



TÉCNICA DE *ELECTROSPINNING*: APLICAÇÃO DE ENCAPSULADOS VEGETAIS PARA CONSERVAÇÃO DE CARNES

Palavras-Chave: [[ANTIMICROBIANO]], [[ANTIOXIDANTE]], [[ENCAPSULAÇÃO]].

Autores/as:

**GABRIEL LUCAS PAIL [UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS]
FERNANDA MOREIRA OLIVEIRA [UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS]
Prof. Dr. RUI CARLOS ZAMBAZI [UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS]**

INTRODUÇÃO:

A carne é conhecida por ser uma importante fonte de proteínas, vitaminas, minerais e aminoácidos essenciais, com baixa quantidade de carboidratos e lipídios (DOMÍNGUEZ et al., 2019). Como são alimentos nutricionalmente ricos e com uma grande quantidade de água disponível em sua composição, se tornam mais suscetíveis à contaminação por microrganismos patogênicos e deteriorantes. Dentre as alterações químicas a mais comum em produtos cárneos consiste na oxidação lipídica, a qual é um processo complexo e que depende da composição lipídica da carne, da exposição à luz, oxigênio e temperatura de armazenamento, resultando em alterações indesejáveis nas propriedades sensoriais e na qualidade nutricional. A oxidação lipídica leva à deterioração lipídica, além de alteração de pigmentos que conferem a cor (mioglobina), do sabor, da textura, do valor nutricional e de proteínas, resultando no pequeno período de armazenamento dos produtos cárneos (DEVATKAL; THORAT; MANJUNATHA, 2014; SHAH; BOSCO; MIR, 2014). Assim, a utilização de compostos antioxidantes naturais é uma possibilidade para reduzir as reações de oxidação em produtos cárneos.

Com isso, a extração de compostos bioativos de matrizes vegetais com potencial antioxidante tem sido uma alternativa nas últimas décadas, somando ao seu alto valor nutricional, propriedades tecnológicas e potenciais efeitos benéficos à saúde (LORENZO et al., 2018).

No entanto, a aplicação desses compostos na indústria de alimentos tem certas limitações devido à sua alta volatilidade, baixa solubilidade em água e baixa estabilidade quando são expostos a diferentes fatores como ar, temperatura, luz, pH e umidade, e com isso, é necessário utilizar métodos específicos para protegê-los para que se possa alcançar uma maior atividade desses compostos (KFOURY; AUEZOVA, GREIGE-GERGES; FOURMENTIN, 2019; REZAEI; FATHI; JAFARI, 2019). Uma alternativa para proteção, biodisponibilidade e que muitas vezes suas

características podem ser melhoradas e prolongadas, é através da encapsulação utilizando diferentes técnicas, como, por exemplo, a técnica de *electrospinning*.

Assim, este trabalho tem como objetivo explicar a utilização da técnica de *electrospinning* para aplicação de encapsulados vegetais para conservação de carnes.

METODOLOGIA:

Uma ampla pesquisa bibliográfica foi realizada no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), utilizando como base as plataformas *PubMed*, *Science Direct*, *Scielo* e *Springer*, para buscar artigos publicados no período de 2014 a 2021. Algumas palavras-chave foram usadas no processo de pesquisa, como “encapsulação”, “compostos bioativos”, “atividade antioxidante e antimicrobiana” “*electrospinning*” e “conservação de carnes”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A utilização da técnica de *electrospinning* vem sendo usada na encapsulação de compostos vegetais devido a sua simplicidade, e principalmente, por ser um processo não térmico (FONSECA et al., 2020). O processo de *electrospinning* (Figura 1) ocorre pela fixação de um eletrodo a uma agulha que se conecta a uma seringa contendo o polímero (solução polimérica), enquanto outro eletrodo conecta-se ao coletor. O campo elétrico é gerado por alta tensão pela diferença de potencial aplicada no coletor e na extremidade do tubo capilar contendo o fluido que induz uma carga elétrica na superfície do líquido. À medida que a intensidade do campo elétrico é aumentada, a superfície do fluido na ponta do tubo capilar se alonga formando um cone, chamado Cone de Taylor, e ao final as fibras ou cápsulas são depositadas na placa coletora como uma rede interligada (KONG; ZIEGLE, 2014; BHARDWAJ; KUNDU, 2010).

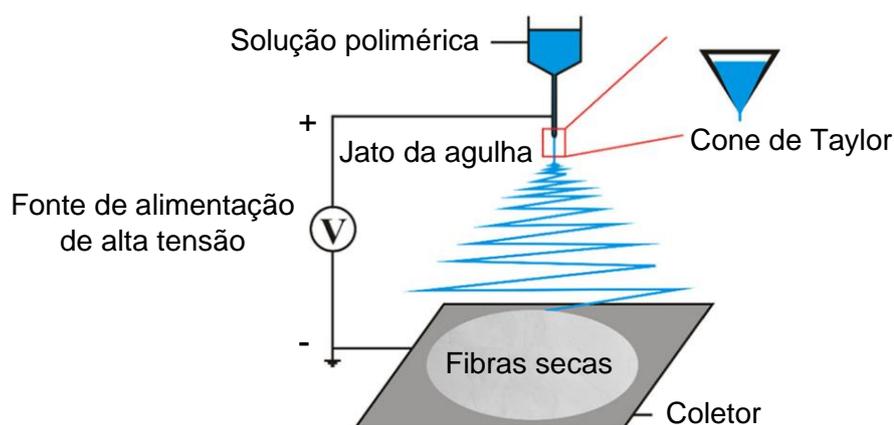


Figura 1. Ilustração do processo de *electrospinning* - Fonte: Zhang et al. (2020).

Devido a maior facilidade e rendimento, a utilização de polímeros sintéticos são mais comuns, porém, em razão das suas estruturas químicas complexas, baixa solubilidade e alta tensão superficial, os polímeros naturais têm se destacado devido à sua biocompatibilidade e

biodegradabilidade (ASHRAF et al., 2019). No entanto, a escolha dos polímeros depende do objetivo desejado.

No estudo realizado por RADÜNZ et al. (2020), os pesquisadores encapsularam o óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*, L.) utilizando a técnica de *electrospinning* e avaliaram seu potencial antioxidante e antimicrobiano *in situ* em produtos de carne semelhantes a hambúrgueres. Os pesquisadores relataram que as partículas apresentaram atividade antioxidante na carne de 94,86%, 28,83% e 22,13%, quando avaliado pelos métodos de captura do radical livre 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), hidroxila (OH) e óxido nítrico (ON), respectivamente. Os resultados da determinação da atividade antimicrobiana *in situ* em hambúrgueres demonstraram que o óleo essencial encapsulado inibiu o crescimento de *Staphylococcus aureus* de forma mais eficiente do que o conservante químico nitrito.

VAFANIA; FATHI; SOLEIMANIAN-ZAD (2019), prepararam nanofibras por proporções de gelatina/quitosana 1:6, 1:8 e 1:10, e concentrações de óleo essencial de tomilho (TEO) a 20% e 40%. Os autores objetivaram encapsular TEO em nanofibras, de modo a diminuir o consumo de nitrito em salsichas. Os resultados revelaram que os grupos tratados e não tratados reduziram as contagens de *Clostridium perfringens*. Essas contagens chegaram a zero após 8 dias para nanofibras contendo TEO e TEO puro, enquanto o controle atingiu-o após 20 dias. KARIM; FATHI; SOLEIMANIAN-ZAD (2021), também com o objetivo de reduzir nitrito e avaliar as propriedades físico-químicas e microbiológicas de salsichas, encapsularam o composto cinamaldeído (aldeído cinâmico) em diferentes concentrações (10, 20, 30 e 40%) utilizando zeína como material de parede. Os autores relataram que o tratamento com o composto 40% encapsulado demonstrou melhores efeitos bactericidas contra *Escherichia coli* O157:H7 e *Staphylococcus aureus* PTCC 1337 e não apresentou efeito adverso importante na cor, textura e características sensoriais das salsichas.

SURENDHIRAN et al. (2020), elaboraram nanofibras ativas usando poli (óxido de etileno) com quitosana para encapsular extrato da casca de romã, visando inibir a proliferação de *Escherichia coli* O157:H7; as nanofibras foram analisadas quanto à sua capacidade de preservação em carnes sob diferentes temperaturas e tempos de armazenamento. Os autores relataram que as nanofibras encapsuladas com extrato da casca de romã preservaram fortemente a carne, reduzindo a população de *E. coli* O157:H7 até 2,96 e 5,80 log UFC/g a 4 e 25 °C, respectivamente. Em conclusão, as nanofibras apresentaram excelentes propriedades físicas, mecânicas e térmicas que exibiram grande potencial para aplicações em embalagens de alimentos.

Uma alternativa para a utilização desses encapsulados vegetais é para aplicação em embalagens inteligentes, as quais, comumente, são simples, de baixo custo e eficientes no monitoramento do frescor da carne. Como, por exemplo, no estudo realizado por ARKOUN et al. (2018), em que embalagens ativas com nanofibras foram obtidas por eletrofiação direta de soluções de quitosana/poli (óxido de etileno). Os resultados indicaram que a eletrofiação de quitosana é um processo multifatorial e a formação de fibras requer a escolha de um bom solvente, alta condutividade elétrica e tensão superficial moderada, resultando em propriedades viscoelásticas

ótimas e suficiente flexibilidade e emaranhamento da cadeia. Os resultados também indicam que todas as cepas bacterianas testadas (*Escherichia coli*, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, *Staphylococcus aureus* e *Listeria innocua*) foram significativamente sensíveis à ação das nanofibras. A bioatividade *in situ* contra *E. coli* demonstrou potencial da embalagem como barreira na contaminação da carne, estendendo o período de validade da carne fresca em até 1 semana.

DA SILVA et al. (2019), encapsularam extrato de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) em fibras ultrafinas produzidas por *electrospinning* em soluções poliméricas compostas por policaprolactona (PCL), poli (óxido de etileno) e de extrato de açaí solubilizado em clorofórmio e metanol (3:1), para o uso como sensores de pH com potencial aplicação na indústria alimentícia. Os autores relataram que o extrato de açaí respondeu às variações de pH, tanto nos testes de solução quanto após incorporação nas fibras ultrafinas, demonstrando capacidade de mudança de cor quando submetido a diferenças de pH, resultando em valores de diferença de cor total da resposta colorimétrica maiores que 5, correspondendo à capacidade humana de diferenciação de cor. Esse novo material pode ser utilizado em embalagens inteligentes, com a finalidade de sensor de pH em alimentos como na carne de porco e de peixes, garantindo qualidade e segurança ao consumidor, o qual pode verificar visualmente o estado dos produtos.

CONCLUSÕES:

Com essa breve revisão, foi possível explicar que o uso de encapsulados vegetais utilizando a técnica de *electrospinning* demonstra que resultados promissores têm sido alcançados na conservação de carnes e produtos cárneos, podendo também serem utilizadas em embalagens ativas, possibilitando assim a obtenção de produtos cárneos aprimorados em termos de valor nutritivo, características sensoriais e na sua conservação.

BIBLIOGRAFIA:

- ARKOUN, M.; DAIGLE, F.; HOLLEY, R. A.; HEUZEY, M. C.; AJJI, A. Chitosan-based nanofibers as bioactive meat packaging materials. **Packaging technology and science**, v. 31, n. 4, p. 185-195, 2018.
- ASHRAF, R.; SOFI, H. S.; MALIK, A.; BEIGH, M. A.; HAMID, R.; SHEIKH, F. A. Recent trends in the fabrication of starch nanofibers: electrospinning and non-electrospinning routes and their applications in biotechnology. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 187, n. 1, p. 47-74, 2019.
- DA SILVA, C. K.; DA SILVEIRA MASTRANTONIO, D. J.; COSTA, J. A. V.; DE MORAIS, M. G. Innovative pH sensors developed from ultrafine fibers containing açaí (*Euterpe oleracea*) extract. **Food chemistry**, v. 294, p. 397-404, 2019.
- DEVATKAL, S. K.; THORAT, P.; MANJUNATHA, M. Effect of vacuum packaging and pomegranate peel extract on quality aspects of ground goat meat and nuggets. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 10, p. 2685-2691, 2014.

DOMÍNGUEZ, R.; PATEIRO, M.; GAGAOUA, M.; BARBA, F. J.; ZHANG, W.; LORENZO, J. M. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. **Antioxidants**, v. 8, n. 10, p. 429, 2019.

KARIM, M.; FATHI, M.; SOLEIMANIAN-ZAD, S. Nanoencapsulation of cinnamic aldehyde using zein nanofibers by novel needle-less electrospinning: Production, characterization and their application to reduce nitrite in sausages. **Journal of food engineering**, v. 288, p. 110140, 2021.

KONG, L.; ZIEGLER, G. R. Fabrication of pure starch fibers by electrospinning. **Food hydrocolloids**, v. 36, p. 20-25, 2014.

KFOURY, M.; AUEZOVA, L.; GREIGE-GERGES, H.; FOURMENTIN, S. Encapsulation in cyclodextrins to widen the applications of essential oils. **Environmental chemistry letters**, v. 17, n. 1, p. 129-143, 2019.

FONSECA, L. M.; DE OLIVEIRA, J. P.; CRIZEL, R. L.; DA 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**, v. 15, n. 3, 2020.

LORENZO, J. M.; PATEIRO, M.; DOMÍNGUEZ, R.; BARBA, F. J.; PUTNIK, P.; KOVAČEVIĆ, D. B.; SHPIGELMAN, A.; GRANATO, D.; FRANCO, D. Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. **Food research international**, v. 106, p. 1095-1104, 2018.

RADÜNZ, M.; DA TRINDADE, M. L. M.; CAMARGO, T. M.; RADÜNZ, A. L.; BORGES, C. D.; GANDRA, E. A.; HELBIG, E. Antimicrobial and antioxidant activity of unencapsulated and encapsulated clove (*Syzygium aromaticum*, L.) essential oil. **Food chemistry**, v. 276, p. 180-186, 2019.

REZAEI, A.; FATHI, M.; JAFARI, S. M. Nanoencapsulation of hydrophobic and low-soluble food bioactive compounds within different nanocarriers. **Food hydrocolloids**, v. 88, p. 146-162, 2019.

SURENDHIRAN, D.; LI, C.; CUI, H.; LIN, L. Fabrication of high stability active nanofibers encapsulated with pomegranate peel extract using chitosan/PEO for meat preservation. **Food packaging and shelf life**, v. 23, p. 100439, 2020.

SHAH, M. A.; BOSCO, S. J. D.; MIR, S. A. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat science**, v. 98, n. 1, p. 21-33, 2014.

VAFANIA, B.; FATHI, M.; SOLEIMANIAN-ZAD, S. Nanoencapsulation of thyme essential oil in chitosan-gelatin nanofibers by nozzle-less electrospinning and their application to reduce nitrite in sausages. **Food and bioproducts processing**, v. 116, p. 240-248, 2019.

ZHANG, C.; LI, Y.; WANG, P.; ZHANG, H. Electrospinning of nanofibers: Potentials and perspectives for active food packaging. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 19, n. 2, p. 479-502, 2020.