

NANOFIBRAS DE AMIDO PARA ENCAPSULAÇÃO DE CARVACROL

MAIARA VARGAS MACIEL¹; LAURA MARTINS FONSECA²; ELIEZER AVILA GANDRA³; MARJANA RADÜNZ⁴; ELESSANDRA DA ROSA ZAVAREZE⁵; ALVARO RENATO GUERRA DIAS⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – *maiaravargasmaciel@gmail.com*

²Universidade Federal de Pelotas– *laura_mfonseca@hotmail.com*

³Universidade Federal de Pelotas– *gandraea@hotmail.com*

⁴Universidade Federal de Pelotas– *marjanaradunz@gmail.com*

⁵Universidade Federal de Pelotas– *elessandrad@yahoo.com.br*

⁶Universidade Federal de Pelotas– *alvaro.guerradias@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A nanotecnologia vem sendo cada vez mais utilizada na indústria alimentícia e dentre os diversos materiais que podem ser utilizados na produção de nanofibras, encontra-se o amido, que apresenta potencial devido à sua versatilidade, biodegradabilidade e baixo custo. Para a formação de nanofibras de amido, a técnica de electrospinning é promissora, produzindo nanofibras por uma força eletrostática que podem ser aplicadas na formação de embalagens ativas para produtos alimentícios (FONSECA et al. 2019a; RADÜNZ et al., (2019). A técnica de electrospinning pode ser empregada como uma forma de proporcionar proteção a componentes voláteis contra a oxidação, luz e umidade, por meio de sua encapsulação em nanofibras. Dessa maneira, essas nanofibras incorporadas com compostos bioativos apresentam atividade antimicrobiana e antioxidante. Sendo assim, o uso de substâncias derivadas de ervas balsâmicas tem tomado destaque apresentando resultados promissores. (CAMPOS, et al., (2018).

O Carvacrol é um composto fenólico extraído de plantas aromáticas, principalmente dos óleos essenciais de orégano ou tomilho. Esse composto apresenta atividades antimicrobianas e antioxidantes, inibindo ou retardando o crescimento de bactérias patogênicas e, apresenta baixa toxicidade. Neste contexto, para reduzir os problemas de instabilidade e melhorar a eficácia da liberação desses compostos sua encapsulação se faz necessária.(FONSECA et al., (2019b); RADÜNZ et al., (2019).

O objetivo deste estudo foi produzir nanofibras de amido batata para encapsulação de carvacrol e avaliação de sua atividade antioxidante e atividade antimicrobiana.

2. METODOLOGIA

A solução polimérica de amido de batata solúvel foi preparada de acordo com Fonseca et al., (2019a) na concentração de 50% (p/v) em uma solução de ácido fórmico 75% (5,0 g de amido em 10 mL de ácido fórmico) permanecendo sob agitação por 24 h. O carvacrol foi incorporado a solução nas concentrações de 30 e 40% (v/p) em base seca e agitado por 15 min para completa dissolução (nanofibras sem cavacrol foram utilizadas como controle). A produção de nanofibras foi realizada pela técnica de electrospinning com parâmetros controlados em: fluxo controlado de

0,6 mL/h, alta voltagem de 25kV e uma distância de 20 cm do coletor a ponta da agulha.

A atividade antioxidante foi obtida pela eliminação do radical 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) avaliada por espectrofotômetro (SpectraMax 190, Microplate reader, Molecular Devices, USA) a 515 nm. Os resultados foram calculados pela Equação 1 e expressos em percentagem de inibição do radical.

$$\% \text{ inibição} = \left[\left(\frac{A_{\text{controle}} + A_{\text{amostra}}}{A_{\text{controle}}} \right) \right] \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

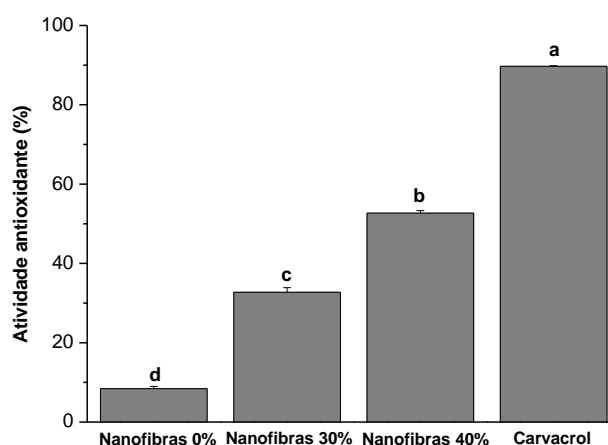
Onde A_{controle} é a absorbância da reação sem a amostra e A_{amostra} a absorbância da reação com a amostra.

A atividade antimicrobiana das nanofibras foi avaliada de acordo com quatro bactérias relevantes para alimentos: *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644), *Salmonella*, Typhimurium (ATCC 13311), *Escherichia coli* O:157H:7 (ATCC 43895) and *Staphylococcus aureus* (ATCC 10832) que foram testadas nos padrões 0.5 McFarland (1.5×10^8 CFU mL⁻¹). As metodologias utilizadas foram concentração mínima inibitória (CIM) e concentração mínima bactericida (CBM) de acordo com (Radünz et al., 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade antioxidante do carvacrol não encapsulado e das nanofibras de amido com carvacrol é apresentada na Figura 1. O carvacrol não encapsulado mostrou alta atividade antioxidante de $89,7 \pm 0,1\%$ de inibição do radical DPPH. Quando encapsulado nas nanofibras a atividade antioxidante reduziu. Entretanto houve um aumento gradual de acordo com o aumento na concentração de 30% carvacrol com $32,7 \pm 1,1\%$ e de 40% para $52,6 \pm 0,6\%$ de inibição ($p \leq 0.05$). Embora a atividade antioxidante do carvacrol encapsulado ser menor que o carvacrol não encapsulado, o composto ainda apresentou atividade antioxidante após o processo de electrospinning. Essa diminuição observada pode ser atribuída a menor quantidade do composto quando incorporado nas nanofibras de amido.

Figura 1. Atividade antioxidante das nanofibras de amido incorporadas com carvacrol



a,b,c,d Letras diferentes apresentam diferença significativa nos resultados ($p \leq 0.05$).

Tabela 1. Atividade antimicrobiana das nanofibras de amido incorporadas com carvacrol.

Bactérias	Concentração (mg mL ⁻¹)					
	CIM ¹			CBM ¹		
	Carvacrol	Nanofibras		Carvacrol	Nanofibras	
		30%	40%		30%	40%
<i>Salmonella Typhimurium</i>	0,098	0,98	0,98	0,098	0,98	0,98
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,098	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,098	0,98	0,98	0,098	0,98	0,98
<i>Escherichia coli</i>	0,098	0,98	0,98	0,098	0,98	0,98

¹ Concentração mínima inibitória (CIM) e concentração mínima bactericida (CBM)

² Carvacrol concentração nas nanofibras de amido

Duarte et al. (2007) propuseram uma classificação para a atividade antimicrobiana de óleos essenciais, onde um óleo que apresenta valor de CIM de até 0,5 mg mL⁻¹ é classificado como um forte agente antimicrobiano; valores de inibição entre 0,6 a 1,5 mg mL⁻¹ apresenta efeito moderado e concentrações superiores a 1,6 mg mL⁻¹ apresenta uma fraca atividade. Baseado nisto, pode-se observar que o carvacrol pode ser considerado um forte agente antimicrobiano (0,098 mg. mL⁻¹), enquanto as nanofibras com adição de 30 e 40% de carvacrol possuem uma atividade moderada (0,98 mg. mL⁻¹) frente a todas as bactérias avaliadas.

4. CONCLUSÕES

O carvacrol não encapsulado apresentou alta atividade antioxidante e antimicrobiana. Quando encapsulado nas nanofibras essas propriedades foram reduzidas em função da proteção do composto e possivelmente uma liberação gradual. Desse modo, devido a efetiva encapsulação do carvacrol e as nanofibras que apresentaram atividade antimicrobiana e antioxidante, pode-se sugerir que sejam aplicadas na formação de embalagens ativas para produtos alimentícios.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, E.V.R. **Chitosan-beta-cyclodextrin nanoparticles for sustained release of carvacrol and linalool aiming agriculture applications**. 2018. (198 p.). Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP.

FONSECA, L. M., CRUXEN, C. E. dos S., BRUNI, G. P., FIORENTINI, Â. M., ZAVAREZE, E. da R., LOONG-TAK, L., & DIAS, A. R. G. (2019)a. Development of antimicrobial and antioxidant electrospun soluble potato starch nano fi bers loaded with carvacrol. **International Journal of Biological Macromolecules**, 139.

FONSECA, L. M., SILVA, F. T., ANTUNES, M. D., HALAL, S. L. M. El, Loong-tak, L., & Dias, A. R. G. (2019)b. Aging Time of Soluble Potato Starch Solutions for Ultrafine Fibers Formation by Electrospinning. *Starch - Stärke*, 71, 1–7.

RADÜNZ, M., TRINDADE, M. L. M. da, CAMARGO, T. M., RADÜNZ, L. A., BORGES, C. D., GANDRA, E. A., & HELBIG, E. (2019). Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (*Syzygium aromaticum*, L.) essential oil. **Food Chemistry**, 276, 180–186.