

## AEROGÉIS BIOATIVOS DE AMIDO DE MILHO ANIÔNICO

FRANCINE TAVARES DA SILVA<sup>1</sup>; LAURA MARTINS FONSECA<sup>2</sup>; GRAZIELLA PINHEIRO BRUNI<sup>3</sup>; ELESSANDRA DA ROSA ZAVAREZE<sup>4</sup>; ALVARO RENATO GUERRA DIAS<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – francine-ts@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – laura\_mfonseca@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – graziellabruni@yahoo.com.br*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – elessandrad@yahoo.com.br*

<sup>5</sup>*Universidade Federal de Pelotas – alvaro.guerradias@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

Aerogéis são materiais que apresentam densidade muito baixa, área superficial elevada e estrutura porosa (OLIVEIRA et al., 2019). Essas características tornam esses materiais promissores para a encapsulação de compostos bioativos, os quais vêm sendo adicionados diretamente ou indiretamente em embalagens para alimentos com o intuito de interagir com o alimento e prolongar sua vida útil (SOGUT; SEYDIM, 2018).

O amido é um polímero natural que pode ser utilizado para a produção de aerogéis pois apresenta biodegradabilidade, biocompatibilidade e baixo custo. Além disso, amidos modificados também podem ser utilizados para produção desses materiais. A modificação química do amido através da adição de grupos aniónicos oriundos do processo de fosfatação consiste na introdução de grupos fosfatos, carregados negativamente no amido, causando repulsão entre as cadeias de amido, o que diminui a temperatura de gelatinização e aumenta o poder de intumescimento. Todos esses efeitos são desejáveis quando o objetivo é a produção de aerogéis bioativos para aplicação em alimentos que exsudam uma grande quantidade de água (BRUNI et al., 2018).

Extratos naturais obtidos a partir de resíduos ricos em compostos fenólicos como a casca do pinhão apresentam atividade antioxidante e antimicrobiana e podem ser utilizados como aditivo natural em alimentos (FREITAS et al., 2018). A encapsulação desse extrato em aerogéis é uma alternativa para proteger esses compostos e entrega-los de maneira lenta e gradual. Além disso através da encapsulação desses compostos é possível proporcionar um destino sustentável a esse co-produto que é descartado no meio ambiente e que representa aproximadamente 20% (p/p) do pinhão. O objetivo deste trabalho foi produzir aerogéis de amido de milho submetido a modificação, incorporados com extrato de cascas de pinhão.

### 2. METODOLOGIA

Para a produção dos aerogéis bioativos foram utilizados amido de milho modificado obtido de estudo anterior (FONSECA et al., 2018) e extrato da casca de pinhão (*Araucaria angustifolia*). As cascas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 30 °C por 24 h e posteriormente, moídas em moinho analítico (Mill, Chopin Technologies, França). A extração dos compostos fenólicos foi realizada conforme DAUDT et al., (2015) com água destilada e aquecimento a 50 °C com agitação de 200 rpm por 60 min. Posteriormente, o extrato foi filtrado através do papel de filtro qualitativo Whatman® nº. 1 (Sigma-Aldrich, Alemanha) e armazenado

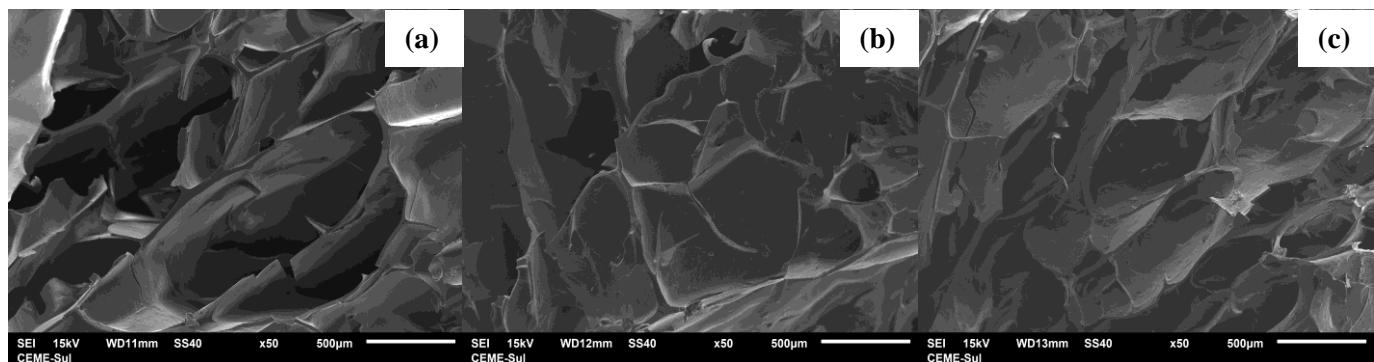
em ultra-freezer a -18 °C. O extrato foi lyophilizado (Liotop K108, Brasil) obtendo-se um extrato de pinhão em pó.

Os aerogéis foram preparados através da dispersão de 5 g de amido em 50 mL de água destilada, com posterior aquecimento a 90 °C em banho termostático por 30 min. Posteriormente as soluções foram resfriadas até 50 °C onde foram incorporadas as diferentes concentrações (5% e 10 % p/p) do extrato de pinhão. As soluções com extrato foram homogeneizadas em ultraturrax (IKA, T18B WERKE, ALEMANHA) a 11.000 rpm por 1 minuto e então colocadas em moldes de 20 mm de diâmetro e 10 mm de altura e congelados em freezer por 24h a -18 °C. A reticulação física foi realizada através de ciclos de congelamento e descongelamento conforme descrito por OLIVEIRA et al. (2019).

Os aerogéis foram avaliados quanto a morfologia utilizando um microscópio eletrônico de varredura (MEV, Jeol, JSM-6610LV, EUA), a capacidade de absorção de água (DIMITRI et al., 2013) e liberação *in vitro* do bioativo em meio simulante para alimentos hidrofílicos (etanol 10%) de acordo com o Regulamento da Comissão 10/2011 UE (Commission Regulation, 2011). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ou teste t com nível de significância de 5%.

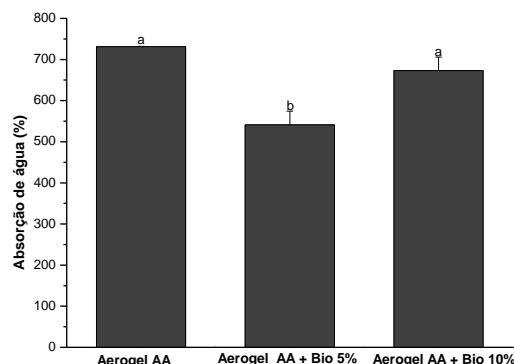
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A morfologia da sessão transversal dos aerogéis com diferentes concentrações de extrato de casca de pinhão pode ser observada na Figura 1.



**Figura 1.** Morfologia dos aerogéis de amido de milho aniónico (a), amido de milho aniónico com 5% de bioativo (b) e amido de milho aniónico com 10% de bioativo (c).

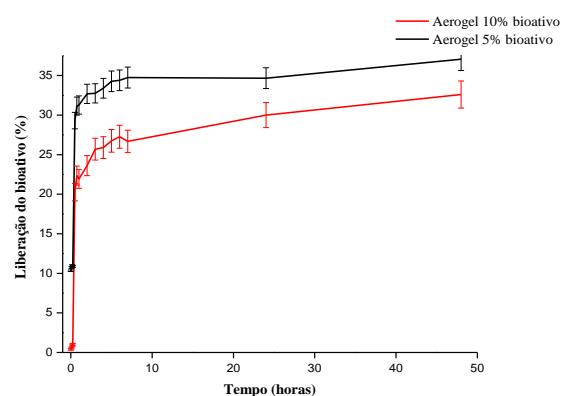
Os aerogéis apresentaram-se intactos, sem observação de separação de fases. Em todas amostras foram observados poros, no entanto a adição do extrato nos aerogéis promoveu estruturas aparentemente mais fechadas. A porosidade dos aerogéis é altamente desejável para que eles possam ser utilizados como transportadores de compostos ativos em embalagens de alimentos. Na Figura 2 está apresentada a capacidade de absorção de água dos aerogéis com diferentes concentrações de extrato de cascas de pinhão.



**Figura 2.** Capacidade de absorção de água dos diferentes aerogéis de amido de milho aniônico (Aerogel AA); Amido de milho aniônico com 5% de bioativo (Aerogel AA + Bio 5%); Amido de milho aniônico com 10% de bioativo (Aerogel AA + Bio 10%).

Todos aerogéis mantiveram-se integros após imersão em água por 24 h apresentando valores de capacidade de absorção de 731,0%, 541,2% e 673,1% para os aerogéis sem bioativo, e para os aerogéis com 5 e 10% de extrato, respectivamente. A adição do extrato na concentração de 5% provocou diminuição na capacidade de absorção de água ( $p < 0,05$ ), e apesar de não ser significativo uma diminuição no valor de absorção dos aerogéis com 10% de extrato também foi observada (Figura 2). Esse comportamento pode estar associado à interação do extrato com o amido, que reduz a disponibilidade de grupos hidroxila para interagir com a água, resultando em um material menos higroscópico.

Na Figura 3, está apresentado o perfil de liberação *in vitro* do extrato bioativo a partir dos aerogéis em meio simulante de alimentos hidrofílicos. É possível observar que o extrato bioativo apresentou liberação gradual para o meio, durante 48h. Os aerogéis na concentração de 5% liberaram cerca de 29,4% de extrato, enquanto os aerogéis na concentração de 10% liberaram cerca de 35,9 de extrato, ambos em meio simulante de alimentos hidrofílicos (etanol 10% de etanol). É possível sugerir que o maior conteúdo de extrato nos aerogéis possivelmente encontra-se na parte externa do aerogéis, estando em maior contato com o meio e consequentemente liberando o extrato mais rapidamente e em maior quantidade para o meio. Enquanto que o aerogel com 5% tem menor conteúdo de extrato e consequentemente retém esse extrato no seu interior, liberando mais lentamente e em menor quantidade.



**Figura 3.** Perfil de liberação do extrato de casca de pinhão de aerogéis em meio simulante de alimentos hidrofílicos.

#### 4. CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que é possível produzir aerogéis biodegradáveis de amido de milho modificado, bem como utilizá-los como matriz de encapsulação para compostos bioativos extraído a partir da casca do pinhão. Esses aerogéis mostram-se promissores para encapsulação de compostos bioativos e liberação em embalagens para alimentos de natureza hidrofílica.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUNI, G. P.; OLIVEIRA, J. P.; EL HALAL, S. L. M.; FLORES, W. H.; GUNDEL, A.; MIRANDA, M. Z.; ZAVAREZE, E. R. Phosphorylated and cross-linked wheat starches in the presence of polyethylene oxide and their application in biocomposite films. **Starch - Stärke**, v. 70, p. 7-8, 2018.
- Commission regulation (EU) No 10/2011. *Plastic materials and articles intended to come into contact with food*. 10/2011/EC, 2011.
- DAUDT, R. M.; BACK, P. I.; CARDOZO, N. S. M.; MARCZAK, L. D. F.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C. Pinhão starch and coat extract as new natural cosmetic ingredients: Topical formulation stability and sensory analysis. **Carbohydrate Polymers**, v.134, p. 573–580, 2015.
- DEMITRI, C.; SCALERA, F.; MADAGHIELE, M.; SANNINO, A.; MAFFEZZOLI, A. Potential of cellulose-based superabsorbent hydrogels as water reservoir in agriculture. **International Journal of Polymer Science**, p.1-6, 2013.
- FONSECA, L. M.; DE OLIVEIRA, J. P.; DE OLIVEIRA, P. D.; ZAVAREZE, E.R.; DIAS, A. R G.; LIM, L.-T. Electrospinning of native and anionic corn starch fibers with different amylose contents. **Food Research International**, v.116, p. 1318-1326, 2018.
- FREITAS, T. B.; DE SANTOS, C. H. K.; DA SILVA, M. V.; SHIRAI, M. A.; DIAS, M. I.; BARROS, L.; LEIMANN, F. V. Antioxidants extraction from pinhão (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze) coats and application to zein films. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 15, p. 28–34, 2018.
- OLIVEIRA, J.P.; BRUNI, G.P.; FABRA, M.J.; ZAVAREZE, E.R.; LOPEZ RUBIO, A.; MARTÍNEZ-SANZ, M. Development of food packaging bioactive aerogels through the valorization of *Gelidium sesquipedale* seaweed. **Food Hydrocolloids**, v. 89, p. 337-350, 2019.
- SOGUT, E; SEYDIM, A.C. The effects of Chitosan and grape seed extract-based edible films on the quality of vacuum packaged chicken breast fillets. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 18, p. 13–20, 2018.