al. (2015) e Vinholes et al. (2011), respectivamente.

3. Resultados e discussão

Nanocápsulas foram produzidas com sucesso por *eletrospraying*, com morfologia uniforme (Figura 1) devido à não saturação dos sítios ativos da zeína para amostras com 10% e 30% de extrato de *P. cattleianum*. O diâmetro médio foi de 760 nm para cápsulas de zeína, 700 nm para cápsulas de zeína com 10% de extrato, 480 nm para cápsulas de zeína com 30% de extrato e 320 nm para cápsulas de zeína com 50% de extrato. As cápsulas com diferentes concentrações do extrato de araquê exibiram alta eficiência de encapsulação: 96,4% para cápsulas de zeína com 10% de extrato; 95,6% para cápsulas de zeína com 30% de extrato; e 87% para cápsulas de zeína com 50% de extrato. No ensaio de atividade anti-hiperglicêmica, cápsulas de zeína com 10% de extrato inibiram 24,1% e 20% das enzimas α -amilase e α -glicosidase; cápsulas de zeína com 30% de extrato inibiram 47,7% e 27,4% das enzimas α -amilase e α -glicosidase, respectivamente; e cápsulas de zeína com 50% de extrato inibiram 63,1% e 31,5% das enzimas α -amilase e α -glicosidase, respectivamente. A melhor amostra foi a cápsula de zeína com 30% de extrato de *P. cattleianum*, devido à morfologia e ao diâmetro médio.

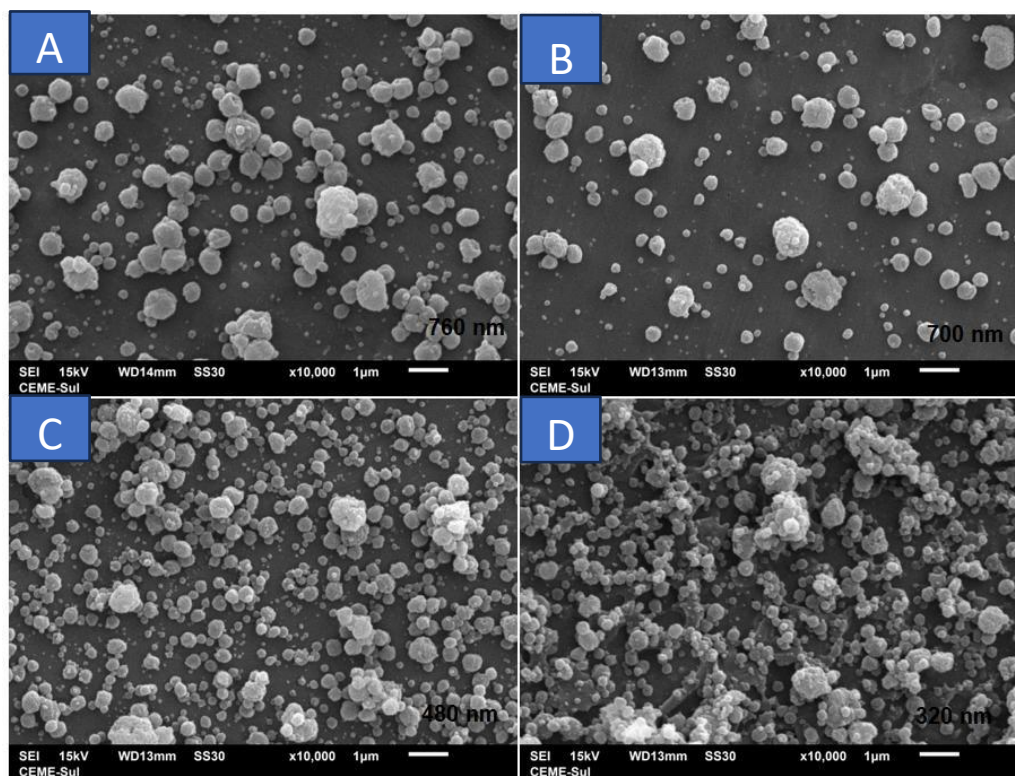


Figura 1: Fotografias das cápsulas vazias (A), araça 10% (B), araça 30% (C) e araça 50% (D) pela microscopia eletrônica de varredura (MEV).

4. Considerações finais

Cápsulas de zeína carregadas com extrato de araça foram produzidas com sucesso por *electrospraying*, apresentando boa morfologia, com distribuição de tamanho variando de 320 nm a 700 nm. Além disso, as amostras apresentaram alta eficiência de encapsulação. O extrato encapsulado apresentou atividade biológica na avaliação de α -amilase e α -glicosidase. Nesse sentido, estudos de caracterização adicionais são necessários para melhor compreender as nanocápsulas de *P. cattleianum* e investigar sua atividade anti-hiperglicêmica.



5. Referências bibliográficas

ALVES et al. Nanoencapsulation of gallic acid and evaluation of its cytotoxicity and antioxidant activity. **Materials Science and Engineering C**, v. 60, p. 126-134, 2016.

BONIFÁCIO et al. Nanotechnology-based drug delivery systems and herbal medicines: a review. **International Journal of Nanomedicine**, v. 9, p. 1-15, 2014.

CARDOSO et al. *Psidium cattleianum* fruit extract prevents systemic alterations in an animal model of type 2 diabetes mellitus: comparison with metformin effects. **Biomarkers**, v. 28, p. 238-248, 2023.

DO EVANGELHO et al. Thermal and irradiation resistance of folic acid encapsulated in zein ultrafine fibers or nanocapsules produced by electrospinning and electrospraying. **Food Research International**, v. 124, p. 137-146, 2019.

GRGI et al. Role of the Encapsulation in Bioavailability of Phenolic Compounds. **Antioxidants**, 9:923, 2020.

LUDUVICO et al. Electrospraying and electrospinning of tannic acid-loaded zein: Characterization and antioxidant effects in astrocyte culture exposed to *E. coli* lipopolysaccharide. **International Journal of Macromolecules**, 267:131433, 2024.

OLIVEIRA et al. Brazilian native fruit extracts act as preventive agents modulating the purinergic and cholinergic signalling in blood cells and serum in a rat model of metabolic syndrome. **Archives in Physiology and Biochemistry**, v. 128, p. 993-1000, 2022.

OLIVEIRA et al. Southern Brazilian native fruit shows neurochemical, metabolic and behavioral benefits in an animal model of metabolic syndrome. **Metabolic Brain Disease**, v. 33, p. 1551-1562, 2018.

RADÜNZ et al. Encapsulation of broccoli extract by electrospraying: Influence of in vitro simulated digestion on phenolic and glucosinolate contents, and on antioxidant and antihyperglycemic activities. **Food Chemistry**, 339:128075, 2021.

SATOH et al. Inhibitory effect of black tea and its combination with acarbose on small intestinal α -glucosidase activity. **Journal of Ethnopharmacology**, 161, 147–155, 2015.
Bordignon et al. Influence of the extraction solution pH on the content of anthocyanins in strawberry fruits. **Food Science and Technology**, v. 29, 2009.

TRAN et al. The use of zein in the controlled release of poorly water-soluble drugs. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 566, p. 557-564, 2019.

VINHOLES et al. In vitro studies to assess the antidiabetic, anti-cholinesterase and antioxidant potential of *Spergularia rubra*. **Food Chemistry**, 129, 454–462, 2011.

WANG et al. Electrospraying: Possibilities and Challenges of Engineering Carriers for Biomedical Applications—A Mini Review. **Frontiers in Chemistry**, 7:258, 2019.