

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE FILMES DE AMIDO DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.) INCORPORADOS COM EXTRATO DE CARAMBOLA (*Averrhoa carambola* L.)

JÉSSICA BOSENBECKER KASTER¹; GLÓRIA CAROLINE GONÇALVES², LAURA DE VASCONCELOS COSTA³, ELIEZER ÁVILA GANDRA⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – jessica_b_k@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – gloriacarolinepg@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – lauravcosta98@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – gandraea@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os consumidores estão cada vez mais exigentes quando se trata de qualidade de alimentos, além do seu valor nutricional, espera-se que essa qualidade seja mantida durante todo o período que se estende desde a compra do produto até o seu consumo de fato (CORRADINI *et al.*, 2007). Filmes biodegradáveis além de contribuir para a redução de resíduos de embalagens plásticas, podem agir como barreira a elementos externos e proteger os alimentos embalados de danos físicos e/ou biológicos, aumentando assim sua vida útil (LEMOS *et al.*, 2025). Podem ser produzidos a partir biopolímeros de fontes naturais, como o amido de batata (*Solanum tuberosum* L.), o qual, apresenta um alto potencial para substituir polímeros sintéticos devido à sua biodegradabilidade e baixo custo (KASTER *et al.*, 2024).

Pesquisas vem sendo realizadas sobre a incorporação de compostos bioativos em filmes biodegradáveis com possível aplicação em embalagens ativas para alimentos (LEMOS *et al.*, 2025). Neste contexto, se torna cada vez mais interessante o desenvolvimento de filmes biodegradáveis contendo extratos vegetais como por exemplo o extrato de carambola (EC), assim como a avaliação do seu potencial antimicrobiano. A carambola (*Averrhoa carambola* L.) é rica em compostos bioativos como fenólicos, principalmente ácido L-ascórbico, epicatequina e ácido gálico na forma de galotanino (LAKMAL *et al.*, 2021). Esses compostos já foram relatados como agentes antimicrobianos efetivos contra bactérias e fungos, além de terem a capacidade de eliminar os radicais livres que danificam as células, retardando assim o processo de envelhecimento e as reações de degradação oxidativa em alimentos (LUAN *et al.*, 2021). O objetivo deste estudo foi produzir filmes biodegradáveis à base de amido de batata fosfatado, incorporados com EC, visando avaliar seu potencial antimicrobiano.

2. METODOLOGIA

As batatas (*Solanum tuberosum* L., cultivar Baronesa) e as carambolas (*Averrhoa carambola* L.) foram adquiridas no mercado local da cidade de Pelotas/ RS/ Brasil. A água ultrapura foi obtida pelo sistema MegaPurity® da MecLab.

O amido de batata foi extraído seguindo a metodologia de LIU *et al.* (1999) e posteriormente sofreu modificação por fosfatação segundo Paschall (1964), a fim de melhorar suas características. O EC foi produzido de acordo com WU *et al.* (2022). O etanol (Exodus Scientific, CAS 64-17-5) foi utilizado como solvente e um agitador magnético (Fisatom, 752/6, Brasil) para agitação mecânica por 24 h (25 °C). Após, realizou-se a filtração a vácuo e o EC foi submetido ao processo de concentração por rotaevaporação (Laborota 4000eco, Heidolph, Alemanha), em temperatura entre 50 e 55 °C, 120 rpm (20 min).

Os filmes biodegradáveis foram obtidos pelo método de casting conforme Bruni *et al.* (2019), com modificações. Os filmes foram preparados usando uma solução de 3 g de amido seco por 100 mL de água destilada e 1,5 g de glicerol por 100 g de amido seco com água destilada como solvente. A suspensão de amido, água e glicerol passou por agitação magnética junto a uma chapa de aquecimento a 90°C por 30 min. A solução, após ser resfriada a 45°C, foi adicionada de 30% de EC e, posteriormente, vertida em placas de acrílico de 8 cm de diâmetro (20 g por placa). Os filmes foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 40°C por 24 h.

A avaliação do efeito antimicrobiano dos filmes biodegradáveis foi realizada por ensaios de disco difusão. Foram testados contra cepas padrões das espécies *Escherichia coli* (ATCC 43895) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 10832). A escolha destas espécies se deu pelo fato de possibilitar o teste contra modelos de bactérias Gram-positivas (*Staphylococcus aureus*) e Gram-negativas (*Escherichia coli*).

A análise de disco difusão foi realizada de acordo com protocolo proposto pelo Manual *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2015), com pequenas modificações. A solução salina contendo o inóculo (previamente reativado) foi semeada com auxílio de um swab estéril na superfície de placas com ágar Muller-Hinton. Em seguida foram adicionados cortes dos filmes biodegradáveis e as placas incubadas por 24 h a 37°C. Logo após esse período foi efetuada a medição dos halos de inibição, sendo os resultados expressos em centímetros (cm).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises antimicrobianas dos filmes verificou-se a formação de halos de inibição contra ambas bactérias, *S. aureus* e *E. coli*, como pode ser observado na tabela 1. Esses resultados, certamente, se devem as altas concentrações de compostos fenólicos encontrados nos extratos provenientes da carambola (LUAN *et al.*, 2021).

Tabela 1 – Atividade antimicrobiana de filmes biodegradáveis à base de amido de batata fosfatado e extrato de carambola (EC) através da análise de disco difusão

	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Halo de inibição (cm)	0,675 ± 0,125	1,15 ± 0,150

Média ± desvio padrão.

Fonte: Os autores (2025).

A atuação de substâncias bioativas contra bactérias Gram positivas e negativas, simultaneamente, é difícil de ocorrer. Por exemplo, Meideiros (2017) elaborou filmes biodegradáveis incorporados de óleo essencial de orégano encapsulado e obteve, em seu trabalho, halo de inibição somente frente a *S. aureus*, o que enfatiza a importância desse trabalho onde verificou-se efeitos inibitórios frente a duas bactérias com estrutura totalmente distintas (Gram positiva e Gram negativa).

Todavia, mesmo verificando-se halos de inibição para as duas espécies, na comparação entre os halos formados percebe-se que a ação antimicrobiana foi menos efetiva contra *S. aureus* do que para *E. coli*. O halo de inibição verificado para *E. coli* foi maior que o halo de inibição de *S. aureus*, o que também pode ser explicado pelas diferenças celulares entre estes microrganismos que podem ter favorecido a ação contra *E. coli* (Gram negativa) em relação a *S. aureus* (Gram positivo).

4. CONCLUSÕES

Filmes biodegradáveis à base de amido de batata fosfatado com 30% de EC apresentaram atividade antimicrobiana frente a *E. coli* (Gram negativa) e *S. aureus* (Gram positivo). Na comparação dos resultados, a ação inibitória foi mais efetiva para *E. coli*. Devido a esta ação inibitória o material elaborado possui grande potencial para utilização em embalagens ativas de alimentos.

Os autores agradecem a concessão de bolsas de pesquisa ao CNPq, Capes e a FAPERGS.

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNI, G. P.; OLIVEIRA, J. P; FONSECA, L. M.; SILVA, F. T.; DIAS, A. R. G.; ZAVAREZE, E. R. Biocomposite Films Based on Phosphorylated Wheat Starch and Cellulose Nanocrystals from Rice, Oat, and Eucalyptus Husks. **Starch**, v. 72, p. 1900051, 2019.

CORRADINI, M. G.; PELEG, M. Shelf-life estimation from accelerated storage data. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, p. 37 – 47, 2007.

CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. **M02-A12: Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests**. Approved Standard Twelfth Edition. 2015a.

KASTER, J. B.; CRUZ, E. P.; SILVA, F. T.; HACKBART, H. C. S.; SIEBENEICHLER, T. J.; CAMARGO, T. M.; RADÜNZ, M.; FONSECA, L. M.; ZAVAREZE, E. R. Bioactive aerogels based on native and phosphorylated potato (*Solanum tuberosum* L.) starches incorporated with star fruit extract (*Averrhoa carambola* L.). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 272, p. 132907, 2024.

LAKMAL, K.; YASAWARDENE, P.; JAYARAJAH, U.; SENEVIRATNE, S.L. Nutritional and medicinal properties of star fruit (*Averrhoa carambola*): a review. **Food Science and Nutrition**, v. 9, p. 1810-1823, 2021.

LEMOES, G. S.; VITORIA, J. S.; FONSECA, L. M.; PIRES, J. B.; SILVA, F.; SIEBENEICHLER, T. J.; PACHECO, C. O.; GANDRA, E. A.; ZAVAREZE, E. R. Active food packages for cake conservation: Antifungal potential of bean starch biodegradable films with orange peel essential oil. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 310, p. 143441, 2025

LIU, H.; RAMSDEN, L.; CORK, Ha. Physical properties and enzymatic digestibility of phosphorylated ae, wx, and normal maize starch prepared at different pH levels 1. **Cereal Chemistry**, v. 76, p. 938-943, 1999.

LUAN, F.; PENG, L.; LEI, Z.; JIA, X.; ZOU, J.; YANG, Y.; HE, X.; ZENG, N. Traditional uses, phytochemical constituents and pharmacological Properties of *Averrhoa carambola* L.: a revision. **Frontiers Pharmacology**, v. 12, p. 1–27, 2021.

MEDEIROS, J. A. S. Filme biodegradável incorporado de óleo essencial de orégano encapsulado. 2017. 62 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento Acadêmico de Engenharia de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

PASCHALL, E. F. **Methods in carbohydrate chemistry**. In: Whiistler, R. L. 4. ed. New York, p. 294, 1964.

WU, P., IWAHASHI, H.; XIE, H. H.; WANG, Y.; ZHOU, Y. Y.; KISO, A.; KAWASHIMA, Y.; WEI, X. Y. Star fruit extract and C-glycosylated flavonoid components have the potential to prevent skin inflammation induced by air pollutants and premature aging. **Natural Products and Bioprospecting**, v. 12, p. 13, 2022.