

OBTENÇÃO DE NANOMATERIAIS PELA TÉCNICA DE *ELECTROSPINNING* UTILIZANDO ACETATO DE CELULOSE: REVISÃO

GLÓRIA CAROLINE PAZ GONÇALVES¹; ELESSANDRA ZAVAREZE² ADRIANA
DILLENBURG MEINHART³

¹Universidade Federal de Pelotas – gloriacarolinepg@hotmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – elessandrad@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Pelotas – adrianadille@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A nanotecnologia encontra-se em crescente desenvolvimento em indústrias do setor farmacêutico e de alimentos mas principalmente em crescimento na ciência dos alimentos, a qual consiste na produção de materiais com escala nanométrica. Tais materiais tem sido cada vez mais empregados em alimentos, especialmente quando incorporados de compostos bioativos (GONZÁLEZ, ALVAREZ IGARZABAL, 2015; HE, HWANG, 2016; PITAKSUTTEEPONG, 2016; SAIDI, ZEISS, 2016; TAN et al., 2016).

Nanomateriais podem ser introduzidos em embalagens ativas e inteligentes e também podem ser adicionados diretamente na matriz alimentícia (FONSECA et al., 2019c). A técnica de *electrospinning* vem sendo amplamente estudada pois produz materiais em escala nanométrica (BUSHANI et al., 2014; WEN et al., 2016). A eletrofiação permite o encapsulamento ou produção de fibras contendo compostos bioativos, e é uma técnica promissora pois seu processo é não térmico, apresenta simplicidade e baixo custo (FONSECA, 2020; ZHANG et al., 2020).

A técnica de *electrospinning* é um processo que utiliza um campo de alta voltagem com a possibilidade do controle do diâmetro e da morfologia das fibras, bem como, a continuidade na geração de fibras uniformes e homogêneas (FONSECA, 2020; ZHANG et al., 2020).

Para obter-se a produção de nanofibras pela técnica de *electrospinning*, o equipamento possui quatro elementos principais, são eles: uma fonte de alta tensão (para geração do campo elétrico); um tubo capilar (seringa contendo a solução polimérica e uma agulha de pequeno diâmetro); uma bomba de infusão (para alimentação da solução polimérica no sistema) e uma placa coletora.

As soluções poliméricas utilizadas como material de parede podem ser derivadas de polímeros naturais ou sintéticos (ZHANG et al., 2016; SADEGH-HASSANI et al., 2014; KONG, 2012;). O acetato de celulose vem sendo estudado na área de alimentos, pois é um polímero amorfo, inodoro e atóxico, apto a solubilização em vários solventes. As propriedades e aplicações do acetato de celulose são determinadas pela viscosidade de suas soluções, e pelo grau de substituição do polímero.

Desse modo, o objetivo do trabalho é uma pesquisa bibliográfica sobre a utilização de acetato de celulose como material polimérico de encapsulação pela técnica de *electrospinning*.

2. METODOLOGIA

Foi realizado uma revisão bibliográfica sobre o eletrofiamento de eletropartículas utilizando acetato de celulose. Artigos utilizados da base ScienceDirect (Elsevier) e Google Scholar no período de 2010 a 2017. A combinação de palavras utilizadas para essa revisão foram “acetato de celulose”, “cellulose acetate”, “*electrospinning*”, “eletrofição”, “nanopartículas”. Os artigos utilizados para a revisão bibliográfica foram dos autores Wongsasulak et al.(2010); Yan et al.(2012); Nista et al. (2013) e Korehei et al.(2015); Neves et al.(2017);

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo de Wongsasulak et al. (2010) os autores demonstraram que a concentração mínima de acetato de celulose (AC) para formação de fibras lisas e uniforme foi de 17% (p/v) em ácido acético 85%. No entanto, a eletrofição da solução de acetato de celulose em suas misturas com a solução primária de albumina de ovo (ou seja, 5% (p / p) em ácido fórmico a 85%) falhou em formar fibras. Devido a esse fato, o autor aumentou as concentrações da solução de albumina de 5% para 12% (p/p) e a solução de acetato de celulose foi aumentada de 17% para 20% (p/p). Os resultados indicaram o sucesso na produção de fibras a partir das misturas de solução de albumina a 12% (p / p) em ácido fórmico a 50% e solução de acetato de celulose a 20% (p / p) em ácido acético a 85%. O autor adicionou um surfactante não iônico de grau alimentício, o Tween40®, afim de resolver um problema associado a alta tensão superficial das soluções de mistura. Como resultado, a eletrofição com acetato de celulose produziu nanofibras com um diâmetro médio de 265 ± 48 nm. Já as soluções de mistura contendo Tween40®, os diâmetros médios das fibras contendo AC e ácido acético 85% (242 ± 32), contendo albumina e ácido fórmico 50% (384 ± 54) e contendo AC e albumina (410 ± 38 nm). Foi observado pelos autores que na medida que foi aumentado o teor albumina, obteve-se o aumento nos diâmetros das fibras, devido ao aumento da condutividade elétrica das soluções da mistura, levando a um aumento nas forças elétricas exercidas no jato ejetado, que, por sua vez, aumentou a taxa de transferência de massa.

Yan et al. (2012) utilizaram para o sucesso da eletrofição o acetato de celulose como polímero e dois tipos de solventes, a acetona e N,N-dimetilacetamida (DMAc). A eletrofição utilizando um processo tradicional, somente o fluido com acetato de celulose resultou em nanofibras com diâmetro de 0.68 ± 0.27 μ m, com morfologias um pouco planas e com algumas dobras. Quando o autor utilizou acetona no processo, o diâmetro das nanofibras diminuiu e conseqüentemente ficam mais estreitas, resultando em partículas de $0,34 \pm 0.15$ μ m. A utilização de DMAc também resultou em nanofibras com diâmetros pequenos 0.16 ± 0.10 μ m, com morfologia em linhas e alguns grânulos. Todos os três tipos de nanofibras tiveram bons resultados de uniformidade estrutural e diâmetros pequenos, indicando boa qualidade das nanofibras com acetato de celulose.

Nista et al. (2013) produziu nanofibras de acetato de celulose com a mistura de quatro solventes, são eles, ácido acético/água, acetona / água, dimetilacetamida (DMAc) / acetona e DMAc / acetona / água, com a incorporação do fármaco sulfato de gentamicina em duas concentrações (6 e 60%). A solução em 18% de AC em ácido acético/ água resultou em nanofibras com diâmetros médios (nm) de 170 ± 50 em 6% de gentamicina e 400 ± 70 em 60%. Com 17% de CA em acetona/água obteve os resultados de 3400 ± 710 em 6% e em 60% 920 ± 640 . Contendo 17% de DMAc /acetona os resultados foram 510 ± 140 em 6% e em 60% foi de 410 ± 150 . E por último a concentração de 15% de CA em DMAc/acetona/água teve os

resultados em 6% de gentamicina 490 ± 170 e em 60% de gentamicina 400 ± 120 . Observou-se que o aumento das concentrações do fármaco foi reduzido o número de grânulos e defeitos nas fibras diminuiu, conforme o desejado.

Na pesquisa de Korehei et al. (2015), mostrou que a utilização de acetato de celulose em baixa concentração (10%) falhou em formar fibras. Na medida que a concentração de AC foi aumentando (15 a 20%) evidenciou-se a formação de fibras com diâmetros médios de 1,0 μm e 2,0 μm . Nesse estudo, o AC e a *N,N*-dimetilacetamida (DMA) não formou fibras. No entanto, a adição de acetona e ou de clorofórmio reduziu a tensão superficial e foi possível a formação de fibras eletrofiadas.

No estudo de Neves et al. (2017), foi utilizado como matriz polimérica o acetato de celulose e foram preparadas três soluções, a fase orgânica contendo diclorometano e AC; a fase aquosa contendo o surfactante Tween80® ou poli(álcool vinílico) (PVA) e por último uma fase contendo o fármaco paracetamol. Nas partículas formadas por AC e paracetamol, foi observado a formação de esferas mais homogêneas e compactas (200 μm). As nanopartículas foram observadas utilizando as misturas de polímero de AC e PVA, com porcentagens menores de PVA, obteve-se nanopartículas de forma aglomeradas, com diâmetros dentre 100 e 200 nm.

4. CONCLUSÕES

O acetato de celulose (AC) é um dos polímeros renováveis mais importantes e comercialmente relevantes e é usado em vários setores diferentes. Utilizado como polímero para eletrofição de nanofibras ou nanocápsulas demonstra eficiência podendo ser incorporadas diretamente no alimento, em embalagens alimentícias e também na liberação controlada na área farmacêutica.

A regulação das soluções e misturas é fundamental, pois influencia diretamente na qualidade das fibras. E os bons resultados da eletrofição com acetato de celulose evidencia sua qualidade como material polimérico para a técnica de *electrospinning*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BHUSHANI, J. A.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. Electrospinning and electrospaying techniques: Potential food based applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 38, p. 21–33, 2014.
- FONSECA, L. M.; CRUXEN, C. E. S.; BRUNI, G. P.; FIORENTINI, Â. M.; ZAVAREZE, E. R.; LIM, L. T.; DIAS, A. R. G Development of antimicrobial and antioxidant electrospun soluble potato starch nanofibers loaded with carvacrol. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 139, p. 1182–1190, 2019c.
- FONSECA, Laura Martins. **Produção de nanofibras de amido e carvacrol com atividades antimicrobiana e antioxidante**. 2020, 120p. Tese doutorado (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento e Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.
- GONZÁLEZ, A.; ALVAREZ IGARZABAL, C. I. Nanocrystal-reinforced soy protein films and their application as active packaging. **Food Hydrocolloids**, v. 43, n.3, p. 777– 784, 2015.

- HE, X.; HWANG, H.-M. Nanotechnology in food science: Functionality, applicability, and safety assessment. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 16, n.4, p. 1–10, 2016.
- KOREHEI, R., OLSON, J., KO, F., KADLA, J. Influence of the solvent and nonsolvent composition on the electrospinning of a cellulose acetate ternary system. **Journal of Applied Polymer Science**, v.132, n.47, p.1-8, 2013.
- NEVES, M.C., CELLET, T.S.P., ROMERO, A.L., ROMERO, R.B. Desenvolvimento de nano e micropartículas de acetato de celulose para sistemas de liberação controlada de anti-inflamatórios não esteróides. **Colloquium Exactarum**, v. 9, n.4, p.15–24, 2017.
- NISTA, S.V.G., D’AVILA, M.A., MARTINEZ, E.F., SILVA, A. DE S.F., MEI, L.H.I. Nanostructured membranes based on cellulose acetate obtained by electrospinning. Part II. Controlled release profile and microbiological behavior. **Journal of Applied Polymer Science**, v.130, n.4, p.2772-2779, 2013.
- PITAKSUTTEEPONG, T. Nanotechnology: Effective topical delivery systems. **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 11, n.6, p. 16–17, 2016.
- SADEGH-HASSANI, F.; MOHAMMADI NAFCHI, A. Preparation and characterization of bionanocomposite films based on potato starch/halloysite nanoclay. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 67, p. 458–462, 2014.
- SAIDI, T.; ZEISS, R. Investigating promises of nanotechnology for development: A case study of the travelling of smart nano water filter in Zimbabwe. **Technology in Society**, v. 46, p. 40–48, 2016.
- TAN, A.; CHAWLA, R.; MAHDIBEIRAGHDAR, N. G, S.; JEYARAJ, R.; RAJADAS, J.; HAMBLIN, M. R.; SEIFALIAN, A. M. Nanotechnology and regenerative therapeutics in plastic surgery: The next frontier. **Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery : JPRAS**, v. 69, n.4, p. 1–13, 2016.
- WEN, P.; ZHU, D.-H.; WU, H.; ZONG, M.-H.; JING, Y.-R.; HAN, S.-Y. Encapsulation of cinnamon essential oil in electrospun nanofibrous film for active food packaging. **Food Control**, v. 59, p. 366–376, 2016a.
- WONGSASULAK, S., PATEPEEJUMRUSWONG, M., WEISS, J., SUPAPHOL, P., YOOVIDHYA, T. Electrospinning of food-grade nanofibers from cellulose acetate and egg albumen blends. **Journal of food engineering**, v.98, n.3. p.371-376, 2010.
- YAN, J., YU, D.G. Smoothing electrospinning and obtaining high-quality cellulose acetate nanofibers using a modified coaxial process. **Springer**, v.47,n.20, p.7138-7147. 2012.
- 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.
- ZHANG, X.; TANG, K.; ZHENG, X. Electrospinning and Crosslinking of COL/PVA Nanofiber-microsphere Containing Salicylic Acid for Drug Delivery. **Journal of Bionic Engineering**, v. 13, p. 143–149, 2016.