

## DESENVOLVIMENTO DE MEMBRANAS DE NANOFIBRAS DE ZEÍNA E ÓLEO ESSENCIAL DE TOMILHO (*THYMUS VULGARIS*)

EDUARDA CAETANO PEIXOTO<sup>1</sup>; LAURA MARTINS FONSECA<sup>2</sup>; ELESSANDRA DA ROSA ZAVAREZE<sup>3</sup>; ELIEZER ÁVILA GANDRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduardacpeixoto@hotmail.com](mailto:eduardacpeixoto@hotmail.com)

<sup>2</sup>Laura Martins Fonseca – [laura\\_mfonseca@hotmail.com](mailto:laura_mfonseca@hotmail.com)

<sup>3</sup>Elessandra da Rosa Zavareze – [elessandrad@yahoo.com.br](mailto:elessandrad@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>Eliezer Ávila Gandra – [grandraea@hotmail.com](mailto:grandraea@hotmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são formados por diferentes compostos químicos, os quais apresentam alta bioatividade, como a capacidade de inibir a multiplicação microbiana, propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antifúngicas (SILVA, et al., 2019). Devido as suas características, os óleos essenciais derivados de plantas aromáticas podem ser alternativas naturais para substituição de conservantes sintéticos em alimentos, tendo em vista que existe uma preocupação muito grande por parte dos consumidores em consumir alimentos que não contenham aditivos sintéticos (PAULA, et al., 2020). Entretanto a aplicação de forma direta de óleos essenciais aos alimentos pode acarretar em diversos fatores negativos, como por exemplo, alterações nas características sensoriais dos alimentos (AGOVI, et al., 2022).

Uma possibilidade de aplicação dos óleos essenciais de forma indireta ou com controle de liberação nos alimentos, evitando interferências sensoriais e até mesmo a perda dos compostos bioativos se dá pela sua encapsulação em nanofibras de zeína utilizando nanotecnologia. Esta alternativa é promissora devido a sua grande área superficial em relação ao volume e possibilidade de uma liberação controlada e específica dos compostos presentes nos óleos essenciais. A nanotecnologia representa uma área de pesquisa muito ampla, com grande potencial para implementação de inovações na indústria de alimentos, desde a produção até o armazenamento, com foco no desenvolvimento de novos produtos para fins específicos (LA ROCHA, 2014).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi desenvolver membranas de nanofibras de zeína com óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) avaliar a morfologia e distribuição de tamanho e a capacidade de absorção de água.

### 2. METODOLOGIA

Foram preparadas soluções poliméricas de zeína (CAS 9010-66-6), proteína extraída do milho, na concentração de 30% (p/v) em etanol 70% (v/v em água ultrapura) sob agitação magnética por 30 min. O óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) (CAS 800-46-3) foi incorporado a solução (v/p) onde permaneceu em homogeneização por 15 min no escuro.

A técnica de *electrospinning* foi utilizada para produção das nanofibras de zeína para encapsulação do óleo essencial de tomilho. Para a produção de nanofibras as soluções poliméricas foram colocadas em uma seringa descartável conectada a uma agulha com uma distância de 20 cm entre a agulha e a parede coletora de nanofibras. A solução polimérica foi bombeada em uma bomba de

infusão sob uma voltagem de 20 kV no sistema. A parede coletora foi revestida com papel alumínio para facilitar a retirada das nanofibras após o término do processo, o qual foi conduzido sob temperatura controlada ( $20 \pm 2$  °C) e umidade relativa fixada em  $45 \pm 2\%$ .

A morfologia das nanofibras foi avaliada por microscópio eletrônico de varredura (MEV, Jeol, JSM – 6610LV, EUA), uma pequena quantidade de amostra foi fixada em um suporte (*stub*) e recoberta com ouro por meio de um metalizador. A análise foi feita com uma aceleração de 10 kV. A distribuição do tamanho das nanofibras, bem como o diâmetro médio, foram analisados a partir da medição aleatória de 100 nanofibras por meio do software ImageJ pelas micrografias obtidas do MEV.

A análise do ângulo de contato com a água foi realizada pela medição da hidrofobicidade das membranas de nanofibras, as amostras foram depositadas sobre lamina de vidro e a avaliação foi feita utilizando um tensiômetro óptico (Theta lite modelo TL100; Biolin Scientific, Suécia) onde uma gota de água destilada (3  $\mu$ L) foi gotejada sobre as amostras e o tempo para absorção da água foi registrado em camera digital.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A morfologia e distribuição de tamanho das membranas de nanofibras de zeína e óleo essencial de tomilho obteve resultado que classifica a estrutura como nano, tendo em vista que os parâmetros utilizados permitiram a formação de nanofibras cilíndricas, homogêneas e contínuas, sem a presença de *beads* como pode ser observado na Figura 1, o diâmetro médio teve pouca variação entre as nanofibras produzidas.

A incorporação do óleo essencial de tomilho causou um leve aumento do diâmetro médio das nanofibras de zeína, quando comparado as nanofibras apenas de zeínas em óleo essencial. Os valores ficaram entre 61 e 77 nm, sendo que o maior diâmetro foi observado nas nanofibras com 60% de óleo essencial de tomilho. As diferenças na distribuição de tamanho ainda podem estar relacionadas a fatores distintos, desde o processo de obtenção das nanofibras, como por exemplo, umidade relativa do ar, distância da bomba de ejeção ao coletor e a tensão aplicada, a qual está diretamente relacionada a formação de *beads*, pois a voltagem aplicada deve estar suficientemente alta para superar a tensão superficial da solução polimérica.

Estudos realizados com fibras de zeína e com a incorporação de diferentes tipos de compostos também obtiveram diâmetros variados. Torres (2015) avaliou a morfologia de fibras de zeína combinada com Poli (N-isopropilacrilamida), onde o diâmetro variou entre 700 a 1334 nm. Silva (2018) analisou fibras de zeína com ação do óleo essencial de gengibre, e relatou que as fibras com maior concentração do óleo essencial de gengibre foram as que apresentaram as maiores médias de diâmetro, variando entre 213 a 625 nm onde é mencionado que o maior teor de sólidos presentes na solução polimérica altera tamanho das fibras formadas.

A morfologia e distribuição de tamanho das membranas de nanofibras de zeína e óleo essencial de tomilho podem ser visualizadas na Figura 1

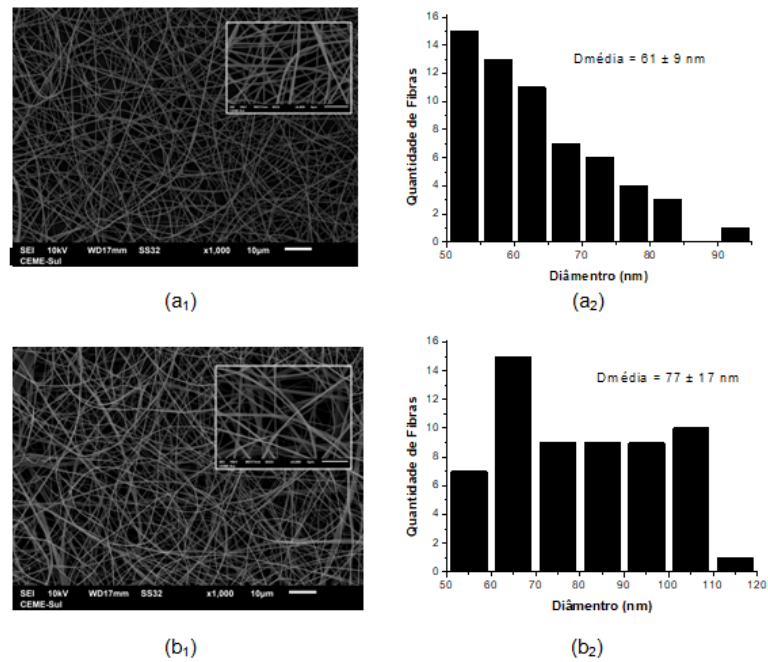


Figura 1: Morfologia das nanofibras e respectiva distribuição de tamanho:zeína controle – sem óleo essencial de tomilho (a), zeína com 60% de óleo essencial de tomilho (b). Amplitudes (1000x e 500x).

O ângulo de contato com a água foi avaliado nas membranas de nanofibras de zeína e óleo essencial de tomilho em tempos diferentes. O primeiro tempo avaliado foi em 7 segundos e o ângulo de contato observado de  $134,8^\circ$ . O segundo tempo avaliado foi em 10 segundos após o gotejamento da gota, o ângulo de contato diminuiu para  $61,0^\circ$  como pode ser observado na Figura 2.

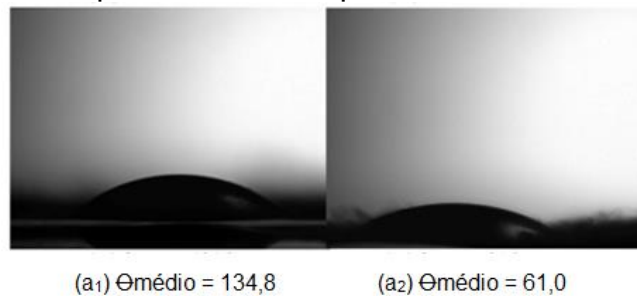


Figura 2: Ângulo de contato das nanofibras de zeína com 60% de óleo essencial de tomilho em 7s (a1) e 10s (a2).

Em trabalhos encontrados na literature (BÖHMER-MAAS et al., 2020), as nanofibras de zeína controle mostraram um ângulo de contato de  $95^\circ$  nos primeiros segundos de gotejamento da água. Um ângulo de contato com a água inferior a  $90^\circ$  indica que o material é hidrofílico (BÖHMER-MAAS et al., 2020). O que condiz com as características do polímero, por possuir grande quantidade de aminoácidos apolares, o qual confere estrutura molecular hidrofóbica (PAPALIA & LONDERO, 2015). As características de baixa afinidade com a água geram um potencial de aplicação para embalagens contendo alimentos, principalmente aqueles que possuem alta umidade e atividade de água, devido a capacidade de maior durabilidade e, conseqüentemente, mais eficazes para este fim.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados neste trabalho, pode-se concluir que foi possível a formação de nanofibras de morfologias uniformes, contínuas e homogêneas sem a presença de *beads*. As membranas de nanofibras de zeína e óleo essencial de tomilho apresentam característica hidrofóbica.

Sendo assim torna-se uma possível alternativa para ser utilizada como embalagens ativas para alimentos, visando o aumento da vida útil, bem como a qualidade e segurança de alimentos.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOVI, H., PIERGUIDI, L., DINNELLA, C., VIGGIANO, M., MONTELEONE, E., SPINELLI, S. Attentional bias for vegetables is negatively associated with acceptability and is related to sensory properties. *Food Quality and Preference*. V. 96, 104429. 2022.

BOHMER-MAAS, B., FONSECA, L. M., OTERO, D. M., ZAVAREZE, E. R., ZAMBIAZI, R. C. Photocatalytic zein-TiO<sub>2</sub> nanofibers as ethyleneabsorbers for storage of cherry tomatoes. **Food Packaging and Shelf Life**. v. 24. 100508. 2020.

LA ROCHA S. B. **Nanofibras de isolado proteico de bijupirá (Rachycen-troncanadum)**: Desenvolvimento, caracterização e avaliação toxicológica. Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos, Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos. Tese de doutorado. Rio Grande, 2014.

PAPALIA, I. S.; LONDERO, P. M. G. Extração de zeína e sua aplicação na conservação dos alimentos. **Ciência Rural**. v. 45, p. 552-559, 2015.

PAULA, H., SILVA, R., SANTOS, C., DANTAS, F., LIMA, L., FIGUEIREDO, E., DIAS, F. **Eco-friendly synthesis of an alkyl chitosan derivative**. *International Journal of Biological Macromolecules*. v. 163. P. 1591-1598. 2020.

SILVA, F. T. Ação do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale*) encapsulado em fibras ultrafinas de proteína isolada de soja, poli (óxido de etileno) e zeína no controle antimicrobiano *in situ*. **Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Universidade Federal de Pelotas. 66f. 2018.

SILVA, S. R.; SOUZA, F. M.; ESPINHEIRA, M. J. C. L. Avaliação da Atividade Antibacteriana do Óleo Essencial das Sementes de *Passiflora edulis Sims* Frente às Bactérias Gram Positivas e Gram Negativas. **ID on line. Revista de psicologia**, [S.l.], v. 13, n. 43, p. 1003-1017, 2018.

TORRES, S. J. V. Obtenção de fibras de blendas zeína/PNIPAAm por eletrofiação em solução. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**, Londrina, 58 f., 2015.