

CRIOGEIS BIOATIVOS ELABORADOS A PARTIR DO AMIDO DE CARÁ-ROXO (*Dioscorea trifida* L.f.)

ALEXANDRA LIZANDRA GOMES ROSAS¹; BRUNA DA FONSECA ANTUNES²;
RENIRES DOS SANTOS TEIXEIRA²; ELESSANDRA DA ROSA ZAVAREZE²;
LEONARDO NORA²; ADRIANA DILLENBURG MEINHART³

¹Universidade Federal de Pelotas – alexandra.lizandra@ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas – brunafonsecaantunes@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – reniressantos@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas) – l.nora@me.com

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

³Universidade Federal de Pelotas – adrianadille@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da demanda por embalagens sustentáveis, os criogéis, que são biomateriais que podem ser elaborados à base de biopolímeros, como o amido, emergem como uma solução inovadora. Esses materiais, caracterizados por serem porosos e leves, possuem uma grande área superficial e atuam como barreiras contra oxigênio, luz e umidade, contribuindo para a preservação da qualidade dos alimentos (ZHANG et al., 2024). Além disso, os criogéis podem ser combinados com compostos bioativos, resultando em matrizes estáveis que incorporam antioxidantes e corantes naturais (LAZARIDOU et al., 2015). Atualmente, existe uma diversidade de materiais sintéticos e naturais que integram compostos bioativos em matrizes poliméricas, sendo aplicáveis em sensores vestíveis e embalagens ativas e inteligentes, o que inibe a proliferação de bactérias patogênicas. O cará-roxo (*Dioscorea trifida* L.f.), uma raiz tuberosa fonte de amido e antocianinas, apresenta propriedades antibacterianas e funcionais, tornando-se uma excelente fonte para matrizes poliméricas e compostos bioativos (ROSAS et al., 2024). Pesquisas em andamento estão focadas no desenvolvimento de embalagens ativas utilizando criogéis de cará-roxo enriquecidos com antocianinas. O objetivo deste estudo foi produzir criogéis superabsorventes à base de amido de cará-roxo (*Dioscorea trifida* L.f.), incorporando antocianinas extraídas do próprio cará-roxo.

2. METODOLOGIA

2.1 Produção do extrato antociânico do cará-roxo

O cará-roxo (*Dioscorea trifida* L.f) foi adquirido no comércio local da cidade de Manaus (-3.14021900; -60.01874100), Amazonas, Brasil, sob SISGEN de nº A937529. Aproximadamente de 2,7 kg de tubérculos foram higienizados e sanitizados em água clorada (100 ppm) por 15 min, descascados e cortados e congelados em ultra-freezer (-70 °C) por 24 h, liofilizados (Liotop LP820) com os parâmetros de 63 µHg, -60 °C, 206 Vca por 96 h, rendendo 961,5 g de tubérculo liofilizado. A obtenção do extrato antociânico o método descrito por ROSAS et al., (2024). O resíduo da obtenção deste extrato foi submetido a extração de amido.

2.2 Extração do amido

A extração do amido foi realizada conforme (SANTOS et al., 2022), utilizando um resíduo de extrato antociânico. O resíduo foi triturado em água destilada, filtrado e decantado para obter amido, que foi lavado até ficar branco. Após secagem em estufa, o amido foi moído e armazenado. O rendimento foi de 9% em relação à massa bruta do tubérculo, com um teor de umidade de $13,53\% \pm 0,07$.

2.3 Produção do criogel de amido do cará-roxo

Neste estudo, a metodologia utilizada para preparar os criogéis à base de amido de cará-roxo foi proposta por DA SILVA et al. (2020). Os criogéis foram produzidos com extrato antociânico acidificado (1% de ácido cítrico), incorporado nas concentrações de 0 e 7 % (m/m), para atingir a concentração inibitória mínima bacteriana anteriormente testada (ROSAS et al., 2024). Os criogéis foram liofilizados e armazenados em dessecador até as análises.

2.4 Densidade, porosidade e capacidade de absorção de água dos criogéis

A densidade dos criogéis foi calculada a partir de suas dimensões e peso, usando a equação $Densidade = M/V$. A porosidade foi determinada conforme GENG, (2018). A espessura e altura dos criogéis liofilizados foram medidas com um paquímetro digital, realizando quatro leituras em diferentes regiões para obter a média. A capacidade de absorção de água (CAA) dos criogéis liofilizados foram avaliados de acordo com o método descrito por (DEMITRI et al., 2013). A água residual após 24h de imersão da CAA foram quantificadas para antocianinas monoméricas totais (LEE et al., 2005).

2.6 Atividade antioxidante

A capacidade antioxidante das amostras frente ao radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) foi realizada conforme o método espectrofotométrico descrito por BRAND-WILLIAMS et al., (1995), com modificações. As amostras foram diluídas na concentração de 100 mg/mL em água destilada, homogeneizado em vórtex por 30 s. Em seguida, foi adicionado, em tubo tipo Falcon, uma alíquota de 0,1 mL de extrato ou de metanol (branco) e adicionado 3,9 mL de solução de DPPH (abs 1,08 - 1,12), agitada em vórtex e deixada em repouso durante 30 min sob abrigo da luz. Posteriormente, a leitura foi realizada em espectrofotômetro em comprimento de onda igual a 515 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição do radical DPPH.

2.7 Análise estatística

A densidade, porosidade, capacidade de absorção de água, antocianinas monoméricas totais e atividade antioxidante foram submetidas a Teste t de Student ($p < 0,05$) para comparar os criogéis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade, porosidade e a capacidade de absorção dos criogéis à base de amido de cará-roxo estão apresentadas na Tabela 1. A densidade dos criogéis apresentaram diferença estatística, o criogel controle apresentou um valor de 0,056

g/cm³, valor inferior ao encontrado para o criogel com extrato que apresentou um valor de 0,092 g/cm³ (Tabela 1). O valor de porosidade do criogel controle apresentou um valor de 91,85% e o criogel com extrato apresentou um valor inferior, 86,74%, diferindo estatisticamente do criogel controle.

Após a imersão em água por 24 h, os criogéis se mantiveram intactos. O criogel controle apresentou a maior capacidade de absorção de água (9543,10%), já o criogel com extrato apresentou uma capacidade de absorção de água de 1196,01%, diferindo estatisticamente ($p < 0,05$). Portanto, a adição de extrato reduziu a absorção de água do criogel, para explicar a relação mais estudos devem ser realizados.

Tabela 1: Densidade, porosidade, capacidade de absorção de água, antocianinas totais e atividade antioxidante dos criogéis obtidos a base de amido de cará-roxo e incorporado o extrato antociânico de cará-roxo (*Dioscorea trifida* L.f)

Concentração de extrato no criogel (%)	Densidade (g/cm ³)	Porosidade (%)	CAA (%)	Antocianinas Totais (mg 100 g ⁻¹ de amostra seca)	DPPH (%)
0%	0,056 ± 0,00 ^b	91,85 ± 0,08 ^a	9543,10 ± 165,64 ^a	0,00 ± 0,00 ^b	1,81 ± 0,3 ^b
7%	0,092 ± 0,01 ^a	86,74 ± 0,17 ^b	1196,01 ± 22,46 ^b	0,15 ± 0,00 ^a	12,90 ± 0,9 ^a

*Os resultados de densidade, porosidade e capacidade de absorção de água foram expressos pela média ± desvio padrão. Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) e letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$), conforme o Teste t de Student.

Criogéis com alta capacidade de absorção de água pode ser utilizados em embalagens de produtos que liberam líquidos ou exsudados, como carnes, queijos e frutas com alta atividade de água. Tais diferenças se dão pela característica altamente hidrofílica do polímero e pela presença de grupos que possuem maior afinidade para se ligarem às moléculas de água (FONSECA et al., 2021).

As concentrações de antocianinas monoméricas totais, expressas em mg equivalente a cianidina 3-glicosídeo/100g para a água da CAA dos criogéis, na do criogel 7% foi de 0,15 ± 0,00, significativamente ($p < 0,05$) e no controle não foi encontrada antocianina (0,00 ± 0,00). Em relação a atividade antioxidante das amostras pela inibição do radical DPPH, foi significativamente maior para o criogel com 7% (12,90 ± 0,9), o que era esperado, tendo em vista que as antocianinas possuem propriedades antioxidantes.

4. CONCLUSÕES

Os criogéis a base de amido de cará-roxo e adicionados de antocianinas exibiu integridade física e estruturas porosas com baixa densidade e alta porosidade. Os criogéis apresentaram alta capacidade de absorção de água (9543,10 a 1196,01%). As antocianinas monoméricas totais do criogel com 7% de extrato foi de 0,15 mg 100 g⁻¹, determinadas a partir da água residual da capacidade de absorção de água e atividade antioxidante apresentou um percentual de inibição do radical DPPH de 12,90%.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M. E., BERSET, C. "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity", **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1 jan. 1995. DOI: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5. Acesso em: 26 jun. 2023.
- DA SILVA, F. T., DE OLIVEIRA, J. P., FONSECA, L. M., *et al.* "Physically cross-linked aerogels based on germinated and non-germinated wheat starch and PEO for application as water absorbers for food packaging", **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 155, p. 6–13, 15 jul. 2020. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.03.123. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141813020302373>.
- DEMITRI, C., SCALERA, F., MADAGHIELE, M., *et al.* "Potential of Cellulose-Based Superabsorbent Hydrogels as Water Reservoir in Agriculture", **International Journal of Polymer Science**, v. 2013, p. 1–6, 2013. DOI: 10.1155/2013/435073. Disponível em: <http://www.hindawi.com/journals/ijps/2013/435073/>.
- FONSECA, L. M., SILVA, F. T. da, BRUNI, G. P., *et al.* "Aerogels based on corn starch as carriers for pinhão coat extract (*Araucaria angustifolia*) rich in phenolic compounds for active packaging", **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 169, p. 362–370, 1 fev. 2021. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.12.110.
- GENG, H. "A facile approach to light weight, high porosity cellulose aerogels", **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 118, p. 921–931, 15 out. 2018. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2018.06.167. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141813018312571>.
- LAZARIDOU, A., KRITIKOPOULOU, K., BILIADERIS, C. G. "Barley β -glucan cryogels as encapsulation carriers of proteins: Impact of molecular size on thermo-mechanical and release properties", **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 6, n. 2, p. 99–108, 1 out. 2015. DOI: 10.1016/j.bcdf.2015.09.005. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212619815300127>.
- LEE, J., DURST, R. W., WROLSTAD, R. E., *et al.* "Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study", **Journal of AOAC INTERNATIONAL**, v. 88, n. 5, p. 1269–1278, 1 set. 2005. DOI: 10.1093/jaoac/88.5.1269.
- ROSAS, A. L. G., GONÇALVES, G. C. P., DA SILVEIRA, T. F. F., *et al.* "Food Extract of Purple Yam (*Dioscorea trifida* L.f.) from Brazil: Optimization of Extraction Method, Characterization, In Vivo Toxicity, and Antimicrobial Activity", **Food Analytical Methods**, v. 17, n. 8, p. 1254–1266, 14 ago. 2024. DOI: 10.1007/s12161-024-02644-3. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s12161-024-02644-3>.
- SANTOS, S. de J. L., PIRES, M. B., AMANTE, E. R., *et al.* "Isolation and characterization of starch from purple yam (*Dioscorea trifida*)", **Journal of Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, p. 715–723, 22 fev. 2022. DOI: 10.1007/s13197-021-05066-9. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s13197-021-05066-9>.
- ZHANG, W., KONG, J., ZHANG, M., *et al.* "Starch-anthocyanins complex: Characterization, digestibility, and mechanism", **Food Hydrocolloids**, p. 109797, jan. 2024. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2024.109797. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X24000717>.